

PRINCIPIOS-GUÍA Y LEYES ESPECIALES

UNA DISTINCIÓN MUY FRUCTÍFERA (Y MUY DIFÍCIL DE ELUCIDAR)

José Díez ‡

C. Ulises Moulines §

RESUMEN

La finalidad de este trabajo es revisar una de las nociones centrales de la metateoría estructuralista, la noción de *principio-guía*, mostrar su fecundidad para abordar algunas cuestiones centrales tanto de filosofía general como de filosofía especial de la ciencia, así como de historia de la filosofía de la ciencia, y, por último, revisar y valorar algunas propuestas de elucidación de la misma. La conclusión es que se trata de una noción tan fructífera como difícil de analizar.

PALABRAS CLAVE: leyes - principio-guía - leyes especiales - unificación - Popper - Kuhn - selección natural - conceptos teóricos.

RESUMO

O objetivo deste trabalho é revisar uma das noções centrais da metateoria estruturalista, a noção de *princípio-guia*, mostrar sua fecundidade para abordar algumas questões centrais tanto da filosofia geral quanto da filosofia especial da ciência, bem como da história da filosofia da ciência, e, finalmente, rever e avaliar algumas propostas para sua elucidação. A conclusão é que esta é uma noção tão frutífera quanto difícil de analisar.

PALAVRAS-CHAVE: leis - princípio-guia - leis especiais - unificação - Popper - Kuhn - seleção natural - conceitos teóricos

‡ Universidad de Barcelona/LOGOS Group/Barcelona Institute of Analytic Philosophy. diez.ja@gmail.com.

§ Universidad de Múnich/Academia de las Ciencias de Baviera. moulines@lrz.uni-muenchen.de.

Introducción

La finalidad de este trabajo es revisar una de las nociones centrales de la metateoría estructuralista, la noción de *principio-guía*, mostrar su fecundidad para abordar algunas cuestiones centrales tanto de filosofía general como de filosofía especial de la ciencia, así como de historia de la filosofía de la ciencia, y, por último, revisar y valorar algunas propuestas de elucidación de la misma. La conclusión es que se trata de una noción tan fructífera como difícil de analizar.

1 Principios-guía vs leyes especiales

Aunque previamente a Thomas Kuhn hubo algunos filósofos que hicieron consideraciones sobre la naturaleza de principios básicos o leyes generales por contraposición a otras leyes más específicas, fue Kuhn quien primero presentó la idea que será el germen de la noción estructuralista de principio-guía. En *Second Thoughts on Paradigms*, Kuhn introduce la idea de *generalizaciones esquemáticas*:

generalizaciones [como $f = ma$] no son tanto generalizaciones como esquemas de generalizaciones [‘generalization-sketches’], *formas esquemáticas cuya expresión simbólica detallada varía de una aplicación a otra*. En el problema de la caída libre, $f = ma$ se convierte en $mg = md^2s/dt^2$. En el del péndulo simple, se convierte en $mg \sin\theta = -md^2s/dt^2$. En el de los osciladores armónicos acoplados, se convierte en dos ecuaciones, de las cuales la primera puede escribirse $m_1d^2s_1/dt^2 + k_1s_1 = k_2(d + s_2 - s_1)$. Problemas mecánicos más importantes, por ejemplo, el movimiento del giróscopo, todavía presentarán mayor disparidad entre $f = ma$ y la efectiva generalización simbólica a la que se aplican la lógica y la matemática. (KUHN, 1970, p. 465; énfasis nuestro)

La noción estructuralista de *principio-guía*¹ y la de *red teórica* a ella asociada, se pueden considerar una elaboración y precisión formal de esta idea kuhniana. La idea básica es que, en teorías altamente unificadas, no todas las leyes o principios teóricos están en un mismo nivel, o tienen la misma fuerza y alcance empíricos. Las leyes teóricas están jerarquizadas; hay unas más generales que se aplican a todo fenómeno bajo el alcance de la teoría, y otras más específicas con un rango de aplicación más restringido. El conjunto de leyes conforma así una estructura reticular, con diferentes ramas que dan cuenta de distintos sistemas/fenómenos. En el caso paradigmático de la Mecánica Clásica (MC), la red teórica

¹ El término es acuñado por Moulines (1978).

presenta una estructura como la siguiente (esta versión presenta sólo una parte de la red simplificada. Para una versión completa más precisa, cfr. BALZER; MOULINES & SNEED, 1987/2012):

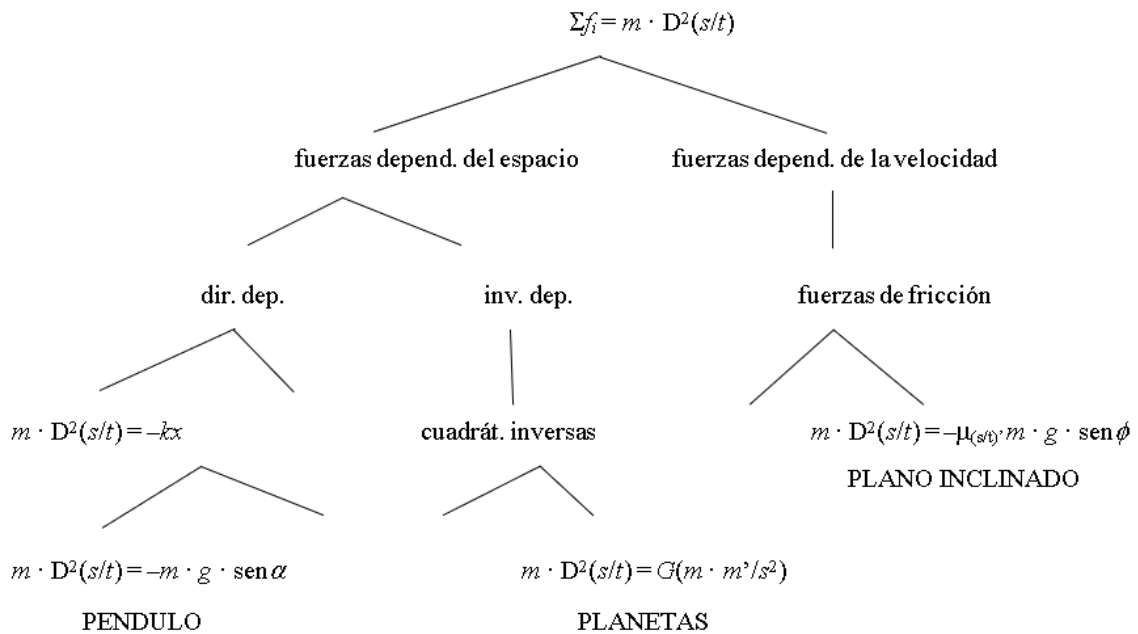


Figura 1.

En la cúspide de la red está el Segundo Principio de Newton, ese principio esquemático de la mecánica en la cita de Kuhn, que va tomando formas específicas para aplicaciones específicas. Esta ley fundamental de la MC es su principio-guía, y puede leerse precisamente como una guía heurística para la investigación en MC. He aquí una formulación sucinta del Principio-Guía de la MC (PGMC).

PGMC: Dada una trayectoria espaciotemporal de un objeto que se considere susceptible de/candidata a ser explicada en el marco de la MC (e.e. una trayectoria espaciotemporal que se considere efecto de una acción mecánica), búsquense fuerzas tales que su suma vectorial sea igual al producto de la masa del objeto por su aceleración.

La investigación en MC consiste entonces en ir buscando, para fenómenos/trayectorias particulares (muelle, péndulo, planetas, planos inclinados, ...) las fuerzas especiales responsables de esas trayectorias (fuerzas de Hooke, fuerza gravitatoria, fuerzas de

rozamiento, ...; ciertas trayectorias complicadas pueden ser el resultado de la acción de varias fuerzas). Así, el principio-guía va especificándose/especializándose hasta, como dice Kuhn, tomar formas detalladas diferentes para aplicaciones diferentes. Es importante enfatizar que la relación entre las leyes superiores y las inferiores en la red no es de inferencia o deducción, las leyes inferiores no se deducen de las superiores. La relación es más bien de especialización: las leyes inferiores especializan las superiores, en el sentido indicado, especifican para el caso en cuestión los parámetros concretos que la ley general esquemática deja abiertos.

El principio-guía tiene un carácter heurístico o programático en tanto en cuanto expresa el “marco” en que se han de “encajar” las explicaciones mecánicas de las trayectorias estudiadas. La idea es que, si los científicos consideran que determinado fenómeno es un fenómeno mecánico, entonces explicarlo dentro de MC es dar con la o las fuerzas responsables acordes con PGMC. Dicho de otro modo: considerar una trayectoria como un fenómeno mecánico es precisamente comprometerse con explicarla de ese modo, buscando las fuerzas responsables que encajen con PGMC. Y esa tarea puede ser que tenga éxito o no lo tenga. Lo tuvo, paradigmáticamente, con la trayectoria de la luna en torno a la tierra, o la de la tierra en torno al sol, o la de Venus y otros planetas. No la tuvo en principio con la trayectoria de Urano, hasta que se descubrió Neptuno y su acción, además de la del Sol, sobre Urano. Y no la tuvo tampoco para Mercurio, cuya trayectoria no pudo explicarse dentro de MC (ni postulando nuevos planetas, ni acciones de polvos estelares, ni modificando ligeramente la ley de gravitación, ni de ninguna otra manera aceptable no *ad hoc*) y constituyó una de las principales anomalías de MC, como sabemos hoy explicada por otra teoría, la Relatividad Generalizada (RG). Tampoco fue plenamente exitosa la explicación mecánica de las trayectorias de los fenómenos lumínicos, pues, aunque se explicaban bien algunos (reflexión, refracción, ...), no se podían explicar otros (p.e. difracción), hasta el punto de que finalmente fuera “expulsada” la luz del reino de los fenómenos mecánicos, e.e. se dejó de considerar la luz como formada por rayos de partículas que obedecen a las leyes de MC.

