

La noción constitutiva a priori en la ciencia y las leyes (y teorías) científicas

(The Constitutive a priori in Science and the Scientific Laws (and Theories))

Pablo LORENZANO

Recibido: 21 de octubre de 2008

Aceptado: 9 de diciembre de 2008

Resumen

El objetivo del presente trabajo es contribuir a la discusión acerca de lo a priori constitutivo en la ciencia, vinculándolo con la discusión acerca de las leyes y teorías científicas, de forma tal de mostrar cómo los distintos sentidos en que puede llegar a entenderse la noción de a priori constitutivo no son incompatibles entre sí y que pueden ser precisados de un modo, si bien diferenciado, unificado.

Palabras clave: a priori constitutivo, leyes científicas, teorías científicas, concepción estructuralista, ley fundamental, genética clásica.

Abstract

The aim of the present paper is to contribute to the discussion on the constitutive a priori in science by linking it with the discussion on scientific laws and theories, in such a way to show how the different senses of the notion of constitutive a priori are not incompatible to each other and that they can be precised in a unified, though differentiated, manner.

* Este trabajo ha sido realizado con la ayuda del proyecto de investigación PICTR 2006 N° 2007 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

Quisiera agradecer a Álvaro Peláez los elaborados comentarios que hiciera a mi conferencia “¿Son a priori las leyes de la biología?”, impartida en la Universidad Autónoma Metropolitana, de México, el 16 de febrero de 2007, pues el presente artículo tienen su origen en ellos. Lamentablemente, el presente trabajo no se pudo ver beneficiado con las referencias explícitas a su libro de reciente aparición Peláez Cedrés (2008): *Lo a priori constitutivo: historia y prospectiva* (Barcelona, Anthropos).

Keywords: constitutive a priori, scientific laws, scientific theories, structuralist view, fundamental law, classical genetics.

Introducción

Tomando como punto de partida la filosofía de Kant, diversos autores desde fines del siglo XIX hasta nuestros días (tales como Helmholtz, neokantianos de la escuela de Marburgo como Cassirer, Reichenbach y Carnap o, más recientemente, Kuhn, Moulines, Friedman y Richardson) han subrayado la presencia de principios o leyes a priori en las ciencias empíricas. A su vez, gran parte de estos autores sostienen que dichos principios o leyes *a priori* no son *fijos*, dados de una vez y para siempre, *ni absolutos*, como en Kant, sino *relativizados* (al menos) a las teorías en las que figuran y, eventualmente, *dinámicos*, que cambian y se desarrollan a lo largo del tiempo, aunque sí *constitutivos*, como en este último. Sin embargo, los distintos autores difieren en la manera precisa de entender a dichos principios. Nosotros nos centraremos en lo que sigue básicamente en una de las diferencias presentes en la manera de concebir los principios o leyes a priori de la ciencia: el modo en que se considera que éstos son constitutivos. Así, se distinguirán en primer lugar diversos sentidos en que se ha entendido lo a priori constitutivo. Pero debido a que, por un lado, una de las maneras de concebir las leyes científicas es como siendo constitutivas de las teorías en las que ellas ocurren y que, por el otro, un modo especialmente provechoso de discutir las leyes científicas es haciéndolo vía el papel que juegan dentro de teorías científicas particulares, se explicitará en segundo lugar el concepto de teoría científica utilizado, a saber, el desarrollado por la metateoría estructuralista, y, en tercer lugar, se llevará a cabo una revisión del concepto de ley científica (fundamental) propuesto en el marco de dicha concepción. En cuarto lugar se pondrán en relación los distintos sentidos de lo a priori constitutivo con lo planteado en las secciones anteriores, tratando de mostrar cómo se acomodan a diversos componentes previamente identificados. Por último, se ejemplificará el análisis realizado con una teoría científica particular, la genética clásica, y su ley fundamental, la ley de concordancia.

1. La noción de a priori constitutivo

Como se decía, no todos los autores que defienden la existencia de principios o leyes a priori en la ciencia consideran que éstos sean constitutivos de lo mismo. Más aún, hay autores en los que podemos encontrar más de un sentido de constitutivo a priori, quizás con diverso énfasis en distintos momentos o lugares de su obra.

Sin embargo, creo que se podrían distinguir al menos cuatro maneras diferentes de entender lo a priori constitutivo. Éstas son: como siendo constitutivo 1) de la experiencia (idea epistémica), 2) del significado (idea semántica), 3) de las prácticas (idea pragmática o metodológica) y 4) de las teorías (idea metateórica).

La primera, que defiende Kant (1781/1787), es que las intuiciones puras (formas puras de la sensibilidad) y las categorías (formas puras) del entendimiento, son constitutivas *de la experiencia*. Determinan a priori el campo de la experiencia posible que tendría el sujeto epistémico (“trascendental”), e.e. un sujeto equipado con nuestras habilidades cognitivas.

La segunda, que no está en Kant, pero que defienden autores como Coffa (1991) y Friedman (1993, 1994, 1997, 2000, 2002, 2004), es una idea semántica de constitución. Aquí la historia es larga, pero en líneas generales, de acuerdo con Coffa, la idea es que lo que las leyes de una teoría constituyen es el *significado de todo término* que participa en ese lenguaje. Según Coffa, esta idea es todo lo que podemos mantener de la idea kantiana original, después del colapso de la idea de intuición a raíz de la revolución en geometría del siglo XIX.

La tercera, por su parte, es una idea pragmática de constitución, que se encuentra originalmente en los pragmatistas, en Kuhn (1962/1970, 1989, 1990), y que actualmente defienden autores como Richardson (2002). La idea es que lo que los principios a priori constituyen son las *prácticas científicas*.¹

La cuarta es que las leyes son constitutivas *de las teorías* a las que pertenecen. La idea de que las leyes constituyen las teorías en las que ocurren está presente en (casi) toda variante de las distintas concepciones que ha habido acerca de las teorías científicas: ya sea la concepción clásica (Carnap 1956, Popper 1935), la histórica (Kuhn 1962/1970, Lakatos 1970, Laudan 1977) o la semántica (Sneed 1971, Giere 1979, Suppe 1989, Suppes 1970, van Fraassen 1970), aunque no está claro que en todas ellas las leyes o principios sean concebidos como constitutivos *a priori*. Sin embargo, este sentido lo encontramos al menos en Kuhn (1976, 1983b) y en la concepción estructuralista de las teorías.

Aquí no nos interesa la manera particular que tiene cada autor de elaborar una u otra de las acepciones distinguidas. Lo que nos interesa, antes bien, es mostrar cómo, partiendo de una elucidación del último de los sentidos, podemos llegar a precisar las otras acepciones de un modo, si bien diferenciado, unificado y compatible entre sí.

¹ Dejaré de lado las posibles conexiones entre esta acepción particular de constitutivo a priori o la concepción general de lo a priori constitutivo con la idea *regulativa* de los principios a priori; para posiciones no necesariamente concordantes, ver, además del mismo Kant (1781/1787), Cassirer (1910), Buchdahl (1969), Friedman (1991), Richardson (1992), Massimi (2005) y Lorenzano (por aparecer), entre otros.

2. El concepto estructuralista de teoría

Para la concepción estructuralista de las teorías² –como para toda concepción semántica o modeloteórica–, una teoría empírica *no* es una *entidad lingüística*, considerando que el componente más básico para la identidad de una teoría es una *clase de modelos*, entendidos, de acuerdo con los planteos de Suppes, en el sentido de Tarski. Por otro lado, también siguiendo la propuesta de Suppes, dicha concepción acepta que el modo más sencillo y conveniente de seleccionar la clase de estructuras (modelos) que caracterizan la identidad de una teoría es por medio de un predicado conjuntista, esto es, definiendo un predicado o concepto de “segundo orden” en términos de la teoría de conjuntos. Tal definición adopta la siguiente forma general:

$x = \langle D_1, \dots, D_k, R_1, \dots, R_n \rangle$ es una *estructura del tipo tal-y-cual* *sys*

$A_1(D_1, \dots, D_k, R_1, \dots, R_n)$ y ... y $A_m(D_1, \dots, D_k, R_1, \dots, R_n)$, en donde A_1, \dots, A_m son ciertas fórmulas (axiomas) satisfechas por las entidades que se encuentran dentro de los paréntesis. Las D_i 's son conjuntos simples, los llamados *conjuntos base*, que establecen la ontología de la teoría, mientras que las R_j 's son relaciones (que usualmente son funciones) definidas sobre (algunos de) esos conjuntos.

La definición especifica los rasgos formales de las entidades que ocurren en una estructura del tipo tal-y-cual. Las estructuras de la forma $\langle D_1, \dots, D_k, R_1, \dots, R_n \rangle$ que satisfacen los axiomas A_1, \dots, A_m son los *modelos* de la teoría.

Sin embargo, y a diferencia ahora de la concepción suppesiana de las teorías, para la concepción estructuralista una teoría no debe ser identificada con una clase de estructuras, más específicamente de modelos, sino, antes bien, con una serie de clases de estructuras jerárquicamente organizadas; cada clase de estructuras son denominadas “elemento teórico” y a la serie total se la llama “red teórica”; una teoría es (usualmente) una *red jerárquica de elementos teóricos*. Veamos esto con un poco más de detalle.