Este último punto es importante, y muestra la diferencia con el caso de Mercurio. Tras intentar durante un tiempo sin éxito explicar los fenómenos lumínicos dentro de MC, es decir, bajo el “paraguas” de PGMC, se acabó descartando que la luz fuese un fenómeno mecánico. Sin embargo, tras los fracasos con la trayectoria de Mercurio no se consideró la

posibilidad de “expulsar” a Mercurio del reino de los fenómenos mecánicos. La diferencia tiene que ver con otro aspecto enfatizado por Kuhn: la relación de similitud o aire de familia de los diferentes fenómenos dentro de una teoría y la consideración de algunos casos destacados de éxito como “paradigmáticos”. Mercurio es un planeta entre otros, la explicación exitosa de los cuales era paradigmática, es decir, nuclear o consustancial a la teoría. Tras un fallo en uno de los planetas no se puede sin más decidir que los planetas no se consideran ya un fenómeno mecánico, pues eran (los casos exitosos iniciales) fenómenos paradigmáticos exitosamente explicados, y prescindir de ellos sería tanto como acabar con MC. Y, por otro lado, no se podía tampoco concluir que todas las trayectorias de los planetas eran fenómenos mecánicos, pero la de Mercurio no, pues (la trayectoria de) Mercurio es considerado “el mismo tipo de fenómeno” que el resto de los planetas, tiene para los científicos ese aire de familia, esa relación de similitud con el resto de astros paradigmáticos que haría completamente, e inaceptablemente, *ad hoc* deshacerse de él, como se hizo con la luz, por el fallo explicativo. Con la luz ello era posible precisamente porque ella carecía de esa relación de ser algo considerado de la misma clase que otros fenómenos paradigmáticos explicados satisfactoriamente con anterioridad. Con Mercurio no era posible, precisamente por ser del mismo tipo que otros fenómenos, otros planetas, paradigmáticamente mecánico-clásicos. La otra cara de la expulsión del ámbito de MC de ciertos fenómenos inicialmente considerados mecánicos, es la inclusión dentro de MC, tras una explicación exitosa, de fenómenos no considerados mecánicos previamente, como en el caso de las mareas (explicada por la hidrodinámica más la gravitación), o en el de la incorporación de las fuerzas de atracción y repulsión entre cargas eléctricas, y entre polos magnéticos, que fueron incorporadas por Coulomb a MC aproximadamente un siglo después de Newton.

Estas últimas consideraciones están relacionadas con uno de los rasgos más interesantes, y más difíciles de caracterizar, de los principios-guía, a saber, su carácter “empíricamente irrestricto”, (véase MOULINES, 1978/84 y 1991, donde se ofrece una elucidación formal de dicho carácter sobre la que volveremos después). Puesto que los principios-guía son apenas indicaciones del tipo de parámetros que las leyes especiales han de especificar, considerados aisladamente, esto es sin las leyes especiales que los especializan, dicen empíricamente muy poco, apenas nada. Eso quiere decir que, considerados aisladamente, apenas pueden entrar en conflicto con la experiencia. Lo que entra en conflicto con la experiencia son sus especializaciones. Por otro lado, el hecho de

que, para cierto fenómeno, una ley especial que especializa el principio-guía no tenga éxito, por sí solo no implica que el principio-guía quede refutado, pues nada permite asegurar que no puede haber otra especialización diferente del mismo principio-guía que sí sea exitosa para ese mismo fenómeno. Por ello el abandono de un principio-guía, que constituye el núcleo nómico de una teoría unificada, es, en términos de Kuhn, más una cuestión de pérdida de confianza que estrictamente de lógica, esto es, de pérdida de confianza en poder encontrar una ley especial que sea especialización del mismo principio-guía y que sea a la vez exitosa y cumpla con ciertos criterios “de aire de familia” con las otras leyes.

Este último elemento es fundamental, pues si no hubiese ninguna restricción en absoluto sobre, por ejemplo, el tipo matemático de la función fuerza para cierto fenómeno, siempre sería posible encontrar una ley especial exitosa. Por ejemplo, para la difracción de la luz, podría postularse una ley con una función discontinua definida para intervalos inconexos que encajase con las observaciones. Si no se acepta ese tipo de ley es porque parte de los acuerdos implícitos de los científicos durante la ciencia normal tienen que ver con el tipo de leyes, o funciones, admisibles, que están dispuestos a considerar. Pero de nuevo no se trata de ninguna imposibilidad lógica, sino de una decisión sobre los límites de aceptabilidad en que se considera que puede comportarse el mundo. Un mundo en el que las partículas pueden comportarse siguiendo funciones tan extravagantes como las que permitirían encajar la difracción en MC, no es aceptable para los mecánicos *clásicos* (aunque parece que en parte sí es aceptable para los actuales mecánicos cuánticos). Volveremos sobre esta cuestión *in extenso* en la sección dedicada a la polémica entre Kuhn y Popper sobre la racionalidad de la ciencia normal.

Hasta ahora hemos discutido el caso de la mecánica clásica con el Segundo Principio de Newton como su principio-guía. Sin embargo, la MC no es un caso aislado. Como hemos anunciado, la existencia de un principio-guía que conduce heurísticamente la investigación postulando únicamente el tipo de parámetros que se deben ir especificando, es característico en general de teorías altamente unificadas que cubren fenómenos diversos bajo un marco común. La mecánica clásica es desde luego un caso así, quizás el más (meta)paradigmático, pero ni mucho menos el único. Otras teorías unificadas, de las disciplinas más variadas, presentan una estructura-guiada-por-principio-esquemático parecida. Mencionaremos brevemente algunas.

La Termodinámica del Equilibrio Simple (TES) tiene también una estructura altamente unificada reconstruible como una red teórica guiada por un principio-guía. TES se ocupa de explicar los diversos cambios en volumen, presión, etc. de fluidos (líquidos, gases) en cierto estado, postulando ciertas conexiones nómicas entre estas magnitudes y otras magnitudes termodinámicas, la entropía, la energía, el número de moles, la entalpía, la temperatura absoluta, y otras. Vamos a usar una versión en la que las únicas nociones primitivas son las de estados (por los que están las variables en la teoría) y la entropía S , la energía U , el volumen V y los números molares N_i ; las otras magnitudes (entalpía, temperatura absoluta, energía libre, ...) se pueden definir a partir de estas, o se importan mediante leyes/vínculos interteóricos de otras teorías previas como en el caso de la presión (que omitimos aquí por mor de simplicidad). Esta teoría se basa también en un principio extremadamente general, expresado a veces en libros de texto (p.e. CALLEN, 1960) mediante la fórmula $S = S(U, V, N_i)$, que opera como principio-guía de TES, y que se puede formular, aproximadamente, del siguiente modo (para una versión precisa completa cfr. MOULINES, 1975 y 1982).

PGTES: Para cada estado termodinámico (de equilibrio), la entropía del estado se determina mediante una función que depende de la energía, el volumen y los números molares. O, en forma resumida: $S = f(U, V, N_i)$.

Como en el caso de MC, también en TES este principio-guía esquemático se va especificando de diferentes maneras, mediante la función f para diferentes tipos de sistemas termodinámicos, dando lugar a una red teórica en la que las diferentes ramas determinan las diferentes dependencias funcionales para diferentes fenómenos termodinámicos. La estructura aproximada de esta red teórica es la siguiente:

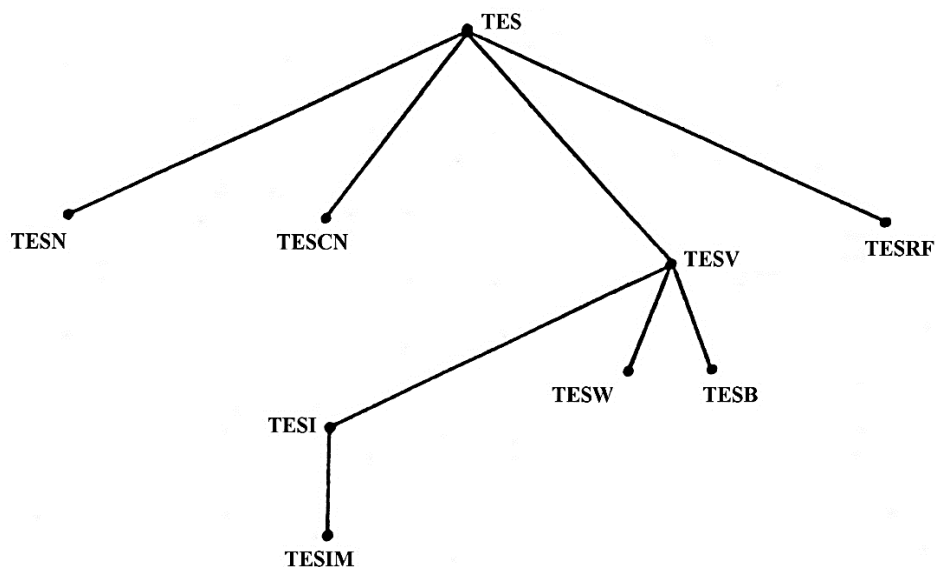


Figura 2.

Aquí, TES es el elemento teórico general más básico de la red, que se especializa en cuatro ramas: sistemas de Nernst, sistemas de cuerpo negro, sistemas viriales, sistemas de fase; y la rama de los sistemas viriales se especializa a su vez en sistemas de gases ideales, sistemas de van der Waals, etc. También aquí, comprometerse a tratar un fenómeno dentro de TES es comprometerse a dar con la función que combine *de cierto modo específico* los diversos parámetros de modo tal que se aplique al fenómeno en cuestión de modo exitoso.

Otra teoría altamente unificada, esta vez en el ámbito de la biología, es la teoría de la selección natural (SN). Como es conocido, SN intenta explicar ciertos tipos de cambios o estabilizaciones en la distribución de rasgos en una población, apelando a una función o conducta biológica que el rasgo realiza en cierto ambiente, función que hace que en ese ambiente los individuos que la realizan tengan mayor éxito reproductivo diferencial. Se trata también de una teoría altamente diversificada y unificada, con aplicaciones muy diferentes unificadas por un principio adaptativo muy general. De hecho, esta presentación que acabamos de hacer de la teoría se parece ya mucho a su principio-guía tal como aparece en algunas reconstrucciones estructuralistas (cfr. GINNOBILI, 2010 y DÍEZ y LORENZANO, 2013, p. 215):

PGSN: El rasgo fenotípico (heredable) t aumenta sus posibilidades de propagarse en el ambiente/las condiciones E si facilita la realización de la función/conducta B que mejora su éxito reproductivo diferencial.