El tipo más simple de estructura conjuntista que pudiera ser identificado con, o pudiera servir como reconstrucción lógica de, una teoría empírica es denominado *elemento teórico* y puede ser identificado, en una primera aproximación, con el par ordenado consistente en el núcleo \mathbf{K} y el campo de aplicaciones propuestas o intencionales \mathbf{I} : $\mathbf{T} = \langle \mathbf{K}, \mathbf{I} \rangle$. El *núcleo* \mathbf{K} , que constituye la identidad formal de una teoría, es un quintuplo ordenado $\mathbf{K} = \langle \mathbf{M}_p, \mathbf{M}, \mathbf{M}_{pp}, \mathbf{C}, \mathbf{L} \rangle$. \mathbf{M}_p simboliza la clase total

² Ver Balzer, Moulines & Sneed (1987) para una presentación completa, o Díez & Lorenzano (2002) para una presentación sucinta, de esta concepción metateórica.

de entidades que satisfacen las condiciones que caracterizan matemáticamente al aparato conceptual de la teoría (llamadas “axiomas impropios” o “caracterizaciones” y “tipificaciones”, que constituyen un subconjunto de los axiomas A_1, \dots, A_m antes mencionados) y se denominan *modelos potenciales* de la teoría; son aquellas estructuras de las cuales tiene sentido preguntarse si son modelos, pero que todavía no se sabe si efectivamente lo son. \mathbf{M} simboliza a las entidades que satisfacen la totalidad de las condiciones introducidas, es decir, que además satisfacen la(s) ley(es) fundamental(es) (o “axiomas propios”, que constituyen el complemento del subconjunto de los axiomas A_1, \dots, A_m distinguido antes), y se llaman *modelos actuales* o, sencillamente, *modelos* de la teoría. La dicotomía entre dos niveles conceptuales –el nivel de los conceptos específicos de esa teoría, y que se denominan **T-teóricos**, y el nivel de los conceptos **T-no-teóricos**, es decir, de los conceptos tomados de otras teorías– se refleja en la distinción de los conjuntos \mathbf{M}_p y \mathbf{M}_{pp} . Si al conjunto de los modelos potenciales \mathbf{M}_p se le “recortan” los términos teóricos –renunciando así a la caracterización conceptual de la “superestructura teórica”–, se obtienen los denominados *modelos parciales*, que describen, mediante conceptos no-teóricos o “empíricos” relativamente a la teoría en cuestión, los sistemas posibles a los que es concebible aplicar dicha teoría; constituyen, por así decir, la “base empírica” de la teoría –en sentido relativo–; su clase total se simboliza por \mathbf{M}_{pp} . Los modelos de la teoría no aparecen aislados entre sí, sino que están interconectados, formando una estructura global; a estas relaciones “inter-modélicas” se las denominan *condiciones de ligadura* y conectan de determinadas maneras fijas los valores que pueden tomar las funciones correspondientes de los diversos modelos; su clase total se simboliza por \mathbf{C} . Por último, y de un modo análogo, se puede decir que distintas teorías están por lo general relacionadas entre sí; la clase total de dichas relaciones interteóricas, denominadas *vínculos*, se simboliza mediante \mathbf{L} . Las típicas relaciones globales entre teorías –como la reducción, la equivalencia, la inconmensurabilidad, la especialización, la teorización, la aproximación, el refinamiento y otras sin nombres particulares– se asumen como constituidas por vínculos.

Todo elemento teórico, como ya se dijo, está dado no sólo por el núcleo \mathbf{K} sino también por el *campo de aplicaciones propuestas* (o *intencionales*) \mathbf{I} . Las aplicaciones propuestas son aquellos sistemas empíricos a los que se quieren aplicar las leyes. Esos sistemas deben ser primero concebidos en el lenguaje del elemento teórico mismo; esto significa que para que la aplicación tenga lugar, aquello que se pretende sistematizar, explicar y predecir debe ser representado primero como una estructura del tipo de los modelos parciales, o sea, una estructura que es compatible con el elemento teórico, pero que no lo presupone. $\mathbf{I} \subseteq \mathbf{M}_{pp}$ es todo lo que puede ser dicho sobre el conjunto \mathbf{I} de aplicaciones propuestas desde un punto de vista puramente estático y semántico. El campo \mathbf{I} es un conjunto *abierto*, que no puede ser definido mediante la introducción de condiciones necesarias y suficientes para

su pertenencia y cuya extensión no puede ser dada de una vez y para siempre; es, antes bien, un concepto pragmático y diacrónico.

Algunos ejemplos de teorías científicas reales pueden ser de hecho reconstruidos mediante *un* elemento teórico. Sin embargo, esto es verdadero sólo para los tipos más simples de teorías con los que uno se pueda encontrar. A menudo, teorías individuales en el sentido intuitivo deben ser consideradas como agregados de varios (a veces de un gran número de) elementos teóricos. Estos agregados son llamados *redes teóricas*. Esto refleja el hecho de que muchas teorías poseen leyes de distintos grados de generalidad dentro del mismo marco conceptual. Las leyes que *valen en todas las aplicaciones* propuestas se llaman *leyes fundamentales* (ver sección siguiente). *Leyes especiales*, en cambio, son leyes que sólo tienen *validez en algunas*, pero no en la totalidad, *de las aplicaciones propuestas*. Las leyes fundamentales poseen por sí solas muy poco contenido empírico. Ellas representan las líneas directrices generales para la obtención de leyes empíricas a través de un proceso de sucesivas restricciones del predicado conjuntista originario. Las restricciones se obtienen mediante la introducción de condiciones definitorias adicionales al predicado previamente dado. La relación entre las leyes fundamentales y las leyes especiales se denomina *especialización*. Una teoría puede ser representada gráficamente como una *red*, en la que los “nudos” son distintas especializaciones, a partir de un elemento teórico *básico*, que posee la(s) ley(es) fundamental(es) de la teoría, y sus “cuerdas”, distintas relaciones de especialización establecidas entre los distintos nudos de dicha red.

Mediante el concepto de red teórica se captura la estructura de *una teoría en un momento dado* en toda su complejidad; este concepto expresa adecuadamente la naturaleza de las teorías desde un punto de vista sincrónico o estático. Dichas redes corresponden a la estructura sincrónica de las teorías explicitada informalmente en los trabajos de Kuhn (1962/1970) y Lakatos (1970, 1971). Pero estos autores enfatizaron también, y fundamentalmente, la dimensión diacrónica de las teorías. En un sentido interesante de “teoría”, las teorías son entidades genidénticas, entidades persistentes, que se extienden en el tiempo, pasando por diferentes versiones y conservándose, a pesar de ello, “la misma”. Este fenómeno es lo que, imprecisamente, expresaban Kuhn y Lakatos mediante, respectivamente, las nociones de *ciencia normal* y *evolución de un programa de investigación*. Con ayuda del aparato visto, el estructuralismo pretende hacer algo más: precisar estas ideas. La noción estructuralista que captura la naturaleza de las teorías en toda su complejidad, incluida su dimensión diacrónica, es la de *evolución teórica*. No vamos a ver aquí en detalle esta noción, que supone la inclusión de nuevos elementos pragmáticos fundamentales, principalmente comunidades científicas y períodos históricos. La idea básica es que una evolución teórica es una determinada sucesión de redes teóricas en la que se conservan determinados elementos constantes a lo largo de toda la sucesión. Las

redes teóricas son los fotogramas, la imagen congelada de una teoría en un momento dado; las evoluciones teóricas proporcionan la película entera de la teoría, son la imagen viva de su desarrollo histórico. Esencialmente, una evolución teórica es una secuencia de redes teóricas que satisfacen dos condiciones, una para los núcleos y otra para los dominios de aplicaciones intencionales. En el nivel de los núcleos, se requiere que cada nueva red teórica en la secuencia sea tal que todos sus elementos teóricos sean especializaciones de algunos elementos teóricos de la red previa. En el nivel de las aplicaciones intencionales, se requiere que los dominios de la nueva red tengan al menos algún solapamiento parcial con los dominios de la red previa. Mediante estas dos condiciones se asegura cierto grado de continuidad dentro de una evolución teórica. Es importante apreciar que la posibilidad del análisis diacrónico depende esencialmente de la adecuación del análisis sincrónico. Las teorías como entidades persistentes resultan accesibles al análisis porque se dispone de una noción sincrónica suficientemente rica y dúctil. Es porque las teorías en tanto que redes teóricas tienen partes *esenciales* y otras *accidentales* por lo que se puede reconstruir su evolución como una secuencia de cambios accidentales conservando lo esencial. Esta es la verdad contenida en los estudios diacrónicos de Kuhn y Lakatos que el estructuralismo expresa de modo preciso, tan preciso como es posible.

3. La noción de ley científica (fundamental) en la concepción estructuralista de las teorías

“Cuando los filósofos discuten leyes de la naturaleza hablan en términos de universalidad y necesidad”, escribe uno de los más importantes representantes de la familia semanticista, a la cual pertenece la concepción estructuralista, Bas van Fraassen (1989, p. 1). Sin embargo, debido a la falta de criterios no problemáticos para las leyes de la naturaleza, van Fraassen (1989) propone que dispensemos de esa categoría. Su crítica al concepto de necesidad natural o nómica y su consecuente escepticismo respecto de la noción de ley de la naturaleza es compartido por otros autores, tales como Swartz (1995). Aceptar esto, sin embargo, no implica para ellos que no haya ecuaciones fundamentales o principios básicos de teorías que de hecho estructuran la práctica científica real; excepto que éstas, en oposición a las *leyes de la naturaleza*,³ son concebidas como *leyes científicas* (Swartz 1995) o *leyes de los modelos* (van Fraassen 1989, 1993). Tales leyes no son concebidas como regularidades empíricas que gobiernan el mundo natural que nos rodea, independientemente de si los seres inteligentes poseen o no conocimiento de esas regularidades o de

³ Ver Weinert (1995) para una discusión en torno al concepto de ley de la naturaleza.

si ha sido desarrollada una representación simbólica apropiada o no para al menos algunas de esas regularidades, sino como creaciones humanas, e.e., como regularidades del mundo natural (o, mejor aún, del *mundo modelado*) conocidas por nosotros y que han sido puestas en formas simbólicas apropiadas y han sido adoptadas en nuestro esfuerzo colectivo por explicar, predecir y controlar dicho mundo. En lo que sigue, cuando hablemos de leyes, lo continuaremos haciendo para referirnos a las leyes científicas o de la ciencia y no a las leyes naturales o de la naturaleza.

A pesar de los sucesivos y renovados esfuerzos realizados, sin embargo, todavía no disponemos de un concepto satisfactorio de ley científica, e.e. de un conjunto adecuado de condiciones necesarias y suficientes precisas como criterio para que un enunciado sea considerado una “ley”.⁴ Más aún, “[e]s probable que ningún conjunto tal de condiciones pueda ser alguna vez encontrado que apareciera como satisfactorio para todos, ya que la noción de ley es una noción fuertemente histórica, dependiente de la disciplina” (Balzer, Moulines & Sneed 1987, p. 19).

Dentro de la tradición estructuralista, cuando de manera por lo general dispersa, pero recurrente, se trata el tema de las leyes,⁵ las discusiones, aun desde sus comienzos con Sneed (1971), si bien no con esa terminología, se centran en aquellas que, a partir de Stegmüller (1973), son denominadas “leyes fundamentales” de una teoría.⁶ Y cuando se discuten los criterios para que un enunciado sea considerado como una ley fundamental de una teoría, se tiende a hablar más bien de “condiciones necesarias” (Stegmüller 1986), de “condiciones necesarias débiles”

⁴ Ver Stegmüller (1983) y Salmon (1989) para un análisis de las dificultades con las que se enfrenta la elucidación clásica del concepto de ley científica.

⁵ Ver p.e. Balzer (1979), Balzer, Moulines & Sneed (1987), Bartelborth (1988), Moulines (1978/1982, 1991), Sneed (1971), Stegmüller (1973, 1978, 1979a, 1979b, 1980, 1986).