O en su versión más programática: Cuando veas que se expande y estabiliza (del modo que crees que es el propio que estudia tu teoría) un rasgo en una población, busca una función que, en ese ambiente, se realiza mejor con ese rasgo y que sea beneficiosa para la reproducción diferencial. Este principio se especializa para diferentes tipos de adaptación en diferentes direcciones. Adaptación con mejora de reproducción diferencial por supervivencia, en la que el rasgo mejora la realización de una función de supervivencia de una manera específica: mejorando la obtención de nutrientes, o la defensa ante predadores (mediante huida, mediante camuflaje, ...), etc. O adaptación con incremento de reproducción diferencial en la que el rasgo mejora el apareamiento, ya sea por mejorar la atracción sexual, o la competencia con rivales sexuales, etc. Y así sucesivamente en las diversas ramas que especializan PGSN, dando lugar a una red teórica aproximadamente como la siguiente:

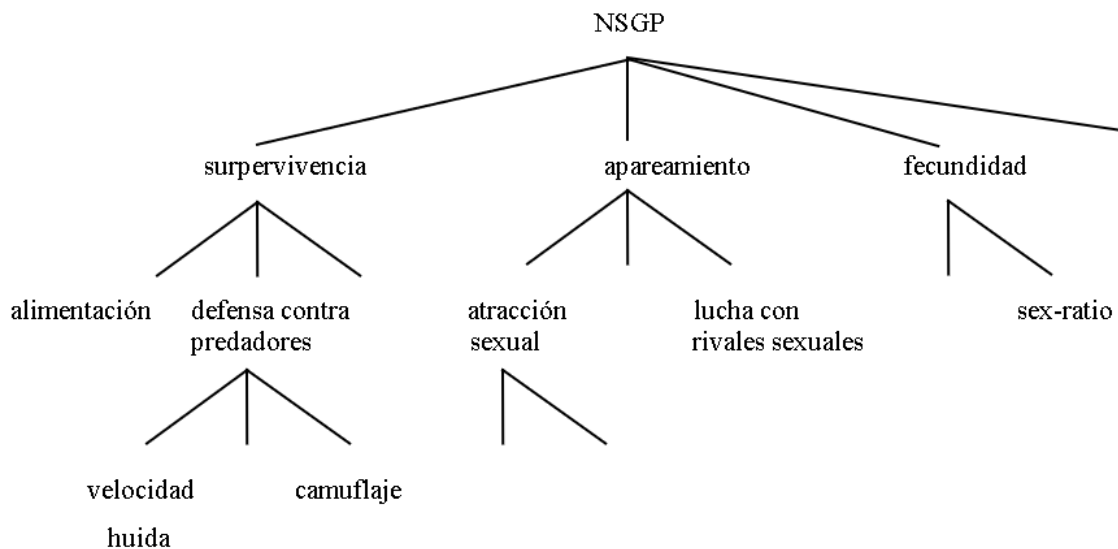


Figura 3.

Es importante señalar que SN no es “la” teoría sobre la estabilización de rasgos, pues hay otros mecanismos que explican dicha estabilización en otros casos, como la deriva génica, o la transmisión horizontal. SN es la teoría de la estabilización de rasgos *mediante adaptación* (mutación+reproducción+selección). Al igual que MC no se ocupa de explicar “toda trayectoria” (p.e. la de la luz no) SN tampoco trata de explicar *cualquier* fenómeno de estabilización o cambio de rasgos en poblaciones. Análogamente a como sucede en MC, la intención de tratar cierto fenómeno como siendo de *este* tipo (adaptativo) consiste en el

intento de dar cuenta del mismo en términos similares a como se han explicado otros fenómenos anteriores considerados (quizás sólo implícitamente) similares y explicados exitosamente mediante alguna especialización de PGSN. Por ejemplo, la estabilización del rasgo “carecer de cola” en una población de canes por efecto de la talla de la cola al nacer, no forma parte del dominio de aplicaciones intencionales de NS, los científicos no van a intentar explicarlo buscando una especialización de PGSN que dé cuenta de este fenómeno (que, tal como se ha descrito, *no* es un caso de selección artificial).

SN no es la única teoría biológica guiada por un principio-guía, la Genética Clásica mendeliana (GC), por ejemplo, también lo es (cfr. LORENZANO, 1995 y 2000 y CASANUEVA, 2003). GC explica las similitudes estadísticas de rasgos entre progenitores y progenie postulando la presencia en ambos de unos “factores” (genes) que se transmiten de los primeros a los segundos en la reproducción de cierta manera específica en cada caso, y que son los responsables o causantes de los rasgos manifiestos (fenotipos). El principio-guía de la GC versa, aproximadamente, como sigue (para una formulación más precisa de la versión aquí simplificada, véase p.e. LORENZANO, 2000):

PGGC: Los rasgos estadísticamente comunes entre progenitores y descendientes se deben a la presencia en los progenitores de ciertos factores que transmiten a su descendencia de diferentes maneras específicas, y que determinan los rasgos manifiestos de modo que las distribuciones de factores “concuerdan” (de cierta forma específica) con las distribuciones de rasgos.

O en su versión programática: Ante una distribución estadística concreta de rasgos comunes entre padres y progenie, busca factores en los padres responsables de esos rasgos que se transmitan a la descendencia de forma específica de modo que la distribución de factores y de rasgos satisfaga cierta correspondencia. Como en los casos anteriores, este principio-guía se especializa de formas diferentes, en este caso especificando la cantidad de factores involucrados, las diferentes formas probabilistas de transmisión de rasgos/genes y el modo en que se relacionan con los rasgos (dominancia o no...), generando una red teórica con una forma como la siguiente (omitimos los detalles de cada especialización por mor de la simplicidad):

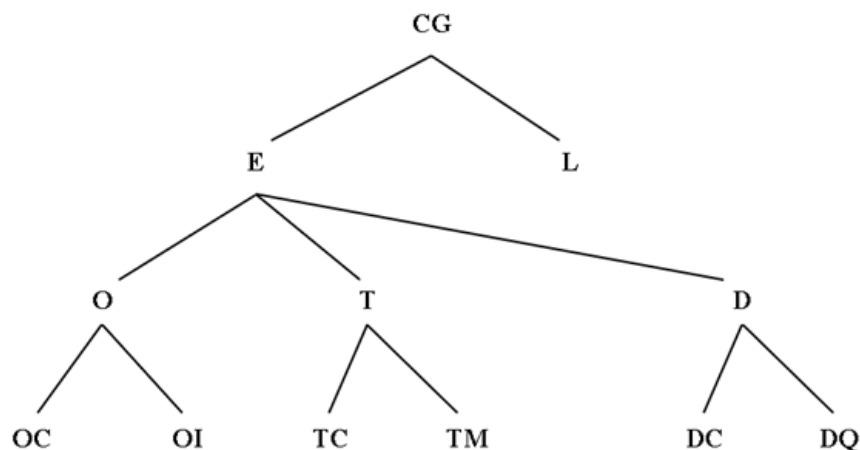


Figura 4.

El primer nivel de especialización se da entre cruces en el que las combinaciones de factores son equiprobables (*E*) en los que no (*L*, “linkage”), especializándose subsiguientemente según el número de factores, dominancia, etc. (cfr. LORENZANO, 2000 para los detalles).

El último caso que mencionaremos corresponde a la física contemporánea, para mostrar que en ciencia básica estas características de las teorías unificadas no se limitan a casos históricos de la física clásica, sino que se aplican también a las teorías contemporáneas, como la Mecánica Cuántica (MQ). Aunque los análisis estructuralistas de MQ (SNEED, 2011, LASTIRI, 2012) no han especificado con tanto detalle el principio-guía y la red teórica asociada con el detalle que hemos visto en las anteriores, contienen los elementos suficientes para apuntar, siquiera de modo tentativo, una estructura similar de red teórica guiada por un principio-guía, en este caso la ecuación de Schrödinger

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi = \hat{H} \Psi$$

que relaciona la evolución de la función de onda de un sistema con un hamiltoniano, cuya forma específica varía de sistema a sistema, adquiriendo por ejemplo para un electrón aislado no sometido a campo magnético, la forma

$$i\hbar \frac{\partial}{\partial t} \Psi(\mathbf{r}, t) = \left[\frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 + V(\mathbf{r}, t) \right] \Psi(\mathbf{r}, t)$$

Diferentes hamiltonianos para diferentes sistemas generan una red teórica, una de cuyas ramas tendría en su nodo terminal el caso del electrón libre.

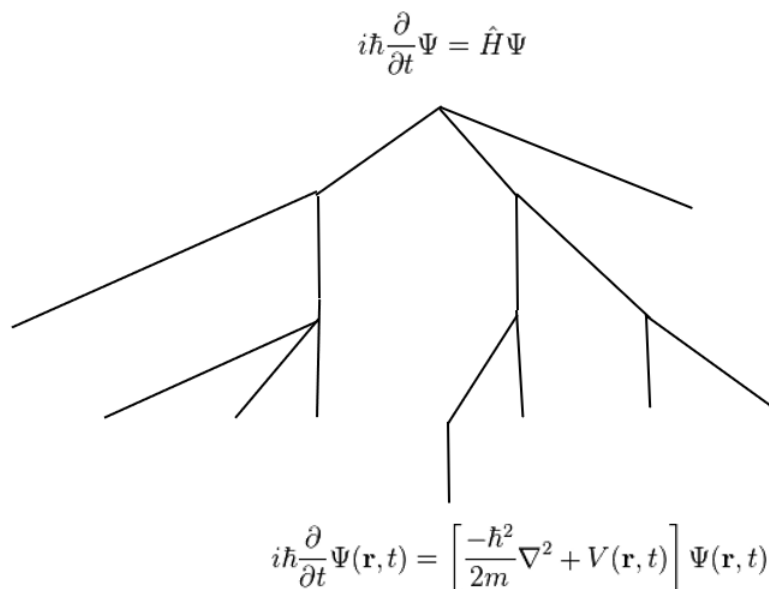


Figura 5.

Estos son algunos ejemplos de teorías unificadas bajo el marco de un principio-guía común cuyas especificaciones operan al modo de leyes especiales en las diversas explicaciones. Pero esta estructura no se limita a teorías de la física o la microbiología, estructuras semejantes guiadas por principios guía se han identificado y reconstruido en astronomía (CARMAN, 2010), microbiología (ALLEVA; DÍEZ y FEDERICO, 2017a y 2017b), bioquímica (FEDERICO y LORENZANO, 2010), y también en ciencias sociales como la lingüística (PERIS, 1994) o la economía (PEARCE y TUUAI, 1981). Es importante destacar que los principios-guía no tienen por qué estar explícitamente formulados en las exposiciones usuales de la teoría. Algunas veces así es, como el Segundo Principio de Newton. Otras veces aparece sólo en algunas presentaciones, como la ecuación $S = S(U, V, N_i)$ en algunos textos de termodinámica. Pero otras veces está sólo implícito en la práctica de las explicaciones concretas, como sucede en la teoría de la selección natural o la genética clásica (en tales casos, la tarea del filósofo reconstructor consiste en desentrañar y hacer explícito de manera plausible y consistente lo que en los manuales de la disciplina en cuestión sólo está implícito).

2 Aplicaciones

En nuestra opinión, la noción de principio-guía, y la noción asociada de red teórica, no sólo son útiles para conocer mejor la estructura interna de las teorías unificadas. Nuestra tesis es que estas nociones son también muy fructíferas para abordar algunos problemas centrales en filosofía general y especial de la ciencia, así como para entender algunos importantes debates en la historia de la filosofía de la ciencia. Veamos brevemente un ejemplo de cada uno de estos ámbitos.

2.1 Filosofía general de la ciencia: El contenido de los conceptos teóricos

Uno de los problemas más venerables de la filosofía general de la ciencia es el del contenido de los conceptos teóricos, o equivalentemente el significado de los términos teóricos, y en especial el de los conceptos de teorías empíricas que refieren a inobservables, como *fuerza*, *quark*, *campo*, *afinidad química*, *adaptación selectiva*, *creencia*, *clase social* o *utilidad*. Las principales propuestas sobre el contenido de estos conceptos coinciden en atribuir dos componentes a dicho contenido: uno constituido por las relaciones entre el concepto en cuestión y otros conceptos de la misma u otras teorías a través de leyes que los relacionan, al que podemos llamar *componente formal* (y que también es característico de los conceptos de las teorías formales); y otro (exclusivo de las teorías empíricas) constituido por las relaciones entre el concepto y las situaciones empíricas/observables a que se pretende aplicar, el *componente empírico*. Las diversas propuestas, sin embargo, discrepan en la elucidación particular que hacen de estos componentes, y especialmente del segundo. Para la Concepción Heredada (cfr. p.e. CARNAP, 1966), el contenido viene determinado por la combinación de los *axiomas teóricos*, que conectan términos teóricos (que se asumen como no observacionales), y las *reglas de correspondencia*, que conectan algunos términos teóricos con algunos términos observacionales. Para Kuhn (cfr. 1970), el primer componente lo fijan lo que él denomina *generalizaciones simbólicas*, y el segundo la aplicación de éstas a los *ejemplares*, sistemas empíricos a los que se pretenden aplicar. Para los operacionalistas, como Bridgman (1951), el componente formal viene dado por las *operaciones de lápiz y papel*, y el componente empírico por las *operaciones de observación o experimentación*.

Si atendemos al componente formal, la parte del significado de los términos teóricos constituida por sus conexiones legales con otros términos, la pregunta inmediata es: de todas

las conexiones legales en las que interviene un término, ¿cuáles son las constitutivas del concepto expresado?, ¿qué leyes son constitutivas del significado/contenido? Para David Lewis (1970) la respuesta es simple, a saber, todas las leyes en las que el término interviene en cierto momento. Esta es una posición en nuestra opinión insatisfactoria porque multiplica de manera inaceptable las instancias de determinación de los conceptos teóricos. A lo largo de la vida de una misma teoría, el sistema de sus leyes puede cambiar, ya sea porque en algunas leyes se modifican algunas de sus constantes o parámetros, ya porque unas son sustituidas por otras, ya porque, como mencionamos, simplemente se introducen algunas leyes nuevas para dar cuenta de fenómenos nuevos. Si aceptáramos la posición de Lewis, ello implicaría que los mismos términos teóricos de una teoría cambiarían su contenido a lo largo de la vida de la teoría, expresando en diferentes momentos diferentes conceptos con cada cambio en las leyes, por mínimo que sea.

Quizás haya un sentido de “concepto teórico” muy finamente individualizado para el cual es plausible afirmar que el concepto va cambiando a lo largo de la vida de una misma teoría ante los más mínimos cambios en su sistema de leyes. Pero, sea de ese sentido lo que sea, la tradición metateórica, cuando se pregunta p.e. cómo individualizar el concepto clásico de masa y en qué se distingue del concepto relativista, se refiere a un sentido mucho menos finamente individualizado, uno que se mantiene constante a lo largo de la vida de la teoría. Queremos apresar un sentido de concepto teórico según el cual, p.e., el concepto de masa sea el mismo desde, digamos, Newton hasta Laplace (dejando al margen problemas de vaguedad sobre cuándo empieza y cuándo acaba una teoría, que siempre hay), y para ello es claro que los conceptos teóricos à-la-Lewis no sirven. De forma que la pregunta se mantiene: ¿qué leyes son las constitutivas de (la parte formal de) un concepto teórico que mantiene su identidad a lo largo de toda la teoría?

Peacocke (1999) arroja dudas de que esta pregunta tenga respuesta viable, de que sea posible individualizar los conceptos teóricos por su rol conceptual en el sistema de leyes en que se integran: si el componente legal es suficientemente específico, no podemos apresar el mismo a lo largo de toda la teoría; pero si no es suficientemente específico, difícilmente pueda individuar un concepto. En relación con ello, hay que recordar, en primer lugar, que hay que recordar que el componente legal es sólo uno de los componentes del contenido de los conceptos teóricos, y que la contribución del otro componente, el empírico/aplicativo, puede ayudar a resolver algunas de las inespecificidades legales que señala Peacocke;

admitimos, sin embargo, que es posible que a veces el complemento empírico no sea suficiente para ello.

La noción de red teórica guiada por un principio-guía puede ser útil para afrontar esta dificultad (para una exposición detallada, véase DÍEZ, 2002). El problema de la inespecificidad del componente legal formal del contenido de los conceptos teóricos surge al considerar todas las leyes a un mismo nivel de relevancia, pero esta es precisamente la imagen que rompe la idea de red teórica jerarquizada. Para ser claros, el problema no tiene una solución general: para cada teoría concreta, el problema de cuáles de sus leyes son constitutivas de sus conceptos sólo se puede resolver mediante un trabajo de campo sociolingüístico-analítico sobre los textos y la comunidad de usuarios de la teoría en cuestión. Es plausible defender que al menos los principios-guía son constitutivos del significado de los términos teóricos, pero eso no puede ser una solución general al problema a menos que los principios-guía sean los únicos principios nómicos constitutivos de los conceptos teóricos; ahora bien, hay razones para pensar que eso no es el caso. Pensemos por ejemplo en la Mecánica Clásica y su concepto clásico de masa. El Segundo Principio de Newton, principio guía de MC, y que incluye implícitamente la constancia de la masa, es sin duda constitutivo de ese concepto clásico de masa. A quien diga que su concepto de masa no satisface la Segunda Ley se le puede responder con razón que ha cambiado de juego de lenguaje, que está usando un concepto diferente del usado por Newton y Laplace. Pero el concepto clásico de masa incluye seguramente otras constricciones nómicas, por ejemplo, alguna relacionada con las fuerzas gravitatorias. Quien diga que está usando el concepto clásico de masa pero que las masas no se atraen, será recibido seguramente por sus colegas como quien rechaza el Segundo Principio. Nótese que ello no quiere decir que la ley de gravedad sea constitutiva del concepto de masa en todos los detalles de esa ley. Seguramente se puede proponer modificar p.e. ligeramente el exponente de las distancias que aparece en la fórmula usual de la ley de gravitación (tal como propuso Clairaut a mediados del siglo XVIII para dar cuenta de la órbita de la Luna) sin ser acusado de usar otro concepto. Y de manera análoga a Clairaut, a fines del siglo XIX varios físicos (Holzmüller, Liman, Levi, Hall) propusieron multiplicar Gm_1m_2/d^2 por cierto factor para resolver la anomalía de Mercurio, sin que la comunidad de físicos considerase que se estaba cambiando de juego de lenguaje o marco conceptual (para una historia de las propuestas sobre el perihelio de Mercurio, véase GINÉ, 2008). Así que es posible retocar ligeramente esa ley sin afectar el

concepto. Pero no parece posible rechazarla p.e. diciendo que las masas no se afectan, o modificarla sustancialmente p.e. diciendo que la interacción no es de atracción sino de repulsión, sin modificar el concepto. Si esto es así, entonces el que las masas ejerzan fuerzas, que las fuerzas sean atractivas, e incluso que la fuerza decrece con la distancia, todo ello es constitutivo del concepto clásico de masa junto con el Segundo Principio.