⁶ Las expresiones “ley fundamental” y “ley especial” no se utilizan aquí en el sentido de Fodor (1974, 1991), como refiriéndose a leyes pertenecientes a distintos tipos de ciencias, fundamental o básica las primeras y especiales la segunda, sino en el sentido de la concepción estructuralista, es decir, como denotando distintos tipos de leyes de una y la misma teoría. Pero como se verá más adelante, la expresión “ley fundamental” tampoco es usada en el sentido de la elucidación clásica, como puede encontrarse en Hempel & Oppenheim (1948). Habría que mencionar, además, que lo que Stegmüller denomina en (1973) “ley fundamental de la teoría” es el llamado “predicado conjuntista fundamental”, cuya extensión es la totalidad de los modelos de la teoría, caracterizados mediante las condiciones de definición o “axiomas” en su totalidad, siendo éstos tanto los que sólo establecen el tipo lógico-matemático de los modelos a través de caracterizaciones o tipificaciones, los llamados “axiomas improprios”, como los que imponen constricciones efectivas adicionales no meramente lógicas, los denominados “axiomas propios”. El tratamiento de las leyes respecto de esta propuesta inicial se modifica posteriormente, siendo este cambio más claro luego de Balzer & Sneed (1977/1978), en donde el anti-guio núcleo estructural de Sneed (1971) y Stegmüller (1973) –uno de cuyos elementos identificadores lo constituye(n) la(s) ley(es) central(es), básica(s) o fundamental(es)– pasa a ser concebido como el núcleo teórico básico correspondiente al elemento teórico básico de una red teórica. La expresión “ley(es) fundamental(es)” pasa así a referirse al (a los) axioma(s) propio(s) del núcleo teórico del elemento teórico básico.

(Balzer, Moulines & Sneed 1987) o, mejor aún, sólo de “«síntomas», algunos incluso formalizables” (Moulines 1991), aunque “en cada caso particular de reconstrucción de una teoría dada, parece, por regla general, ser relativamente fácil concordar, en base a consideraciones informales o semiformales (por ejemplo, sobre su papel sistematizador o su carácter cuasi-vacuo), en que un determinado enunciado debe tomarse como ley fundamental de la teoría en cuestión” (Moulines 1991, p. 233).

En Stegmüller (1986), se mencionan dos criterios como condiciones necesarias para ser ley fundamental: 1) el carácter arracimado o sinóptico; y 2) que valga en todas las aplicaciones intencionales. El primero de los criterios, su carácter sinóptico, que ya había hecho aparición en la literatura estructuralista en Stegmüller (1979a, 1979b) y que es igualmente recogido en Balzer, Moulines & Sneed (1987) y en Moulines (1991), ha recibido distintas formulaciones, algunas más fuertes que otras. De acuerdo con la más fuerte de ellas, “cualquier formulación correcta de la ley debería incluir necesariamente *todos* los términos relacionales (e implícitamente también todos los conjuntos básicos) y, por tanto, en definitiva, *todos los conceptos fundamentales* que caracterizan dicha teoría” (Moulines 1991, p. 234). Planteado de este modo, sin embargo, este rasgo, como reconoce el propio Moulines (1991, pp. 233-234), no es poseído por todos los probables candidatos a leyes fundamentales –por ejemplo, por las leyes fundamentales de la mecánica relativista del continuo y de la electrodinámica, que, de acuerdo con la reconstrucción ofrecida por Bartelborth (1988) y la discusión que éste efectúa de dicho rasgo (1988, pp. 19ss., 45s., 53), “no parecen poder reformularse como leyes sinópticas de manera plausible y natural” (Moulines 1991, p. 234)–, aunque sí por una gran clase de leyes fundamentales detectadas hasta ahora, convirtiéndose así en un “[s]íntoma frecuente” (p. 235).

En las formulaciones de este criterio más débiles que la proporcionada por Moulines, no se exige que en las leyes fundamentales ocurran todos los conceptos fundamentales, sino sólo “varias de las magnitudes” (Stegmüller 1986, p. 23), “diversas funciones” (Stegmüller 1986, p. 93), “posiblemente muchos conceptos teóricos y no-teóricos” (Stegmüller 1986, p. 386), “casi todos” (Balzer, Moulines & Sneed 1987, p. 19) o “al menos dos” (Stegmüller 1986, p. 151). De este modo, pueden ser consideradas leyes fundamentales proposiciones que quedaban excluidas mediante la formulación más fuerte del criterio y que probablemente hubiera que tomar como tales, diferenciándose por otro lado de las “meras” caracterizaciones mencionadas en la nota anterior (o inclusive de posibles leyes especiales), en las que ocurren los términos de manera aislada.⁷

⁷ Está claro que la consideración que se haga de este criterio, en cualquiera de sus versiones, tiene que tomar en cuenta que éste es fuertemente dependiente del respectivo lenguaje utilizado, e.e. de la respectiva formulación de una teoría, pues sólo en relación con ella es que un término puede ser considerado primitivo, básico o fundamental.

El segundo de los criterios para que un enunciado sea considerado como una ley fundamental recogido en Stegmüller (1986) de manera explícita, pero que de algún modo u otro se encuentra presente en toda la literatura estructuralista, “es la validez en *todas* las aplicaciones intencionales” (p. 93). Este criterio permitiría discriminar las leyes fundamentales de las leyes especiales, que, aunque sinópticas, sólo son válidas en algunas, pero no en todas, las aplicaciones de la teoría.⁸ Según él, no es necesario que las leyes fundamentales de las teorías posean un alcance ilimitado, se apliquen en todo tiempo y lugar y tengan como universo de discurso algo así como una “gran aplicación”, que constituye un modelo único o “cósmico” (Stegmüller 1979b, Mosterín 1984), sino que basta que se apliquen a sistemas empíricos parciales y bien delimitados (el conjunto de aplicaciones intencionales). De hecho, sólo las leyes fundamentales de algunas teorías cosmológicas, que son aplicables al modelo cósmico, y las leyes de la “gran teoría unificada” (“*Great Unified Theory*” o GUT), en caso de existir, son universales en ese sentido. Sin embargo, esta no es la situación habitual. Las leyes de la física normalmente se aplican a sistemas físicos y bien delimitados (el conjunto de aplicaciones intencionales), y no al modelo cósmico. Y lo mismo que se afirma para la física vale para la ciencia empírica en general. Usualmente, hay una única ley fundamental “en la cúspide” de la jerarquía –que no vale en todo tiempo y lugar, sino más bien en todos los modelos de la teoría, y se supone válida en todas las aplicaciones (propuestas o intencionales) de ella– y una serie de leyes más especiales –que se aplican a un dominio más restringido– con distintos grados de “concreción”, “especificación” o “especialización”.

Como vimos antes, en Moulines (1991), junto al ya aludido carácter sinóptico, se mencionan, aunque sin desarrollar, otros dos “síntomas” de las leyes fundamentales, que también suelen figurar en distintos escritos estructuralistas: su papel sistematizador y su carácter cuasi-vacuo.

⁸ En un artículo reciente, Falguera (en prensa) propone considerar como criterio que permita “discriminar entre las leyes más básicas de una teoría cuál o cuáles son leyes fundamentales” (p. 16) uno que hace uso de “elementos [...] que han estado presentes para la literatura estructuralista (y en cierta medida para Kuhn) sin que hayan sido explicitados” (p. 15) y que vincula el carácter de ley fundamental con el *criterio pragmático* (“informal”, “global” o “fuerte”) de T-teoricidad de la concepción estructuralista. En particular, Falguera invierte la relación que se suele establecer en dicho criterio –en donde se usa la noción de ley fundamental (a través de la de presuposición de, o la existencia de al menos, una aplicación exitosa o un modelo actual de T) para identificar los términos T-teóricos–, con la intención de caracterizar la noción de ley fundamental mediante el concepto de teoricidad. De este modo, plantea que “una ley es fundamental para una teoría compleja madura (en un determinado momento) si y sólo si hay algún concepto de la teoría cuya determinación requiere siempre en última instancia que la ley en cuestión sea adecuada para al menos una aplicación” (pp. 15-16). Este criterio parece ser una variante de (o quizás un modo de precisar) el segundo de los criterios mencionados por Stegmüller, aunque, a diferencia de éste, por su forma bicondicional, suponiendo que proporciona condiciones tanto necesarias como suficientes para que una ley sea considerada fundamental.

El carácter cuasi-vacuo (empíricamente) de las leyes fundamentales se refiere al hecho de que éstas son altamente abstractas, esquemáticas, lo suficientemente vacías y con ocurrencia esencial de términos **T**-teóricos como para resistir cualquier posible refutación, pero que, sin embargo, adquieren contenido empírico específico (y la posibilidad de ser contrastadas) a través de un proceso no-deductivo conocido con el nombre de “especialización”. Dicho proceso, por medio del cual se obtienen las leyes más específicas, llamadas “especiales”⁹, a partir de una(s) pocas ley(es) fundamental(es) de una teoría, consiste en la introducción de ulteriores restricciones, constricciones o especificaciones a (algunos de los componentes de) dicha(s) ley(es), de forma tal de irse concretando progresivamente en direcciones diversas, hasta desembocar finalmente en las llamadas “especializaciones terminales”, en donde todos sus componentes se encuentran especificados.¹⁰ Este carácter cuasi-vacuo de las leyes fundamentales ha seguramente contribuido a que algunos autores hayan dudado de su naturaleza empírica y hayan propuesto considerarlas como “no-empíricas”, “analíticas”, “a priori”, “estipulaciones tautológicas”, “meras convenciones” o “meras definiciones” de al menos alguno de los términos **T**-teóricos que allí figuran. Moulines propone la denominación de “empíricamente irrestrictos” (1978/1982, p. 96) para este tipo de enunciados que, por un lado, son irrefutables o empíricamente vacuos, pero que, por otro lado, lo son en un sentido distinto a los ejemplos paradigmáticos de enunciados analíticos, tales como “Todos los solteros son no casados”. Estos enunciados son irrefutables o empíricamente vacuos, ya que su estructura es tal que, si no se consideran restricciones ulteriores, *cualquier* sistema empírico –formulado en el vocabulario no-teórico (anterior, previamente disponible o independiente) de la teoría– puede ser “extendido” o “completado” trivialmente –mediante la adición de los términos **T**-teóricos– hasta transformarse en un modelo completo (teórico) de la teoría en cuestión, satisfaciendo por tanto su(s) ley(es) fundamental(es). Son, además, distintos de los enunciados tradicionalmente considerados analíticos, pues si bien hay una relación estrecha entre los términos **T**-teóricos y las leyes fundamentales mediante los cuales son introducidos –a saber: que su extensión sólo puede ser determinada presuponiendo lógicamente la validez de dichas leyes–, éstas no “definen” en sentido estricto a los términos **T**-teóricos,

⁹ Para acentuar que, a diferencia de lo que sucede de acuerdo con el análisis clásico, la relación entre las leyes más generales –las fundamentales– y las más específicas no es de deducción, sino justamente de especialización, es que las últimas son denominadas “leyes *especiales*” en lugar de “leyes *derivadas*”.