Parece claro que en el caso de MC el principio-guía no es la única ley constitutiva del concepto, y es una cuestión abierta si en otras teorías sucede algo semejante. A eso nos referimos al decir que la pregunta acerca de cuáles leyes sean constitutivas de los conceptos de cierta teoría, es una cuestión que sólo se puede resolver caso por caso mediante una investigación histórico-semántica. ¿Cómo contribuye pues la noción de red teórica a resolver el problema de Peacocke? No ofreciendo la misma respuesta concreta a cada caso, o una respuesta única general que sirva para todos los casos, pero sí haciendo plausible la idea de que no todas las leyes de una teoría están al mismo nivel, que (contrariamente a la visión clásica que tienen en la mente Lewis o Peacocke) podemos distinguir de modo no trivial ni *ad hoc* entre grados de esencialidad, y por tanto es posible iniciar el estudio de campo en cada caso para identificar qué constricciones legales, de entre los diferentes niveles nómicos, son constitutivas. Sin jerarquización en el sistema de leyes de una teoría es difícil ver cómo se puede siquiera iniciar la tarea de selección de los contenidos nómicos constitutivos de los conceptos teóricos de una teoría dada.

2.2 Filosofía especial de la ciencia: la presunta anomalía del adaptacionismo

La teoría de la selección natural, y el adaptacionismo en general, desde sus inicios en Darwin, ha sido objeto de controversia y fuertes críticas por muchos motivos, pero uno especialmente relevante desde una perspectiva metateórica, es su supuesto carácter “vacuo”. Por ejemplo, ya en 1898 el biólogo católico Jackson Mivart criticaba la teoría de Darwin por ser irrefutable: “el rasgo más destacado de la teoría de Darwin es que es extraordinariamente fácil de defender y difícil de refutar” (MIVART, 1898). Y desde entonces durante el siglo siguiente, fue criticada por supuesto desde el creacionismo, aduciendo que la Evolución no está probada, que no es demostrable, y que no se puede considerar una teoría científica (GISH, 1973 y 1986), pero también por biólogos no creacionistas, que la acusan de ser tautológica y no poder hacer predicciones, por lo que no se puede considerar una teoría científica (PETERS, 1976); de no poder explicar ningún rasgo estructural (JACOB, 1981);

de ser circular (GOULD, 1989); de ser su lema “la supervivencia del más fuerte” trivial (SANDIN, 1995). Y también desde la filosofía de la ciencia, prominentemente por Popper, que la acusa también de ser tautológica (1963), de no ser una teoría científica contrastable sino un programa de investigación metafísico (1972 y 1976).

El último y más destacado episodio en las críticas a la teoría de la evolución es la cruzada antiadaptacionista protagonizada por Fodor y Piattelli-Palmarini (FODOR, 2008 y FODOR y PIATTELLI-PALMARINI, 2010):

the theory of natural selection **reduces to a banal truth**: ‘If a kind of creature flourishes in a kind of situation, then there must be something about such creatures (or such situations, or both) in virtue of which it does so.’ Well, of course there must; even a creationist could agree with that. (FODOR y PIATTELLI-PALMARINI, 2010, p. 137)

Además:

If, in the ecology they occupy, birds with wings are better off than birds without them, there must be something about the birds, or about the ecology, or about the two together, in virtue of which birds with wings are better off in that ecology than birds without them. That’s just **a routine application of the principle of sufficient reason**. (FODOR y PIATTELLI-PALMARINI, 2010, p. 148)

El núcleo de su crítica es que, contrariamente a lo que ocurre en otras teorías “decentes”, en SN no hay ninguna afirmación o principio que, a la vez, (i) tenga carácter adaptativo, (ii) no sea un mero truismo, y (iii) tenga fuerza contrafáctica/explicativa. Según ellos, todas las explicaciones de la evolución de los rasgos en las especies que de hecho proporcionan los biólogos son diferentes explicaciones de historia natural local sin ninguna relación sustantiva entre ellas.

También aquí las nociones de principio-guía y red teórica ayudan a clarificar la cuestión (para una exposición y réplica detallada en estos términos a Fodor y Piattelli-Palmarini, véase DÍEZ & LORENZANO, 2013). La clave es mostrar que, aunque superficialmente parezca que diferentes explicaciones no tienen nada en común, un análisis más detenido teniendo en cuenta su estructura de red teórica, muestra que sí tienen algo relevante, adaptativo y no vacuo en común, como sucede con otras teorías altamente unificadas cuya decencia epistémica nunca se cuestiona, como la mecánica clásica²². Brevemente: el error en la crítica de Fodor y Piattelli-Palmarini no es (sólo) una mala

concepción de SN, sino (principalmente) de las teorías unificadas bajo principios-guía, incluida MC.

Es cierto que diferentes explicaciones adaptativas particulares no tienen partes de su *explanans* que sean *literalmente* idénticos. Veamos algunos ejemplos (por mor de la simplicidad reconstruimos las explicaciones como inferencias o condicionales desde el *explanans* al *explanandum*; aunque hay motivos para preferir otro tipo de reconstrucciones, nada sustantivo de lo que aquí se discute depende de ello):

Cuello Jirafa

SI

- (1) en el contexto *C* la jirafa obtiene su provisión de comida solo de los árboles más altos
- (2) el cuello largo facilita alcanzar los árboles altos
- (3) el largo del cuello es transmitido con variación al azar a la siguiente generación
- (4) las jirafas obtienen energía mediante la provisión de comida
- (5) la provisión de energía es benéfica para la reproducción diferencial

ENTONCES

- (6) la proporción de las jirafas con cuello largo aumentan en *C*

Cebra León

SI

- (1) en el contexto *C* las cebras son depredadas sólo por los leones
- (2) la velocidad de la cebra es transmitida con variación al azar a la siguiente generación
- (3) las cebras escapan de los leones corriendo
- (4) escapar de los predadores es benéfico para la reproducción diferencial

ENTONCES

- (5) la proporción de cebras rápidas aumenta en *C* en relación con las cebras lentas

Polillas Negras

SI

- (1) la mayoría de las polillas que vivían sobre troncos de árboles cerca de Sheffield a fines de los 1950s tenían alas blancas
- (2) debido a la contaminación industrial en los 1960s, los troncos de árboles cerca de Sheffield cambiaron de claro a oscuro
- (3) el color de alas es transmitido con variación al azar a la siguiente generación
- (4) las polillas escapan de los predadores por camuflaje
- (5) escapar de los predadores es benéfico para la reproducción diferencial

ENTONCES

- (6) las polillas que viven cerca de Sheffield cambiaron de alas blancas a alas oscuras en los 1960s

Ratio Sexual

SI

- (1) en el contexto *C*, el cruzamiento es por azar
- (2) en *C*, el costo por hijo = costo por hija
- (3) la reproducción de la proporción sexual es transmitida con variación al azar a lo largo de las generaciones
- (4) el beneficio de la madre provisto por hijo/hija es la contribución reproductiva promedio del hijo/hija
- (5) maximizar la energía reproductiva es benéfica para la reproducción diferencial

ENTONCES

- (6) la proporción sexual de nacimientos se aproxima a 50-50

Como puede verse, no hay, literalmente, nada en común a todos los *explanantia* de estas explicaciones, no tienen ninguna premisa en común. *Sin embargo*, analizadas estas explicaciones con mayor profundidad, todas comparten algo (que no es simplemente una premisa idéntica): Todas estas explicaciones adaptativas incluyen en el *explanans*, junto a condiciones iniciales, una especificación particular del PGSN para el *explanandum* en cuestión: En *Cuello Jirafa*, (1) y (2) especifican que en ese contexto el rasgo en cuestión (cuello largo) permite la obtención de alimento, y (3) y (4) que ello permite el desarrollo de una función (obtención de energía) que es beneficiosa para la reproducción diferencial, y por todo ello la población con cuello largo aumenta. Y análogamente en los otros casos, para

otros rasgos que facilitan funciones que benefician la reproducción diferencial, como la velocidad de las cebras y escapar de predadores, o el color de las polillas y el camuflaje ante predadores, o la ratio entre hijos e hijas y la maximización de la energía reproductiva. Este último caso es particularmente interesante, pues ligeros cambios en las premisas generan explicaciones con diferente *explanandum*, por ejemplo, si el cruzamiento en vez de ser por azar es entre hermanos, se genera una ratio sesgada en favor de las hembras, y otros cambios generan otras ratios (HAMILTON, 1967).

En los términos expuestos en la sección anterior, estos *explananda* son diferentes fenómenos que la teoría explica en diferentes ramas de la red teórica, casos de adaptación mediante diferentes rasgos que mejoran diferentes funciones beneficiosas para la reproducción diferencial, es decir, diferentes explicaciones que explotan diferentes regularidades nomológicas pero *todas adaptativas* pues todas son diferentes especializaciones del mismo principio-guía PGSN. Por tanto, contra lo que afirman Fodor y Piattelli-Palmarini, es falso que las diferentes explicaciones en SN no tengan nada en común que sea a la vez no trivial, adaptativo y con fuerza contrafáctica: todas incluyen condiciones que especializan PGSN, y PGSN es adaptativo y tiene fuerza contrafáctica que se manifiesta *a través de esas especializaciones*. La cuestión restante es: ¿es PGSN no trivial? A ellos les parece que (algo que formulan que se parece a nuestro) PGSN es un truísmo, una verdad banal. Pero no es cierto. O al menos no es más truísmo que el Segundo Principio en MC. Simplemente dice que ante un cambio de rasgos que se considere candidato a ser explicado adaptativamente, debe buscarse una función que en ese contexto se realice mejor con dicho rasgo y que sea beneficiosa para la reproducción diferencial, análogamente a como el Segundo Principio dice que ante una trayectoria que se considere candidata a ser explicada mecánicamente, deben buscarse fuerzas cuya combinación sea la responsable en el cambio de la cantidad de movimiento. Ambos principios *considerados por sí solos* son cuasi-vacuos, irrefutables por ser empíricamente irrestrictos. Y ambos se someten a contrastación a través de sus especializaciones, que son las que pueden realizar predicciones, exitosas o fallidas. Igual en SN que en MC. Por eso, contra Fodor y Piattelli-Palmarini, SN no es una teoría menos “decente” que MC. Ambas son teorías altamente unificadas guiadas por un principio-guía que aisladamente es empíricamente irrestricto pero que se expande y aplica mediante especializaciones perfectamente contrastables. Como dijimos, el error no es tanto una visión

errónea de SN cuanto de las teorías unificadas en general, incluida la nunca cuestionada MC.²

2.3 Historia de la filosofía de la ciencia: la polémica Popper-Kuhn sobre el falsacionismo y la racionalidad de la ciencia normal

Las siguientes citas muestran el grado de beligerancia, y de incompreensión, al que llegó la polémica entre Popper y Kuhn sobre el falsacionismo y la (ir)racionalidad en ciencia normal.