¹⁰ En caso de que las especificaciones introducidas resulten ser las apropiadas, se dice que las aplicaciones pretendidas devienen “exitosas”. Mientras que en general es a través de las llamadas “aserciones (o afirmaciones) empíricas” asociadas a los distintos elementos teóricos que conforman una red teórica que se puede establecer una conexión entre este enfoque “semántico” o “modeloteórico” y el enfoque clásico (“enunciativo” o “sintáctico”), son las “aserciones empíricas” asociadas a las leyes especiales *terminales* las que en todo caso podrían ser sometidas al análisis tradicional de la contrastación, y de la consiguiente evaluación, de hipótesis.

ya que violan los criterios de eliminabilidad y no-creatividad que deben ser satisfechos por las definiciones (“explícitas” o “lógicas”),¹¹

Debido a este peculiar carácter de las leyes fundamentales, también se ha sugerido considerarlas como un tipo particular de enunciados “cuasi-analíticos” o “sintéticos a priori”. Como ha hecho hincapié Jaramillo (en prensa) recientemente, no es ajeno a, o novedoso dentro de, la metateoría estructuralista la presencia de ciertos tópicos kantianos y de cierta terminología proveniente de Kant. A ésta la encontramos por ejemplo en la identificación del núcleo estructural como componente “a priori relativizado temporalmente” y en la elucidación de la noción de presuposición del criterio de teoriedad de Sneed “en el sentido analítico-trascendental” llevadas a cabo por Stegmüller (1973) o, en la misma línea, en la indagación acerca del “carácter a priori” de los conceptos de espacio, tiempo y espacio-tiempo en la física contemporánea realizada por Balzer (1981) o en el señalamiento del concepto de fuerza y del segundo principio de Newton como “las condiciones de posibilidad de toda mecánica” por parte de Moulines (1978/1982). De manera más reciente, Jaramillo (en prensa) y Falguera (en prensa) también han vinculado el concepto de ley fundamental o principio-guía con la noción de a priori relativizado. El primero menciona esa noción como estando presente en algunos de los epígonos de Kant, dentro de los que se podrían mencionar a Cassirer (1910), mientras que el segundo se refiere a la noción propuesta originariamente por Reichenbach (1920), retomada y desarrollada de modo más cercano por Friedman (1993, 1994, 1997, 2000, 2002, 2004) y aun mencionada por Kuhn (1993). Este último –en una línea de pensamiento muy cercana a, y de influencia recíproca con, la de la concepción estructuralista, como se han encargado de señalar, en reiteradas ocasiones, además de los estructuralistas Sneed, Stegmüller y Moulines, el propio Kuhn (1976, 1977, 1981, 1983a,

¹¹ En ese trabajo (Moulines 1978/1982), éste intenta dar cuenta del carácter cuasi-vacuo de las leyes fundamentales y de su condición de empíricamente irrestrictas a través del análisis de su forma lógica, pudiendo ser visto como complemento del análisis del carácter sinóptico de las leyes. Basándose en los ejemplos del Segundo Principio de Newton –ley fundamental de la mecánica (newtoniana) clásica de partículas– y de la ley fundamental de la termodinámica de los sistemas simples, Moulines señala dos características que ellas comparten: (1) que haya involucrados cuantificadores existenciales y (2) que al menos uno de los términos T-teóricos que allí ocurren sea una función de funciones o “funcional” y no simplemente una función, lo cual obliga a que la cuantificación existencial sobre él (o ellos) sea de segundo orden. Las leyes fundamentales que poseen estas dos características son denominadas por Moulines “principios-guía”. Sin embargo, no toda ley fundamental es “principio-guía” en ese sentido. Hay leyes fundamentales con diferente forma lógica, así como también con términos teóricos que son funciones y no funcionales, tal como la ley de la conservación del momento, ley fundamental de la mecánica clásica del choque, al menos hasta el año 1685, en que la teoría es “incorporada” en su totalidad a la mecánica newtoniana (ver nota siguiente). Por otro lado, este análisis de los principios-guía en función de su forma lógica tiene que enfrentarse al problema de la existencia de equivalentes lógicos, e.e. de enunciados lógicamente equivalentes con las formulaciones escogidas de los principios-guía pero con forma lógica distinta, además de, obviamente, ser relativo a la lógica utilizada en general.

1989, 1990, 1992, 1993, 2000)–, identifica como uno de los componentes esenciales de los paradigmas o matrices disciplinares a las “generalizaciones simbólicas” (1962/1970, 1974a, 1979, 1981). Éstas, que constituyen los elementos formalizados o fácilmente formalizables de los paradigmas-matrices disciplinares, son más bien “esbozos de generalizaciones” (1974a), “formas esquemáticas” (1974a), “esbozos de ley” (1962/1970, 1970, 1974a, 1974b, 1983a) o “esquemas de ley” (1962/1970), que establecen las relaciones más generales entre las entidades que pueblan el campo investigado y que no son discutidas durante el largo período de tiempo de ciencia normal en que los científicos llevan a cabo investigación bajo el paradigma-matriz disciplinar, en la forma de resolución de problemas, enigmas o rompecabezas (“puzzle-solving”) estrechamente emparentados entre sí. Las soluciones concretas que resuelven exitosamente problemas planteados por el paradigma, los llamados *ejemplos compartidos* o *ejemplares*, se obtienen adaptando las generalizaciones simbólicas y obteniendo las formas simbólicas específicas que requieren los problemas particulares. Las generalizaciones simbólicas –a las que Kuhn se referirá luego con las expresiones “generalizaciones nómicas” o sencillamente “leyes” y que “según el análisis de Stegmüller [...] no son sino las *leyes fundamentales* del llamado ‘núcleo estructural’ de una teoría” (Moulines 1978/1982, p. 89)– parecen poseer características de enunciados tanto analíticos como sintéticos: analíticos en la medida en que “funcionan [...] en parte como definiciones de algunos de los símbolos que muestran” (1962/1970, p. 183) y que “ningún número de observaciones [las] podría refutar” (1962/1970, p. 78) y sintéticos en tanto que “funcionan en parte como leyes [de la naturaleza o empíricas]” (1962/1970, p. 183), que “[ninguno de] los términos que forman parte de un conjunto interrelacionado [mediante ellas] [...] está disponible independientemente para ser utilizado en una definición de otro [de ellos]” (1983b, pp. 566-567) y que “puede[n] ser contrastada[s, a través de la inserción de valores específicos]” (1983b, p. 567). Además, como ya se señaló en la sección 1, estas generalizaciones son “constitutivas” *de las teorías* a las que pertenecen (1976, p. 189) y “necesarias” *en ese contexto* (1983b, pp. 566-567; 1989, p. 22 n. 19; 1990, p. 317 n. 17), a diferencia de las formas simbólicas o leyes específicas que no son constitutivas de las teorías en las que figuran y que “son todas [...] totalmente contingentes” (1983b, p. 566). Que las generalizaciones simbólicas parezcan poseer rasgos de enunciados tanto analíticos como sintéticos, junto a su carácter constitutivo y necesario, es lo que lleva a Kuhn a caracterizarlas posteriormente como cuasi-analíticas (1974a, p. 304 n. 14; 1976, p. 198 n. 9) y finalmente como sintéticas a priori (1989, p. 22 n. 19; 1990, p. 317 n. 17). Del mismo modo podrían caracterizarse a las leyes fundamentales de la metateoría estructuralista.¹² Además,

¹² A Falguera (en prensa) le resulta insatisfactorio presentar la ley de la conservación del momento como la ley más básica o fundamental de la mecánica del choque, ya que, como se sabe, esta teoría, que en su forma primigenia fue concebida por Descartes (en su tratado póstumo *El mundo o Tratado*

en relación con la temática referida a la necesidad, podría sostenerse que la noción de ley fundamental es neutral respecto de la disputa en torno a la naturaleza de las leyes –aunque hasta donde sabemos esto no ha sido tratado en la literatura estructuralista– y, así, compatible con distintas maneras de analizar los conceptos de accidentalidad y de necesidad natural o nómica. En particular, también lo es con aquella que plantea –en la línea señalada anteriormente de restringir nuestro análisis a las leyes científicas o de la ciencia y de acuerdo con las consideraciones de Kuhn introducidas más arriba– que, por lo que concierne a la noción de *necesidad*, cuando ésta es empleada, no lo es para atribuir necesidad *natural*, sino a lo sumo –siguiendo también a van Fraassen (1977, 1989, 1993) y Swartz (1995)– *necesidad de los modelos* determinados por las leyes fundamentales. En ese sentido, las leyes fundamentales de las respectivas teorías científicas deben considerarse como *necesarias en su ámbito de aplicación*, aun cuando por fuera de dicho ámbito –que

de la luz) y cuya versión realmente correcta se la debemos a Huygens en la segunda mitad del siglo XVII, aunque gozando de “vida autónoma” anteriormente a 1685, termina siendo incorporada a la mecánica newtoniana y así el término “masa”, que hasta entonces había sido, de acuerdo con el criterio pragmático o “global” de T-teoricidad de la concepción estructuralista, *mecánico del choque*-teórico, pasa a ser *mecánico newtoniano*-teórico (para un análisis estructuralista de esta “incorporación” en términos de reducción de la mecánica del choque a la mecánica clásica de partículas, ver Balzer, Moulines & Sneed 1987, pp. 255-267). De acuerdo con Falguera, al considerar la ley de la conservación del momento como la ley fundamental de la mecánica del choque, Moulines “prácticamente da a entender que en cada red teórica arbórea que podamos delimitar, con independencia de que forme parte de una más compleja, podemos establecer una ley fundamental [...] [lo cual] [o]bviamente [...] supone una trivialización de la noción de ley fundamental que no hace parangón con los *a priori* sintéticos de Kuhn, Reichenbach y Friedman y con su rol constitutivo” (Falguera en prensa, pp. 13-14). Aquí no consideramos que esta situación represente ninguna “trivialización de la noción de ley fundamental”, sino más bien que nos recuerda su dependencia de aspectos fuertemente históricos y pragmáticos (al igual que la noción informal de T-teoricidad): la ley de la conservación del momento fue indudablemente la ley fundamental de la mecánica del choque desde su surgimiento hasta que ésta pasó a formar parte de la mecánica newtoniana, luego de lo cual podría verse, en una línea semejante con la sugerencia que realiza Moulines (1978/1982, p. 104) en relación con el principio-guía de la termodinámica de los sistemas simples respecto del principio-guía de la termodinámica reversible, como una “sub-ley fundamental” respecto del segundo principio de Newton, o bien podría continuar siendo valorada como ley fundamental, si se considera a la mecánica del choque “en sí misma”, haciendo abstracción de sus vínculos con la mecánica newtoniana (y esto incluso si se mantiene la propuesta de Falguera respecto del concepto de ley fundamental, aunque basándola en el criterio *formal*, “local” o “débil” de T-teoricidad de la concepción estructuralista, cuya intuición básica es acerca de la no-teoricidad: un término *t* es no-teórico en la teoría T si no hay un método de determinación T-admisible para ese término, e.e., si no hay modo de determinar su extensión por medio de T o usando T; conversamente, un término es T-teórico si hay *algún* método de determinación T-admisible para *t*; sobre este criterio de T-teoricidad, ver Balzer, Moulines & Sneed 1987, cap. 2, Gähde 1983, 1990 y Balzer 1985, 1986). Algo similar ocurriría con los “*a priori* sintéticos de Kuhn, Reichenbach y Friedman y con su rol constitutivo”; la clave está en recordar que no lo son ni cumplen con ese papel sin más, en un sentido absoluto, sino que son sintéticos a priori *relativizados*, y que como tales cumplen con su rol. En particular, no lo son ni cumplen con su papel de manera atemporal ni con independencia del cuerpo de conocimientos considerado.