Afirma Kuhn:

Aunque no es un falsacionista ingenuo, Sir Karl puede, sugiero, ser legítimamente considerado como tal. (1970b, p. 14)

Y contesta Popper:

Este es un pasaje realmente asombroso. Es lo mismo que decir: ‘Aunque Popper no es un asesino, yo sugiero que puede considerársele legítimamente como tal’. (1983 [1956], p. xxxiv)

Cuando se lee el debate, no se puede evitar la sensación de que algo anda mal, de que hay un elemento no explicitado que dificulta la comprensión mutua de los puntos en discusión. Díez (2007) muestra que la noción de red teórica guiada por principio-guía, y el hecho de que estaba implícita en la noción de teoría de Kuhn, pero ausente en la de Popper, es fundamental para entender este debate y diagnosticar que, una vez clarificada la cuestión, aunque Popper tiene un punto de razón, es Kuhn quien, si bien confusamente, ofrece la imagen correcta. Aunque la polémica es aparentemente sobre la (ir) racionalidad del científico normal, la discrepancia de fondo que la suscita tiene que ver con la noción de teoría que cada parte presupone como el objeto de aceptación/rechazo del científico.

¿Qué es lo que está mal en el debate? Veamos la cita completa de Kuhn:

Sir Karl [...] escribe ‘[...] no es posible jamás presentar una refutación concluyente de una teoría [...]’.

Afirmaciones como éstas muestran un paralelismo más entre la visión de la ciencia de Sir Karl y la mía, pero la significación que les damos difícilmente puede ser más diferente. En mi concepción son fundamentales [...]. Para Sir Karl, por el contrario, constituyen una limitación esencial que amenaza la integridad de su posición básica. Habiendo bloqueado la refutación concluyente, no ha proporcionado

² Díez y Lorenzano (2015) aplican la misma estrategia para rebatir la tesis de Sober (en este caso un incuestionable defensor de SN) de que SN es peculiar en que sus modelos explicativos son a priori, en un sentido en el que los de MC y el común de las teorías empíricas no lo son.

un sustituto para ella, y la relación que emplea sigue siendo la de falsación lógica. Aunque no es un falsacionista ingenuo, Sir Karl puede, sugiero, ser legítimamente considerado como tal. (KUHN, 1970b, p. 14)

Kuhn mismo parece apercibirse de la confusión del debate:

cuando decimos las mismas cosas nuestras intenciones son a menudo muy diferentes. Aunque los trazos son los mismos, las figuras que de ellos emergen no lo son. (KUHN, 1970b, p. 3)

¿Es Kuhn injusto? A pesar de todas sus cualificaciones sobre que su falsacionismo no es ingenuo, Popper dice cosas como esta:

el ‘científico normal’, tal como Kuhn lo describe, es una persona a la que habría que compadecer. Se le ha enseñado en un espíritu dogmático: es víctima del adoctrinamiento. [...] y su actitud] un peligro para la ciencia y aun para la civilización. (POPPER, 1970, pp. 52-53)

Popper se está refiriendo al científico normal de Kuhn que, ante las anomalías de un paradigma, en vez de abandonarlo se mantiene fiel al mismo intentando reparar las anomalías manteniendo el núcleo del paradigma.

Si uno examina la polémica teniendo en cuenta la idea de teoría unificada con estructura de red teórica guiada por principio-guía, (una parte importante de) el diagnóstico es que lo que explica el ruido del debate es que no tienen en mente la misma noción de teoría, esto es, del objeto que el científico normal acepta/rechaza. Kuhn, que como es sabido entiende las teorías como paradigmas/matrices disciplinares, tiene en mente (creemos que de forma algo imprecisa) algo muy parecido a la noción de red teórica, mientras que Popper tiene en mente una estructura más monolítica, menos jerarquizada semejante a la noción estándar de teoría característica de la concepción heredada (incluyendo las hipótesis auxiliares).

La idea es que, si tenemos una visión más compleja y jerarquizada de teoría como red teórica, entonces es inmediato que las teorías tienen partes “esenciales” que no pueden ser modificadas sin que se “destruya” la teoría, y partes accidentales que pueden irse modificando al mismo tiempo que se preserva la genidentidad de la teoría en cuestión (evolución de un paradigma, en términos kuhnianos). Con esta concepción, es entonces posible distinguir un sentido estático o sincrónico de teoría y otro sentido dinámico o

diacrónico. El primero corresponde a una red teórica en un momento dado (o durante un periodo en que se mantiene la misma red); el segundo corresponde a la sucesión de redes que comparten su parte esencial, esto es a la evolución de una teoría a lo largo de su historia (una *evolución teórica* en términos estructuralistas; para un análisis detallado de esta noción, cfr. BALZER; MOULINES & SNEED, 1987/2012, cap. 5). Las redes teóricas son como los fotogramas de la película de la evolución de la teoría. Con estos conceptos podemos entonces distinguir de modo natural al menos³ dos tipos de cambios teóricos: el cambio intra-teórico (aproximadamente coincidente con la ciencia normal kuhniana) y el cambio inter-teórico (cambio revolucionario kuhniano), que podemos representar gráficamente mediante el siguiente diagrama (“*ST*” denota teorías en sentido sincrónico, esto es, redes teóricas; “*DT*” teorías en sentido diacrónico, es decir, evoluciones teóricas):

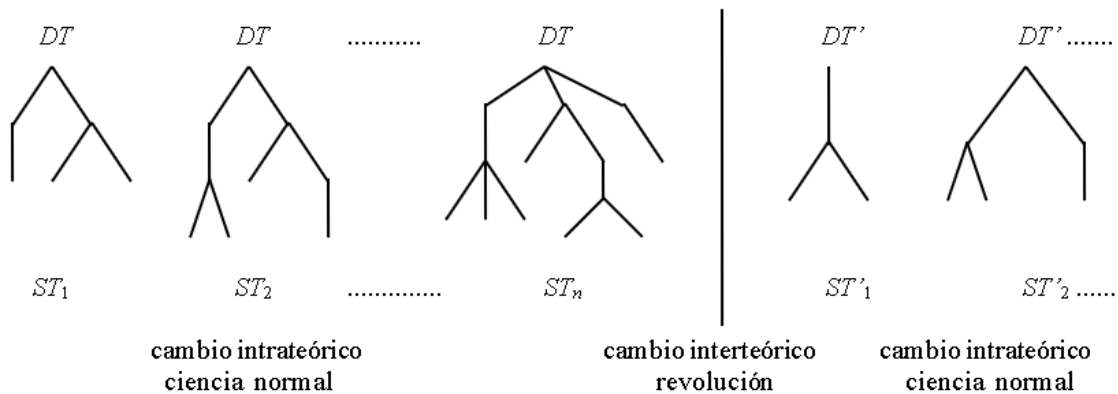


Figura 6.

Redes sucesivas conforman una misma teoría (una evolución teórica) siempre que los cambios no afecten el núcleo o parte esencial de la teoría, esto es, el principio-guía y el resto de las constricciones nómicas constitutivas de sus conceptos teóricos, ni las aplicaciones paradigmáticas (por eso, como vimos, no se podía simplemente “sacar” a Mercurio del rango de aplicaciones pretendidas de MC sin “destruir” la teoría). Cuando el cambio afecta alguno de estos componentes esenciales, entonces sobreviene una revolución teórica, la terminación de una evolución teórica y el comienzo de otra, la sustitución de una teoría-extendida-en-el-tiempo por otra.

³ Al menos, pues hay otros fenómenos diacrónicos, como la cristalización o formación inicial de una teoría. Para un análisis de los diferentes fenómenos diacrónicos, véase Moulines (2014).

Con estas distinciones en mente, podemos entonces reformular los puntos en disputa sobre el falsacionismo y la racionalidad en ciencia normal. El falsacionismo afirma aproximadamente que (FALS) “las teorías deben (por motivos lógicos) ser abandonadas cuando son refutadas, e.e. cuando hacen predicciones fallidas”. Pero, si atendemos a las consideraciones anteriores, es sencillo ver que FALS es ambiguo, pues no hay una noción de teoría sino dos, una sincrónica y otra diacrónica. Si lo desambiguamos, obtenemos dos versiones del falsacionismo: el falsacionismo sincrónico (S-FALS) y el diacrónico (D-FALS).

(S-FALS) Las S-teorías deben (por motivos lógicos) ser abandonadas cuando son refutadas/manifiestan anomalías.

(D-FALS) Las D-teorías deben (por motivos lógicos) ser abandonadas cuando son (su actual S-estado es) refutadas/manifiestan anomalías.

Así desambiguado, S-FALS es verdadero, como insiste Popper (este es su grano de verdad), y que Kuhn por cierto nunca negó: cuando un paradigma tiene anomalías, el científico normal “debe *epistémicamente* (está *epistémicamente* obligado a) hacer algo”, debe intentar modificar algo del paradigma para resolver las anomalías, intentar sustituir la actual red con anomalías por otra que resuelva las anomalías. Está *epistémicamente* obligado, aunque es cierto que mientras no encuentre solución puede *de hecho* mantener el uso del paradigma con anomalías sin que ello suponga considerarlo epistémicamente aceptable. Y Popper tiene razón: es la lógica la que nos obliga a hacer algo, a modificar la red.