incluye a (la conceptualización de) los procesos que dieron origen a los sistemas empíricos que lo conforman— no deba ser así.¹³

El otro de los “síntomas” mencionados por Moulines, el papel sistematizador de las leyes fundamentales, podría entenderse como estableciendo que éstas posibilitan incluir dentro de una misma teoría diversas aplicaciones a distintos sistemas empíricos, al proveer una guía y un marco conceptual para la formulación de otras leyes (las denominadas “especiales”) que, como vimos más arriba, introducen restricciones adicionales respecto de las leyes fundamentales y se aplican así a los sistemas empíricos en particular. Merced entonces al proceso de “especialización”, que estructura a las teorías de un modo fuertemente jerárquico, y a la obtención de aplicaciones “exitosas”, se consiguen integrar los distintos sistemas empíricos, “modelos” o “ejemplares” bajo una misma conceptualización, en donde la(s) ley(es) fundamental(es) ocupan un lugar central. Pero en la medida en que las leyes fundamentales, por un lado, son cuasi-vacuas, afirmando que se dan ciertas relaciones entre sus componentes, pero dejando indeterminados a dichos componentes hasta que se llevan a cabo las correspondientes especializaciones, y que, por el otro, funcionan heurísticamente como guías o reglas para la formulación de leyes especiales progresivamente más restrictivas, éstas determinan en gran medida (algunas de) las acciones que llevan a cabo los científicos durante el desarrollo de su práctica. En particular, como habíamos señalado, la especialización, pero también otras tradicionalmente reconocidas por la filosofía de la ciencia, y estrechamente vinculadas con ella, tales como la contrastación de hipótesis y la explicación.

4. Los distintos sentidos de “a priori constitutivo” y su relación con las teorías y las leyes científicas

Ahora estamos en condiciones de vincular los distintos sentidos de “a priori constitutivo” presentados en la sección 1 con las nociones de teoría y ley científicas avanzadas en las secciones 2 y 3, y, de este modo, precisarlos de una manera unificada. Como ya se adelantó, sostenemos que los distintos sentidos de constitutivo a priori no son incompatibles entre sí. Ello se debe, en particular, a que habría componentes en las teorías que son constitutivos en las cuatro acepciones distinguidas. Y esto de la siguiente manera.

¹³ Al restringir el alcance de dicha necesidad, no se plantea una oposición a Reichenbach (1920), de acuerdo con el cual Kant utilizó la expresión “a priori” en dos sentidos muy distintos: “En primer lugar, significa ‘apodícticamente válido’, ‘válido para todo tiempo’, y, en segundo lugar, ‘constitutivo del concepto de objeto [de conocimiento]’” (p. 238), para quien la gran enseñanza que se debe extraer de la teoría de la relatividad, aun cuando luego abandonara dicha posición debido fundamentalmente a la influencia de Moritz Schlick (Coffa 1991, cap. 10), es que mientras el primer significado debe ser abandonado el último debe ser retenido.

En el primero (“epistémico”), habría que diferenciar en la expresión “constitutivo de la experiencia” a su vez dos sentidos. Así, la expresión anterior podría entenderse o bien como sinónima de “constitutivo de *toda* experiencia posible [del mundo]”, e.e. como estructurando y dando forma al conocimiento empírico natural, como proporcionando el marco lingüístico o conceptual que estructura y da forma al conocimiento empírico natural, haciéndolo posible, o bien como significando “constitutivo de aquello que constituye la base empírica [de la teoría en cuestión, que contiene los principios *a priori*]”, e.e. como estructurando y dando forma a aquello que la teoría pretende explicar, interpretar, predecir, como proporcionando el marco lingüístico o conceptual que estructura y da forma a aquello que la teoría pretende explicar, interpretar, predecir. Si fuera entendida en el primero de los sentidos, esto podría relacionarse con las estructuras o sistemas llamados *modelos potenciales* (de la teoría en cuestión), y cuyo conjunto es denotado mediante “ \mathbf{M}_p ”, que establecen el marco conceptual de la teoría y que representan posibles parcelas del mundo. Sin embargo, si fuera entendida en el segundo de los sentidos, y tomando en cuenta la noción de **T**-teoricidad, que permite distinguir entre el *aparato conceptual global* de la teoría y el *aparato conceptual específico* de ella, diferencia de la cual depende la adecuada caracterización de la base “empírica” de la teoría, esto podría concebirse en términos del conjunto \mathbf{M}_{pp} de *modelos parciales*, obtenidos simplemente al “recortar” de los modelos potenciales sus componentes **T**-teóricos (que constituyen el aparato conceptual específico), mediante una *función recorte* r , en donde $\mathbf{M}_{pp} = r(\mathbf{M}_p)$, o bien, si denominamos “ y ” a las estructuras así obtenidas a partir de las estructuras del tipo x (en donde $y \in \mathbf{M}_{pp}$ y $x \in \mathbf{M}_p$), la relación que se establece entre unas y otras es de “ser una subestructura”, simbólicamente, $y \sqsubseteq x$; así, con su ayuda podemos representar aquellos sistemas empíricos que la teoría pretende sistematizar, explicar y predecir, y que constituyen la base “empírica” relativa a la teoría en cuestión.

En el segundo de los sentidos de “a priori constitutivo” presentados en la sección 1 (el “semántico”), de acuerdo con el cual las leyes de una teoría constituyen el *significado de todo término* que participa en ese lenguaje, en realidad, según el criterio (*pragmático*, “informal”, “global” o “fuerte”) de **T**-teoricidad, que establece que un término (o concepto) es **T**-teórico si es propio de **T**, si sólo tiene sentido en y por **T**, si su determinación depende *siempre* de **T**, e.e. si no se puede determinar sin presuponer la aplicabilidad de **T**, la validez de sus leyes fundamentales, es decir, si no usa o presupone modelos efectivos de **T** (que constituyen la contraparte modeloteórica de las leyes de **T** en tanto enunciados), si *todo* procedimiento para su determinación la presupone, mientras que un término (o concepto) es **T**-no-teórico, si es *anterior* a **T**, si tiene *algún* procedimiento de determinación **T**-independiente, e.e. si es posible determinarlo sin suponer la aplicación de la teoría, por más que también tenga otros **T**-dependientes, podemos afirmar, y de manera precisa, que

las leyes fundamentales de una teoría **T** son constitutivas del significado *sólo de los términos T-teóricos* y no de todos los términos que ocurren en dicha teoría, pues no lo son de los términos **T-no-teóricos**.¹⁴

En cuanto al tercer sentido de “a priori constitutivo” distinguido en la sección 1 (el “pragmático”), ya mencionamos al discutir el carácter sistematizador de las leyes fundamentales que éstas, al guiar la formulación de leyes especiales progresivamente más restrictivas hasta llegar a las leyes especiales “terminales”, que “darían cuenta” de, se “aplicarían” a, o “explicarían” aquellos sistemas “empíricos” que constituyen las aplicaciones intencionales, dan lugar a ciertas *prácticas científicas*, determinando en gran medida (algunas de) las acciones que llevan a cabo los científicos durante el desarrollo de su práctica. Una de estas prácticas en particular sería la especialización, pero, como señalamos, también otras estrechamente vinculadas con ella, tales como la contrastación de hipótesis y la explicación.¹⁵

Respecto de la cuarta de las acepciones de “a priori constitutivo” considerada en la sección 1 (la “metateórica”), quedó claro, no sólo con el señalamiento en la sección 2 de los *modelos* de la teoría como uno de sus componentes esenciales (o sea, de la contraparte modeloteórica de las leyes de la teoría en tanto enunciados), sino también con la discusión efectuada en la sección 3 en torno al concepto de ley fundamental, en especial de la tercera condición necesaria, necesaria débil o síntoma establecido, el carácter cuasi-vacuo, en qué sentido las leyes son constitutivas a priori *de las teorías* a las que pertenecen. Por otro lado, en caso de querer continuar utilizando una terminología de larga tradición en la filosofía, y siguiendo la sugerencia de Kuhn, consideramos más adecuado concebir las leyes como enunciados “sintéticos a priori”, pero con el *a priori relativizado a las teorías* para las cuales las leyes en cuestión son fundamentales, en vez de como enunciados “analíticos” o “a priori” entendido como opuesto a empírico. Además, es gracias a ellas que la experiencia para la teoría (*modelos parciales*), o sea, la experiencia que es tratada en primer lugar con aquellos conceptos que son compatibles, pero no presuponen a la teoría (**T-no-teóricos**) y luego con los conceptos específicos de la teoría (**T-teóricos**), deviniendo *modelos potenciales*, puede, eventualmente, ser incorporada a la teoría, e.e. devenir *modelos* de la teoría, pues éstos son caracterizados como aquellos modelos potenciales que satisfacen sus leyes (además de las condiciones de ligadura y los vínculos).

¹⁴ Para un tratamiento más extenso del modo en que las leyes fundamentales de una teoría **T** son constitutivas del significado (o contenido) de los conceptos **T-teóricos**, ver Díez (2002).

¹⁵ Por cierto, la investigación sistemática de las relaciones entre una filosofía de la ciencia centrada en el análisis del conocimiento científico, en especial en el expresado en las teorías científicas, y una filosofía de la ciencia centrada en el análisis de las prácticas científicas es una tarea todavía pendiente, tarea a la que esperamos poder aportar próximamente.

5. La genética clásica y su ley fundamental

Por un lado, suele haber acuerdo en que la genética clásica es una teoría acerca de la transmisión hereditaria, en la cual se sigue la herencia de diversos rasgos, caracteres o características (fenotipo) de generación en generación de individuos y se disciernen razones numéricas (frecuencias relativas) en la distribución de esas características en la descendencia (ver Fig. 1).

Gráficamente (en donde los rectángulos representan objetos y las flechas funciones):

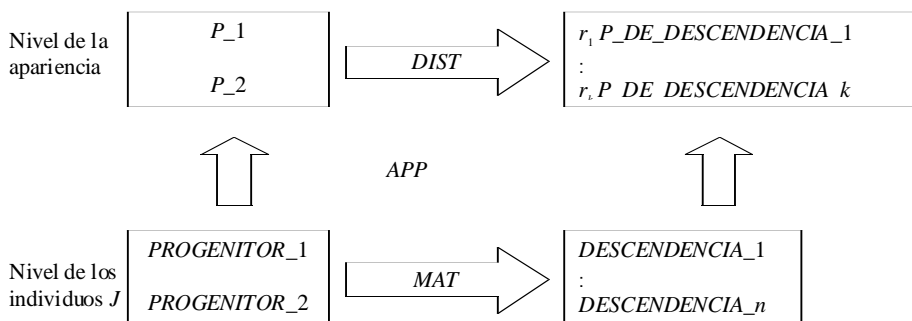


Fig. 1

Por el otro, en la literatura genética, es usual referirse a las “leyes de Mendel”, siendo la primera la “ley de la segregación” y la segunda la “ley de la transmisión independiente” (a veces, añadiéndose una tercera, la “ley de la dominancia). También es habitual que los filósofos (defiendan la existencia de leyes en biología, como Ruse 1970 y Munson 1975, o no, como Smart 1963) consideren que, en caso de existir algún enunciado en la genética clásica que pudiera ser considerada como una “ley en sentido estricto” o “ley fundamental”, éste debería ser encontrado entre las denominadas “leyes de Mendel”. Independientemente de la cuestionable atribución a Mendel de la formulación de las leyes posteriormente bautizadas con su nombre,¹⁶ no concordamos en que éste sea el caso. Ninguna de ellas, ni la ley de la segregación ni la ley de la transmisión independiente, son lo suficientemente esquemáticas y generales, de forma tal no sólo de conectar todos, o casi todos, los términos de la teoría, sino de ser aceptada por la comunidad científica respectiva, la de los genetistas, como válidas en todas las aplicaciones y como proporcionando un marco conceptual que permita formular todas las leyes especiales de la genética clásica. Estas leyes, por lo tanto, no pueden ser consideradas como leyes fundamentales de la genética. Y lo que parecería aún peor para aquellos que suponen que la genética posee al menos alguna ley fundamental, hasta ahora los genetistas no han

¹⁶ Ver Lorenzano (1995, 1997).

formulado tal ley, es decir, en la literatura de la genética ella no puede ser “observada”.¹⁷

Sin embargo, la reconstrucción de la genética clásica realizada dentro del marco de la concepción estructuralista de las teorías,¹⁸ sugiere la existencia de una ley fundamental de la genética, basándose en razones sistemáticas, haciendo explícito lo solamente implícito.

Para dar cuenta de las distribuciones, razones numéricas o frecuencias relativas discernidas de las características poseídas por los progenitores en la descendencia, en la genética clásica se postulan tipos y números apropiados de factores o genes (genotipo), la relación en que se encuentran dichos factores o genes con las características de los individuos y la manera en que se distribuyen tales factores o genes en la descendencia.

La ley fundamental de esta teoría determina el modo de “dar cuenta” de esas distribuciones, estableciendo que, dados dos progenitores –con ciertas características (fenotipo) y cierto número de genes (genotipo) y en donde se da cierta relación entre características y genes–, que se cruzan y dan lugar a la descendencia –que posee ciertas características con cierto número de genes, y en donde se da cierta relación entre características y genes–, tiene lugar cierta concordancia o coincidencia (ya sea exacta –o ideal– o aproximada)¹⁹ entre las distribuciones de las características (frecuencias relativas) y las distribuciones de genes postuladas teóricamente (probabilidades esperadas o teóricas), dadas determinadas relaciones entre genes y características (de expresión de los genes, a partir de distintos grados de dominancia o epistasia).

Esta ley, que a falta de mejor nombre denominaremos “ley de concordancia”, aunque no formulada explícitamente en la literatura genética, subyace de manera implícita a las formulaciones habituales de esta teoría, sistematizándola, dotando de sentido a la práctica de los genetistas y unificando los distintos modelos heterogéneos bajo una y la misma teoría. Dichos modelos pueden ser concebidos como estructuras del siguiente tipo $\langle J, P, G, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$ –en donde J representa el conjunto de individuos (progenitores y descendientes), P el conjunto de las características (o fenotipo), G el conjunto de los factores o genes (genotipo), APP una función que le asigna a los individuos su apariencia o fenotipo, MAT una función de cruce que le asigna a dos padres cualesquiera su descendencia, $DIST$ las frecuencias relativas de las características observadas en la descendencia, DET

¹⁷ Sobre esto acuerdan autores tales como Kitcher (1984) y Darden (1996).

¹⁸ Balzer & Dawe (1990), Balzer & Lorenzano (2000) y Lorenzano (1995, 2000, 2002a).

¹⁹ *Idealmente* exacta, en el caso en que no se consideren los rasgos de aproximación que la genética contiene al igual que prácticamente todas las teorías empíricas, o bien sólo *aproximada*, de forma tal que, de acuerdo con algún procedimiento estadístico, por ejemplo, las distancias entre los coeficientes que representan una distribución teórica y los de las frecuencias relativas no rebasen una ϵ dada.

las relaciones postuladas entre los genes y las características y *COMB* las distribuciones de probabilidad de los genes en la descendencia, que satisfacen la ley de concordancia (ver Fig. 2).

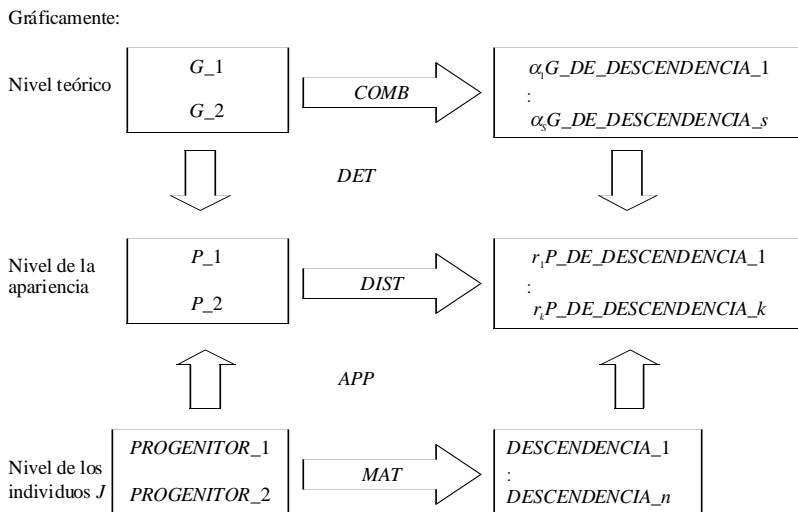


Fig. 2

Expresado de un modo más formal, ésta establece que si $x = \langle J, P, G, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$, entonces x es un modelo de la genética clásica si y sólo si para toda $i, i' \in J$ tal que *MATOR* está definida para $\langle i, i' \rangle$ y para toda $\gamma, \gamma' \in G$ tal que $DET(\gamma) = APP(i)$ y $DET(\gamma') = APP(i')$ vale que:

$$COMB(\gamma, \gamma') = DIST(DET(\gamma), DET(\gamma')).^{20}$$

Es fácil ver que en la propuesta ley de concordancia podemos identificar los elementos presentes en las leyes fundamentales señalados en la sección 3.

En primer lugar, la ley de concordancia se distingue como una ley *sinóptica*, al conectar de un modo inseparable los términos más importantes de la genética en una “gran” fórmula. Allí figuran tanto los propios o distintivos de la genética, los *genético*-teóricos –el conjunto de los factores o genes (genotipo), las distribuciones de

²⁰ La genética clásica, al igual que sucede con las demás teorías científicas, no es una entidad aislada, sino que se encuentra esencialmente vinculada con otras teorías; en particular, se halla relacionada con la teoría celular, de modo tal que los factores (o genes) se suponen en o sobre los cromosomas celulares, transmitiéndose de la generación parental a la descendencia a través de las células sexuales (o gametos). Por razones de simplicidad y limitaciones de espacio, dichos vínculos son dejados de lado en nuestro análisis, razón por la cual tampoco son incorporados los gametos como un conjunto base en las estructuras introducidas más arriba ni mencionados expresamente en la formulación de la ley de concordancia. (Para un análisis de las “conexiones entrecampos” históricamente cambiantes entre la genética y la citología, ver Darden 1991; para un intento estructuralista de análisis de dichos vínculos, ver Casanueva 1997, 1998.)

probabilidad de los genes en la descendencia y las relaciones postuladas entre los genes y las características— como los que no lo son, los *genético*-no-teóricos, más accesibles empíricamente —los individuos (progenitores y descendientes), el conjunto de las características, la asignación de características a los individuos y de descendientes a los progenitores y las frecuencias relativas de las características observadas en la descendencia—.

Por otro lado, la ley de concordancia es altamente esquemática y general, y posee tan poco contenido empírico que resulta irrefutable (carácter “cuasi-vacuo”). Pues, si la frecuencia relativa de las características se determina empíricamente y la distribución de los genes se postula hipotéticamente, chequear que los coeficientes en la distribución de características y de genes en la descendencia son (aproximadamente) iguales, *sin introducir restricciones adicionales* de ningún tipo, consiste en una tarea “de lápiz y papel” y no involucra ningún tipo de trabajo empírico. Sin embargo, como sucede con toda ley fundamental, a pesar de ser ella misma irrefutable, provee un marco conceptual dentro del cual pueden formularse leyes especiales, cada vez más específicas (y de ámbito de aplicación más limitado) hasta llegar a las “terminales”, cuyas aserciones empíricas asociadas pueden ser vistas como hipótesis particulares contrastables y, eventualmente, refutables.

Además, podríamos afirmar que esta ley fue *aceptada* implícitamente *como válida en todas las aplicaciones de la teoría* por la comunidad de genetistas, que la tuvo como trasfondo general a partir del cual llevar a cabo análisis particulares de las distintas distribuciones de características encontradas, proporcionándoles así una *guía para la investigación y el tratamiento específico* de esas diversas situaciones empíricas (carácter “sistematizador”). El rol primario de la ley de concordancia fue el de guiar el proceso de especialización, determinando los modos en que ella se debe especificar para obtener leyes especiales. De acuerdo con ella, para dar cuenta de las distribuciones de las características parentales en la descendencia, debe especificarse: a) el número de pares de genes involucrados (uno o más), b) el modo en que se relacionan los genes con las características (dominancia completa o incompleta, codominancia o epistasis), y c) la forma en que se distribuyen los genes parentales en la descendencia (con combinaciones de genes equiprobables o no). Cuando se llevan a cabo estos tres tipos de especificaciones, se obtienen leyes especiales terminales, a cuyas aserciones empíricas asociadas poder dirigir el *modus tollens*. En caso de que éstas “salgan airosas” de la contrastación, e.e. de que las especificaciones introducidas resulten ser las apropiadas, se dice que las aplicaciones pretendidas devienen “exitosas” y de este manera que los sistemas empíricos devienen “modelos” de la teoría.