En cuanto a las D-teorías, D-FALS es falso, como enfatiza Kuhn, pero Popper niega. Hemos visto que, como insiste Popper, la lógica obliga a hacer algo, a cambiar algo; sin embargo, no obliga a hacer algo en concreto, la lógica no determina si lo que hay que hacer es preservar el núcleo e intentar resolver las anomalías manteniendo la D-teoría, o intentar un cambio más radical que afecte al núcleo y por tanto suponga el abandono de esa D-teoría iniciando otra. Es cierto que también esa elección puede ser racional o no, pero no se trata de una racionalidad lógica sino procedimental. En la ilustrativa analogía de Stegmüller, podemos comparar las teorías con casas en que habitamos: abandonar la casa tras la primera gotera y empezar a construir otra nueva es irracional, es más racional intentar repararla; pero

seguir empeinado en mantener la casa cuando las goteras se multiplican, o alguna tremendamente grande sigue sin poder ser reparada, también es irracional, es más racional en ese caso salir a la intemperie y mojarse un tiempo mientras construimos otra nueva (quizás aprovechando algunos materiales de la vieja, si sirven). Por tanto, el científico normal puede ser irracional, pero *no* lo es, como sugiere la cita de Popper, porque no abandone la D-teoría ante las primeras anomalías. No pretendemos que Popper, planteadas así las cosas, lo hubiese negado, lo que defendemos es que carecía de la noción de teoría adecuada para permitirle articular su falsacionismo de manera no ingenua. Por eso Kuhn tiene razón cuando afirma que, aunque Popper no es (dice no ser) un falsacionista ingenuo, puede ser, a pesar suyo, legítimamente considerado como tal.

3 Una distinción fructífera, pero difícil de elucidar

Hemos visto la fecundidad de la distinción entre principios-guía y leyes especiales. Concluiremos con esta sección revisando los intentos de elucidarla y evaluando brevemente su viabilidad (para una discusión adicional más extensa de diversas de estas propuestas, cfr. LORENZANO, 2015).

- Son sinópticos

Según una idea presente en el estructuralismo desde sus inicios (STEGMÜLLER, 1979 y 1986, BALZER; MOULINES & SNEED, 1987/2012, MOULINES, 1991), lo característico de los principios-guía sería que involucran todos los conceptos de la teoría, como es el caso del Segundo Principio en MC que relaciona los cuatro conceptos fundamentales de la mecánica. Sin embargo, esta condición es claramente no suficiente, pues muchas leyes especiales (p.e. en MC la ley de gravitación) relacionan también todos los conceptos de la teoría. Por otro lado, no es claro que sea una condición necesaria, pues es una cuestión abierta que la teoría pueda o no introducir algunas nociones nuevas en algunas especializaciones (p.e. la noción de carga eléctrica en la especialización de MC que da cuenta de las fuerzas de Coulomb).

- Son esquemáticos o cuasi-vacíos, empíricamente irrestrictos

Hemos visto ya el sentido en que los principios-guía son esquemáticos o cuasi-vacíos (KUHN, 1970), y empíricamente irrestrictos (MOULINES, 1978). Esta condición sí

es necesaria, pero no es sin embargo suficiente pues hay leyes especiales no terminales que también dejan parámetros abiertos que las hacen igualmente esquemáticas o irrestrictas (aunque generalmente en menor medida).

- Tienen parámetros sin especificar

Esta es simplemente la otra cara de ser esquemáticos o irrestrictas, que como acabamos de ver es una condición necesaria pero no suficiente. Si nos referimos a una interpretación más fuerte según la cual los principios-guía tienen *todas* sus parámetros sin especificar, esto es, no incluyen ninguna función concreta ni ninguna constante, entonces esta interpretación no sólo no es necesaria, sino que ni siquiera es verosímil en general, pues, por ejemplo, el principio-guía de la MC contiene las funciones *concretas* masa y aceleración, y el de la MQ la constante de Planck.

- Involucran funcionales de segundo orden

Moulines (1982) explica el carácter empíricamente irrestricto de los principios-guía en los casos de la mecánica clásica y la termodinámica señalando que en estas dos teorías los principios-guía incluyen funcionales de segundo orden, es decir, cuantifican sobre funciones: Para los datos empíricos $D(d_1, \dots, d_n)$, hay m funciones de primer orden t_1, \dots, t_m y k funciones de segundo orden f_1, \dots, f_k , tales que se cumple la fórmula algebraica $\alpha(f_1, \dots, f_k, d_1, \dots, d_n, t_1, \dots, t_m)$. Pero si bien esto se aplica a estas dos teorías, no se aplica a otras teorías, especialmente a muchas cualitativas, por lo que no es una condición necesaria.

- Tienen contenido “existencial”

Un debilitamiento de la condición anterior es la que establece que los principios-guía tienen contenido existencial (aunque no necesariamente sobre funciones): para los datos $D(d_1, \dots, d_n)$, existen t_1, \dots, t_m tales que $\alpha(d_1, \dots, d_n, t_1, \dots, t_m)$. Y, como todo enunciado existencial, ello explicaría su apariencia de irrefutabilidad (admitiendo que estamos ante un universo de discurso abierto, lo cual es lo usual en teorías avanzadas). Pero, de nuevo, esta condición, si bien parece ser necesaria al tener los principios-guía la forma “siempre que sucede tal y cual cosa, existen parámetros tales

y cuáles que dan cuenta de ello”, no es sin embargo suficiente, pues hay leyes especiales (no terminales) que también tienen carácter existencial.

- Tienen carácter heurístico-programático

Hemos apuntado en la sección 1 (Principios-guía vs leyes especiales) que los principios-guía tienen carácter heurístico-programático. ¿Qué quiere decir esto exactamente? Básicamente, que se intentan aplicar a casos nuevos mediante consideraciones de similitud o parecido de familia con otros casos a los que ya se ha aplicado con éxito otra especialización del mismo principio-guía. Pero esta condición, aunque necesaria, no es suficiente, pues especializaciones no terminales, p.e. la ley para osciladores armónicos, también tienen este carácter.

- Se aplican a todas las aplicaciones pretendidas

En realidad, para ser más exactos, la condición no es que se apliquen efectivamente a todas las aplicaciones pretendidas, pues sólo se aplican efectivamente a las aplicaciones pretendidas *exitosas*, no a las fallidas (p.e. Mercurio en MC). La condición es que se *pretenden* aplicar a todas las *aplicaciones pretendidas* de la teoría. Pero, como la doble aparición del verbo “pretender” connota, se trata de una condición poco informativa. Justamente calificar un fenómeno de aplicación pretendida *consiste en* comprometerse con intentar dar cuenta del fenómeno en el marco nomológico de la teoría, subsumirlo bajo alguna especialización del principio-guía. Por eso decir que lo característico de los principios-guía es que se pretenden aplicar a las aplicaciones pretendidas, es lo mismo que afirmar que lo que los caracteriza es el hecho de que se pretenden aplicar a los fenómenos a los que se pretenden aplicar, lo cual es por supuesto necesario y suficiente, pero no es, qua elucidación, muy iluminador. Es simplemente una descripción pragmática de su uso, no una elucidación conceptual.

- Son constituyentes del contenido (nómico-formal) de los conceptos teóricos

Como ya discutimos en la sección anterior, si bien es una condición necesaria, no es suficiente pues puede haber leyes especiales que sean constitutivas de los conceptos, como (parte de) la ley de gravitación es constitutiva del concepto clásico de masa.

- La conjunción de todas las condiciones necesarias anteriores (2, 3, 5, 6, 8)

Si hay varias condiciones que son necesarias, pero no suficientes, su conjunción seguirá siendo necesaria, y quizás podrá proponerse que esta conjunción es también suficiente. Pero no es este el caso, pues el motivo por el que cada una de las condiciones tomada aisladamente no es suficiente es que algunas leyes especiales no terminales también las cumplen, y también eso es el caso para su conjunción: hay leyes especiales no terminales que son esquemáticas, dejan parámetros abiertos, tienen contenido existencial, suscitan comparaciones por similitud entre aplicaciones nuevas y otras anteriores y pueden ser constitutivas de los conceptos teóricos.

En resumen, no parece haber una condición, simple o compleja, que sea a la vez necesaria y suficiente para caracterizar la naturaleza de los principios-guía. Sin embargo, se podrá argüir, los tiempos de aspirar en la filosofía general de la ciencia a elucidaciones dadas por condiciones necesarias y suficientes han pasado, lo máximo a lo que se puede aspirar es a dar una serie de “marcas” que, sobre todo cuando se dan conjuntamente, son *síntomas* de la propiedad (aunque no lo sean sólo de ella). Quizás sea eso lo que sucede con la propiedad de ser un principio-guía, y no se pueda hacer más que señalar esas notas o marcas. Es posible que tal género de elucidación “débil” de los principios-guía sea todo a lo que podemos aspirar razonablemente, pero en cualquier caso el hecho de que los síntomas mencionados se apliquen también a leyes especiales no terminales indica, creemos, que la noción de principio-guía es especialmente elusiva, salvo por la constatación pragmática de que un principio-guía es algo que se pretende aplicar a ... todo lo que se pretende aplicar la teoría. Así, lo único realmente característico exclusivo de los principios-guía, como hemos visto, es que son constricciones nómicas que se *pretenden aplicar* a todas las *aplicaciones pretendidas*. Esto es, son leyes que son consideradas por los científicos que sostienen la teoría –*mientras* sostienen la teoría– de aplicación universal a todos los fenómenos pertinentes, es decir, están presentes en todos los *intentos de explicación* que ofrece la teoría. Esta condición heurística programática, a diferencia de las otras revisadas, no expresa rasgos formales, sintácticos, semánticos o estructurales de estos principios nomológicos, se trata de una condición pragmático-sociológica sobre la intención de su uso, y parece ser la única condición exclusiva de los principios-guías. A esto nos referíamos al afirmar que la

distinción que hemos visto, a la vez que extremadamente fructífera, es extremadamente elusiva a una elucidación conceptual sustantiva.

Conclusión

La noción de principio-guía es fundamental para comprender la naturaleza, estructura y funcionamiento explicativo de las teorías con un grado significativo de unificación, que se aplican a fenómenos diferentes pero similares en aspectos que los científicos que trabajan en la teoría tratan de desentrañar, el denominado por Kuhn *parecido de familia*. La función de los principios-guía en esta tarea es crucial, pues establecen los parámetros y el marco general explicativo que los científicos, ante fenómenos de los que pretendan dar cuenta desde esa teoría, deben (intentar) aplicar. Sin embargo, nada formal establece cuáles son esos fenómenos, qué aspectos de la naturaleza deben ser adecuadamente conceptualizados como candidatos a ser explicados en el marco de una teoría unificada. Este es un aspecto esencialmente pragmático que escapa a una completa determinación formal. Son los científicos, en su práctica guiada heurísticamente por el principio-guía de la teoría, quienes determinan qué fenómenos son posibles *explananda* de la misma, y lo hacen justamente *mediante el acto* de intentar encontrar una versión específica, una especialización, del principio-guía que logre explicar exitosamente el fenómeno en cuestión. Los principios-guía son pues esenciales para la comprensión tanto de la práctica científica general como de aspectos cruciales de teorías particulares. En este trabajo hemos ilustrado, con estudios de caso extraídos de la literatura estructuralista, la importancia de este constituyente central de las teorías unificadas, y mostrado a la vez su resistencia a una elucidación conceptual plenamente satisfactoria.

REFERENCIAS

ALLEVA, K.; DÍEZ, J. A. & L. FEDERICO, L. Models, theory structure and mechanisms in biochemistry: The case of allosterism. **Studies in History and Philosophy of Science Part C: Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, v. 63, p. 1-14, 2017a.

ALLEVA, K.; DÍEZ, J. A. & L. FEDERICO, L. Conceptual Reconstruction and Epistemic Import: Allosteric mechanistic Explanations as a Unified Theory-Net. **Crítica**, v. 49, n. 146, 5-36, 2017b.

BALZER, W.; MOULINES, C. U. & J. D. SNEED. **An architectonic for science. The structuralist program.** Dordrecht: Reidel, 1987. (Traducción castellana: **Una arquitectónica para la ciencia. El programa estructuralista.** Bernal: Universidad de Quilmes, 2012.)

BRIDGMAN, P. W. The Operational Aspect of Meaning, **Synthese**, v. 8, n. 1, p. 251-259, 1951.

CARMAN, C. C. El sistema de epiciclos y deferentes de Saturno (especialización terminal). En MARTINS, R. A. *et al.* (eds.). **Filosofia e História da Ciência no Cone Sul. Seleção de Trabalhos do 6º Encontro.** Campinas: AFHIC, 2010, pp. 164-175.

CARNAP, R. **Philosophical Foundations of Physics.** New York: Basic Books, 1966.

CASANUEVA, M. **Mendeliana.** México: Miguel Ángel Porrúa–UAM-I, 2003.

DÍEZ, J. A. A program for the individuation of scientific concepts. **Synthese**, v. 130, n. 1, p. 13-48, 2002.

DÍEZ, J. A. The Structure of Theories and the Popper-Kuhn Controversy on Normal Science. **Studies in History and Philosophy of Science, Part A**, v. 38, n. 3, p. 543-554, 2007.

DÍEZ, J. A. Scientific w-Explanation as Ampliative, Specialized Embedding: A Neo-Hempelian Account. **Erkenntnis**, v. 79, n. 8, p. 1413-1443, 2014.

DÍEZ, J.A. & P. LORENZANO. Who Got What Wrong? Sober and F&PP on Darwin: Guiding Principles and Explanatory Models in Natural Selection. **Erkenntnis**, v. 78, n. 5, p. 1143-1175, 2013.

DÍEZ, J.A. and P. LORENZANO. Are Natural Selection Explanatory Models A Priori? **Biology & Philosophy**, v. 30, n. 6, p. 787-809, 2015.

FEDERICO, L. & P. LORENZANO. Un análisis epistemológico del ‘segundo secreto de la vida’: la rama alostérica de la red de la teoría enzimática. En MARTINS, R. A. *et al.* (eds.). **Filosofia e História da Ciência no Cone Sul. Seleção de Trabalhos do 6º Encontro.** Campinas: AFHIC, 2010, pp. 330-339.

FODOR, J. Against Darwinism. **Mind and Language**, v. 23, n. 1, p. 1-24, 2008.

FODOR, J. & M. PIATTELLI-PALMARINI. **What Darwin got wrong.** London: Profile Books, 2010.

GINNOBILI, S. La teoría de la selección natural darwiniana. **Theoria**, v. 25, n. 1, p. 37-58, 2010.

GINÉ, J. On the origin of the anomalous precession of Mercury’s perihelion. **Chaos, Solitons and Fractals**, v. 38, n. X, p. 1004-1010, 2008.

GISH, D. **Have You Been... Brainwashed?** Seattle: Life Messengers, 1973.

Gish, D. **Evolution, the fossils say no!** San Diego: Institute for Creation Research Publishing, 1986.

GOULD, S. J. **Wonderful Life: The Burgess Shale and the Nature of History.** New York: Norton & Co., 1989.

HAMILTON, W. Extraordinary Sex Ratios. **Science**, v. 156, n. 28, p. 477-488, 1967.

JACOB, F. **Le jeu des possibles: Essai sur la diversité du vivant.** Paris: Fayard, 1981.

KUHN, T. S. Reflections on my critics. En LAKATOS, I. & R. MUSGRAVE (eds.). **Criticism and the growth of knowledge.** Cambridge: Cambridge University Press, 1970a, pp. 231-278.

KUHN, T. S. Logic of discovery or psychology of research? En LAKATOS, I. & R. MUSGRAVE (eds.). **Criticism and the growth of knowledge.** Cambridge: Cambridge University Press, 1970b, pp. 1-23.

KUHN, T. S. Second Thought on Paradigms. En SUPPE, F. (ed.). **The Structure of Scientific Theories.** Chicago: University of Illinois Press, 1974, pp. 459-482.

LASTIRI, M. **A Structuralist Approach to Quantum Mechanics.** Tesis doctoral. Universidad de Buenos Aires, 2012.

LEWIS, D. How to Define Theoretical Terms. En Lewis, D. **Philosophical Papers I,** Oxford: Oxford University Press, 1970, pp. 78-95.

LORENZANO, P. **Geschichte und Struktur der klassischen Genetik.** Frankfurt am Main: Peter Lang, 1995.

LORENZANO, P. Classical Genetics and the Theory-Net of Genetics. En BALZER, W.; MOULINES, C. U. & J. D. SNEED (eds.). **Structuralist Knowledge Representation: Paradigmatic Examples.** Amsterdam: Rodopi, 2000, pp. 251-284.

LORENZANO, P. Fundamental Laws and Laws of Biology. En ERNST, G. & K.-G. NIEBERGALL (eds.). **Philosophie der Wissenschaft - Wissenschaft der Philosophie. Festschrift für C. Ulises Moulines zum 60. Geburtstag.** Paderborn: Mentis-Verlag, 2006, pp. 129-155.

LORENZANO, P. Principios-guía y leyes fundamentales en la metateoría estructuralista. **Cuadernos del Sur**, v. 43-44, p. 35-74, 2015.

MIVART, G. J. **The groundwork of science.** London: John Murray, 1898.

MOULINES, C. U. A Logical Reconstruction of Simple Equilibrium Thermodynamics. **Erkenntnis**, v. 9, n. 1, p. 101-130, 1975.

MOULINES, C. U. Cuantificadores existenciales y principios-guía en las teorías físicas. **Crítica**, v. 10, n. 29, p. 59-88, 1978.

MOULINES, C. U. **Exploraciones Metacientíficas**. Madrid: Alianza, 1982.

MOULINES, C. U. **Pluralidad y recursión**. Madrid: Alianza, 1991.

MOULINES, C. U. Cuatro tipos de desarrollo teórico en las ciencias. **Metatheoria**, v. 1, n. 2, p. 11-27, 2011.

MOULINES, C. U. Intertheoretical Relations and the Dynamics of Science. **Erkenntnis**, v. 79, n. 8, p. 1505-1519, 2014.

PEACOCKE, C. **Being Known**. Oxford: Clarendon, 1999.

PEARCE, D. & M. TUAAL. A General Net Structure for Theoretical Economics. En STEGMÜLLER, W.; BALZER, W. & W. SPOHN (eds.). **Philosophy of Economics. Proceedings, Munich, July 1981**. Berlin, Heidelberg: Springer, 1981, pp. 85-102.

Peris-Viñé, L. M. Red teórica (parcial) de la gramática chomskyana del inglés. En VIDE, C. M. (ed.). **Lenguajes Naturales y Lenguajes Formales: Actas del X Congreso de Lenguajes Naturales y Lenguajes Formales**. Barcelona: PPU, 1994, pp. 517-522.

PETERS, R. Tautology in Evolution and Ecology. **The American Naturalist**, v. 110, n. 971, p. 1-12, 1976.

POPPER, K. **Conjectures and refutations**. London: Hutchinson, 1963.

POPPER, K. Normal Science and Its Dangers. En LAKATOS, I. & R. MUSGRAVE (eds.). **Criticism and the growth of knowledge**. Cambridge: Cambridge University Press, 1970, pp. 51-58

POPPER, K. **Objective knowledge**. Oxford: Oxford University Press, 1972.

POPPER, K. Darwinism as a metaphysical research program. En Popper, K. (ed.). **Unended Questions**. La Salle: Open Court., 1976, pp. 167-179.

POPPER, K. **Realism and the Aim of Science**. London: Hutchinson, 1983[1956].

SANDIN, M. N. **Lamarck y los mensajeros. La función de los virus en la evolución**. Madrid: Istmo, 1995.

SNEED, J. D. Prolegomena to a Structuralist Reconstruction of Quantum Mechanics. **Metatheoria**, v. 1, n. 2, p. 93-130, 2011.

STEGMÜLLER, W. **Theorienstrukturen und Theoriendynamik**. Heidelberg: Springer, 1973.

STEGMÜLLER, W. A Combined Approach to the Dynamics of Theories. **Theory and Decision**, v. 9, n. 1, p. 39-75, 1978.

STEGMÜLLER, W. **The Structuralist View of Theories**. Berlin, Springer, 1979.

STEGMÜLLER, W. **Erklärung–Begründung–Kausalität**. Berlin, Heidelberg, New York: Springer, 1983.

STEGMÜLLER, W. **Die Entwicklung des neuen Strukturalismus seit 1973**. Berlin, Heidelberg, Springer, 1986.