En particular, las llamadas “leyes de Mendel”, en la medida en que imponen constricciones adicionales a la ley de concordancia, al añadir información específica no contenida en su formulación altamente esquemática, restringiendo así su

ámbito de aplicación (como, por ejemplo, al considerar sólo un par de factores alelos, la “primera ley de Mendel”, o considerar más de uno, la “segunda”, pero la misma probabilidad para toda combinación posible de factores parentales), pueden ser obtenidas a partir de la ley fundamental mediante especialización y deben así ser consideradas “leyes especiales” de la genética clásica, aun cuando no “especializaciones terminales”.²¹

6. Lo a priori constitutivo en la genética

Pasemos ahora a señalar muy brevemente los distintos sentidos de “a priori constitutivo” en el ejemplo presentado de la genética clásica.

En el primero de los sentidos (el “epistémico”), e.e. como “constitutivo de la *experiencia*”, si es entendido como “constitutivo de *toda* experiencia posible [del mundo]”, debería ser identificado con estructuras de tipo $x = \langle J, P, G, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$ de *modelos potenciales* \mathbf{M}_p , en donde, como ya señalamos, J representa el conjunto de individuos (progenitores y descendientes), P el conjunto de las características (o fenotipo), G el conjunto de los factores o genes (genotipo), APP una función que le asigna a los individuos su apariencia o fenotipo, MAT una función de cruce que le asigna a dos progenitores cualesquiera su descendencia, $DIST$ las frecuencias relativas de las características observadas en la descendencia, DET las relaciones postuladas entre los genes y las características y $COMB$ las distribuciones de probabilidad de los genes en la descendencia, en tanto que si es entendido como “constitutivo de aquello que constituye la base empírica [de la teoría en cuestión, que contiene los principios *a priori*]”, debería ser identificado con subestructuras de x de tipo $y = \langle J, P, APP, MAT, DIST \rangle$ de *modelos parciales* \mathbf{M}_{pp} , en donde los componentes de las estructuras de este tipo reciben la misma interpretación que antes.

En el segundo de los sentidos (el “semántico”), e.e. como “constitutivo del *significado* de los términos \mathbf{T} -teóricos”, podríamos decir que la ley fundamental de la genética clásica, la ley de concordancia, sólo es constitutiva del significado de los términos \mathbf{G} -teóricos (e.e. *genético*-teóricos), saber: el conjunto de los factores o genes (genotipo) G , las relaciones postuladas entre los genes y las características DET y las distribuciones de probabilidad de los genes en la descendencia $COMB$, y no de los demás términos, \mathbf{G} -no-teóricos.

En el tercero de los sentidos (el “pragmático”), e.e. como “constitutivo de las *prácticas científicas*”, como se señaló, la ley fundamental de la genética clásica dio

²¹ Para una formulación explícita de las diferentes especializaciones que abarcan la totalidad de la red teórica de la genética clásica, ver Lorenzano (1995).

lugar a ciertas prácticas, al guiar el proceso de especialización, determinando los modos en que ella se debe constreñir para obtener leyes especiales, cada vez más específicas (y de ámbito de aplicación más limitado), y, así también, el tratamiento específico de las diversas situaciones empíricas particulares a las cuales se pretende aplicar la teoría, tales como las que son explicadas por las llamadas “leyes de Mendel”.

En el último de los sentidos (el “metateórico”), e.e. como “constitutivo de las teorías científicas en las que ocurren”, diríamos que la ley de concordancia es un componente esencial, aunque implícito, de la genética clásica y que la satisfacción por parte de ella de todas las condiciones necesarias, necesarias débiles o síntomas justifican entonces que sea considerada la ley fundamental de la genética clásica y, así, como “sintética *a priori*”, en el sentido *relativizado y constitutivo* señalado.

Referencias bibliográficas

- BALZER, W. (1979): “Die epistemologische Rolle des zweiten Newtonschen Axioms”, *Philosophia Naturalis*, 17, pp. 131-149.
- BALZER, W. (1981): “Zum Apriori von Raum und Zeit in der heutigen Physik”, en Funke, G. (ed.), *Akten des 5. Internationalen Kant-Kongresses, Mainz 4.-8-April 1981, Teil I.2: Sektionen VIII-XIV*, Bonn, Bouvier, pp. 1063-1070.
- BALZER, W. (1985): *Theorie und Messung*, Berlin, Springer.
- BALZER, W. (1986): “Theoretical Terms: A New Perspective”, *The Journal of Philosophy*, 83, pp. 71-90.
- BALZER, W. y C.M. Dawe (1990): *Models for Genetics*, München, Institut für Philosophie, Logik und Wissenschaftstheorie.
- BALZER, W. y P. Lorenzano (2000): “The Logical Structure of Classical Genetics”, *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie*, 31, pp. 243-266.
- BALZER, W. y J. Sneed (1977/1978): “Generalized Net Structures of Empirical Theories I & II”, *Studia Logica*, 36, pp. 195-211, & 37, pp. 167-194.
- BALZER, W., Moulines, C.U. y J. Sneed (1987): *An Architectonic for Science. The Structuralist Program*, Dordrecht, Reidel.
- BALZER, W., Moulines, C.U. y J. Sneed (eds.) (2000): *Structuralist Knowledge Representation: Paradigmatic Examples*, Amsterdam, Rodopi.
- BARTELBORTH, Th. (1988): *Eine logische Rekonstruktion der klassischen Elektrodynamik*, Frankfurt am Main, Peter Lang.
- BUCHDAHL, G. (1969): *Metaphysics and the Philosophy of Science*, Oxford, Basil Blackwell.
- CARNAP, R. (1956): “The Methodological Character of Theoretical Concepts”, en Feigl, H. y M. Scriven (eds.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. I, Minneapolis, University of Minnesota Press, pp. 38-76.

- CASANUEVA, M. (1997): "Genetics and Fertilization: A Good Marriage", en Ibarra, A. y T. Mormann (eds.), *Representations of Scientific Rationality*, Amsterdam, Rodopi, pp. 321-358.
- CASANUEVA, M. (1998): *Mendeliana y anexos*, Tesis doctoral, México, Universitat Autònoma de Barcelona.
- CASSIRER, E. (1910): *Substanzbegriff und Funktionsbegriff*, Berlin, Bruno Cassirer.
- COFFA, J.A. (1991): *The Semantic Tradition from Kant to Carnap. To the Vienna Station*, Cambridge, Cambridge University Press.
- DARDEN, L. (1991): *Theory Change in Science. Strategies from Mendelian Genetics*, Oxford, Oxford University Press.
- DÍEZ, J.A. (2002): "A Program for the Individuation of Scientific Concepts", *Synthese*, 130, pp. 13-48.
- DÍEZ, J.A. y P. LORENZANO (2002): "La concepción estructuralista en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX", en Díez, J.A. y P. Lorenzano (eds.), *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*, Quilmes, Universidad Nacional de Quilmes/Universidad Autónoma de Zacatecas/Universidad Rovira i Virgili, pp. 13-78.
- FALGUERA, J.L. (en prensa): "Leyes fundamentales, a priori relativizados y géneros", en García de la Sienra, A. y P. Lorenzano (eds.), *30 años de Estructuralismo: Resultados y Perspectivas/30 Years of Structuralism: Results and Perspectives*, Xalapa, México.
- FODOR, J. (1974): "Special Sciences (or: the Disunity of Science as a Working Hypothesis)", *Synthese*, 28, pp. 97-116
- FODOR, J. (1991): "Hedged Laws and Psychological Explanations", *Mind*, 100, pp. 19-33.
- FRIEDMAN, M. (1991): "Regulative and Constitutive", *The Southern Journal of Philosophy*, 30 (Supplement), pp. 73-102.
- FRIEDMAN, M. (1993): "Remarks on the History of Science and the History of Philosophy", en Horwich, P. (ed.), *World Changes*, Cambridge, Massachusetts, The MIT Press, pp. 37-54.
- FRIEDMAN M., (1994): "Geometry, Convention, and the Relativized A Priori: Reichenbach, Schlick, and Carnap", en Salmon, W. y G. Wolters (eds.), *Logic, Language, and the Structure of Scientific Theories*, Pittsburgh and Konstanz, University of Pittsburgh Press/Universitätsverlag Konstanz, pp. 21-334.
- FRIEDMAN M. (1997): "Philosophical Naturalism", *Proceedings and Adresses of American Philosophical Association*, 71(2), pp. 7-21.
- FRIEDMAN, M. (1999): *Reconsidering Logical Positivism*, Cambridge, Cambridge University Press.
- FRIEDMAN, M. (2000): "Transcendental Philosophy and A Priori Knowledge: A Neo-Kantian Perspective", en Boghossian, P. y C. Peacocke (eds.), *New Essays on A Priori*, Oxford, Clarendon Press, pp. 367-383.

- FRIEDMAN, M. (2002): "Kant, Kuhn, and the Rationality of Science", *Philosophy of Science*, 69, pp. 171-190.
- FRIEDMAN M. (2004): "Carnap and the Evolution of the A Priori", en Awodey, S. y K. Carstein (eds.), *Carnap Brought Home. The View from Jena*, Chicago and La Salle, Illinois, Open Court, pp. 101-116.
- GÄHDE, U. (1983): *T-Theoretizität und Holimus*, Peter Lang, Frankfurt.
- GÄHDE, U. (1990): "On Innertheoretical Conditions for Theoretical Terms", *Erkenntnis*, 32, pp. 215-233.
- GIERE, R.N. (1979): *Understanding Scientific Reasoning*, New York, Holt, Reinhart and Winston.
- HEMPEL, C.G. y P. Oppenheim (1948): "Studies in the Logic of Explanation", *Philosophy of Science*, 15, pp. 135-175.
- JARAMILLO, J.M. (en prensa): "Tópicos kantianos en la concepción estructuralista", en García de la Sienra, A. y P. Lorenzano (eds.), *30 años de Estructuralismo: Resultados y Perspectivas/30 Years of Structuralism: Results and Perspectives*, Xalapa, México.
- KANT, I. (1781/1787): *Kritik der reinen Vernunft*, Darmstadt, Wissenschaftliche Buchgesellschaft, 1983.
- KITCHER, P. (1984): "1953 and All That: A Tale of Two Sciences", *The Philosophical Review*, 93, pp. 335-373.
- KUHN, T.S. (1962/1970): *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago, University of Chicago Press, 2ª ed. 1970.
- KUHN, T.S. (1974a): "Second Thoughts on Paradigms", en Suppe, F. (ed.), *The Structure of Scientific Theories*, Urbana, University of Illinois Press, pp. 459-482.
- KUHN, T.S. (1974b): "Discussion [on Second Thoughts on Paradigms, and other papers of the conference]", en Suppe, F. (ed.), *The Structure of Scientific Theories*, Urbana, University of Illinois Press, pp. 295-297, 369-370, 373, 409-412, 454-455, 500-517 passim.
- KUHN, T.S. (1976): "Theory Change as Structure-Change: Comments on the Sneed Formalism", *Erkenntnis*, 10, pp. 179-199.
- KUHN, T.S. (1977): "Preface", en *The Essential Tension. Selected Studies in Scientific Tradition and Change*, Chicago, University of Chicago Press, pp. ix-xxiii.
- KUHN, T.S. (1979): "Metaphor in Science", en Ortony, A. (ed.), *Metaphor and Thought*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 409-419.
- KUHN, T.S. (1981): "What are Scientific Revolutions?", Occasional Paper #18: Center for Cognitive Science, M.I.T.; reimpresso en Krüger, L., Daston, L.J. y M. Heidelberger (eds.), *The Probabilistic Revolution, Vol. I: Ideas in History*, Cambridge, M.I.T. Press, 1987, pp. 7-22.
- KUHN, T.S. (1983a): "Commensurability, Comparability, Communicability", en

- Asquith, P.D. y Nickles, T. (eds.), *PSA 1982*, East Lansing, Philosophy of Science Association, Vol. 2, pp. 669-688.
- KUHN, T.S. (1983b): "Rationality and Theory Choice", *Journal of Philosophy*, 80, pp. 563-570.
- KUHN, T.S. (1989): "Possible Worlds in History of Science", en Allén, S. (ed.), *Possible Worlds in Humanities, Arts, and Sciences*, Berlin, de Gruyter, pp. 9-32.
- KUHN, T.S. (1990): "Dubbing and Redubbing: the Vulnerability of Rigid Designation", en Savage, C.W. (ed.), *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, Vol. 14, Minneapolis, University of Minnesota Press, pp. 298-318.
- KUHN, T.S. (1992): "Introduction to Presidential Address", en Hull, D., Forbes, M. y K. Okruhlick (eds.), *PSA 1992*, Vol. 2, East Lansing, Philosophy of Science Association, pp. 3-5.
- KUHN, T.S. (1993): "Afterwords", en Horwich, P. (ed.), *World Changes: Thomas Kuhn and the Nature of Science*, Cambridge, MA, M.I.T. Press, pp. 311-341.
- KUHN, T.S. (2000): "A Discussion with Thomas S. Kuhn" (with Arístides Baltas, Kostas Gavroglu y Vassili Kindi), en Conant, J. y J. Haugeland (eds.), *The Road Since Structure: Philosophical Essays, 1970-1993, with An Autobiographical Interview*, Chicago, The University of Chicago Press, pp. 255-323.
- LAKATOS, I. (1970): "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programmes", en Lakatos, I. y A. Musgrave (eds.), *Criticism and the Growth of Knowledge. Proceedings of the International Colloquium in the Philosophy of Science, London, 1965*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 91-195.
- LAKATOS, I. (1971): "History of Science and Its Rational Reconstructions", en Buck, R.C. y R.S. Cohen (eds.), *PSA 1970, Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 8, Dordrecht, Reidel, pp. 174-182.
- LAUDAN, L. (1977): *Progress and Its Problems*, Berkeley, University of California Press.
- LORENZANO, P. (1995): *Geschichte und Struktur der klassischen Genetik*, Frankfurt am Main, Peter Lang.
- LORENZANO, P. (1997): "Hacia una nueva interpretación de la obra de Mendel", en Ahumada, J. y P. Morey (eds.), *Selección de trabajos de las VII Jornadas de Epistemología e Historia de la Ciencia*, Córdoba, Facultad de Filosofía y Humanidades, Universidad Nacional de Córdoba, pp. 220-231.
- LORENZANO, P. (2000): "Classical Genetics and the Theory-Net of Genetics", en Balzer, W., Moulines, C.U. y J. Sneed (eds.), *Structuralist Knowledge Representation: Paradigmatic Examples*, Amsterdam, Rodopi, pp. 251-284.
- LORENZANO, P. (2002a): "La teoría del gen y la red teórica de la genética", en Díez, J.A. y P. Lorenzano (eds.), *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*, Quilmes, Universidad Nacional de Quilmes/Universidad Autónoma de Zacatecas/Universidad Rovira i Virgili, pp. 285-330.

- LORENZANO, P. (2006b): "La emergencia de un programa de investigación en genética", en Lorenzano, P., Martins, L.A.-C.P. y A.C. Regner (eds.), *Ciências da vida: estudos filosóficos e históricos*, Campinas, Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC), pp. 333-360.
- LORENZANO, P. (por aparecer): "Racionalidad, leyes fundamentales y leyes de la biología", en Pérez Ransanz, A.R. y A. Velasco (eds.), *Nuevos enfoques sobre la racionalidad en la ciencia*, México, UNAM-Siglo XXI Editores.
- MASSIMI, M. (2005): *Pauli's Exclusion Principle*, Cambridge, Cambridge University Press.
- MOSTERÍN, J. (1984): *Conceptos y teorías en la ciencia*, Madrid, Alianza, 2ª ed. 1987.
- MOULINES, C.U. (1978/1982): "Forma y función de los principios-guía en las teorías físicas", en *Exploraciones metacientíficas*, Madrid, Alianza, pp. 88-107 (primera publicación como Moulines, C.U. (1978): "Cuantificadores Existenciales y Principios-Guía en las Teorías Físicas", *Crítica*, 10, pp. 59-88.)
- MOULINES, C.U. (1991), *Pluralidad y recursión*, Madrid, Alianza.
- MUNSON, R. (1975): "Is Biology a Provincial Science?", *Philosophy of Science*, 42, pp. 428-447.
- PELÁEZ CEDRÉS, A. (2008): *Lo a priori constitutivo: historia y prospectiva*, Barcelona, Anthropos.
- POPPER, K. (1935): *Logik der Forschung*, Wien: Julius Springer Verlag; Tübingen: J.C.B. Mohr (Paul Siebeck), 1989, 9ª ed. ampliada.
- REICHENBACH, H. (1920): *Relativitätstheorie und Erkenntnis A Priori*, Berlin, Springer.
- RICHARDSON, A.W. (2002): "Narrating the History of Reason Itself: Friedman, Kuhn, and a Constitutive A Priori for the Twenty-First Century", *Perspectives on Science*, 10 (3), pp. 253-274.
- ROSENBERG, A. (1985): *The Structure of Biological Science*, Cambridge, Cambridge University Press.
- RUSE, M. (1970): "Are there Laws in Biology?", *Australasian Journal of Philosophy*, 48, pp. 234-246.
- SALMON, W.C. (1989): "Four Decades of Scientific Explanation", en Kitcher, P. y W.C. Salmon (eds.), *Scientific Explanation*, Minnesota Studies in the Philosophy of Science, vol. 13, Minneapolis, University of Minnesota Press, pp. 3-219.
- SMART, J.J.C. (1963): *Philosophy and Scientific Realism*, London, Routledge and Kegan Paul, Chapter III: Physics and Biology (la primera de cuyas partes consiste principalmente en Smart, J.J.C. (1959): "Can Biology be an Exact Science?", *Synthese*, 2, pp. 1-12).
- SNEED, J.D. (1971): *The Logical Structure of Mathematical Physics*, Dordrecht, Reidel, 2ª ed. revisada 1979.

- STEGMÜLLER, W. (1973): *Theorienstrukturen und Theoriendynamik*, Heidelberg, Springer.
- STEGMÜLLER, W. (1978): "A Combined Approach to the Dynamics of Theories", en *Boston Studies in the Philosophy of Science*, 59/136, pp. 151-186.
- STEGMÜLLER, W. (1979a): "The Structuralist View: Survey, Recent Development and Answers to Some Criticisms", en Niiniluoto, I. y R. Tuomela (eds.), *The Logic and Epistemology of Scientific Change (Acta Philosophica Fennica 30)*, Amsterdam, North-Holland, pp. 113-129.
- STEGMÜLLER, W. (1979b): *The Structuralist View of Theories*, Berlin, Springer.
- STEGMÜLLER, W. (1980): "Eine 'subjektivistische' Variante des Begriffs der physikalischen Theorie", en Stegmüller, W., *Neue Wege der Wissenschaftsphilosophie*, Berlin/Heidelberg/New York, Springer, pp. 56-86.
- STEGMÜLLER, W. (1983): *Erklärung-Begründung-Kausalität*, Berlin/Heidelberg/New York, Springer, 2ª ed. ampliada y modificada.
- STEGMÜLLER, W. (1986): *Theorie und Erfahrung, Band II*, Berlin/Heidelberg/New York, Springer.
- SUPPE, F. (1989): *The Semantic Conception of Theories and Scientific Realism*, Urbana, University of Illinois Press.
- SUPPES, P. (1970): *Set-Theoretical Structures in Science*, Stanford, Stanford University.
- SWARTZ, N. (1995): "The Neo-Humean Perspective: Laws as Regularities", en Weinert, F. (ed.), *Laws of Nature. Essays on the Philosophical, Scientific and Historical Dimensions*, Berlin, de Gruyter, pp. 67-91.
- TOULMIN, S. (1953): *The Philosophy of Science: An Introduction*, London, Hutchinson.
- VAN FRAASSEN, B. (1970): "On the Extension of Beth's Semantics of Physical Theories", *Philosophy of Science*, 37, 325-339.
- VAN FRAASSEN, B. (1977): "The Only Necessity is Verbal Necessity", *Journal of Philosophy*, 74, pp. 71-85.
- VAN FRAASSEN, B. (1989): *Laws and Symmetry*, Oxford, Clarendon Press/Oxford University Press.
- VAN FRAASSEN, B. (1993): "Armstrong, Cartwright, and Earman on *Laws and Symmetry*", *Philosophy and Phenomenological Research*, LIII (2): pp. 431-444.
- WEINERT, F. (ed.) (1995): *Laws of Nature. Essays on the Philosophical, Scientific and Historical Dimensions*, Berlin, de Gruyter.

Pablo Lorenzano
Universidad Nacional de Quilmes/CONICET
Centro de Estudios e Investigaciones
pablol@unq.edu.ar