



Los aspectos erotéticos de la ciencia: el caso de la genética

Erotetic aspects of science: the case of genetics

Pablo Lorenzano

Doctor en Filosofía por la Universidad Libre de Berlín, profesor titular ordinario en la Universidad Nacional de Quilmes (UNQ), investigador independiente, Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET), Ciudad Autónoma de Buenos Aires - Argentina, e-mail: pablo@unq.edu.ar

Resumen

El objetivo de este trabajo es mostrar, en la línea sugerida por Nickles (1980, 1981) y desarrollada por Sintonen (1985, 1996), no sólo que el enfoque de resolución de problemas y el enfoque de teorías no son contrapuestos, sino que este último, mediante la versión de la concepción semántica de las teorías conocida bajo el nombre de “estructuralismo metateórico”, puede ser utilizado para aportar precisión al enfoque de resolución de problemas, a través de la caracterización más precisa del contexto teórico en el que se plantean los problemas y, de este modo, de su individuación e historia, pudiéndose así distinguir dos tipos de “cambio problemático”: “cambio *en* un problema” y “cambio *de* problema”. Para ello, se presentará dicha propuesta y luego será aplicada al caso de los dos primeros programas de investigación en el campo de la genética: el “mendelismo” de Bateson y la “genética clásica” de Morgan.

Palabras clave: Problema científico. Enfoque de resolución de problemas. Estructuralismo metateórico. Mendelismo. Genética clásica.

Abstract

The aim of this paper is to show, in the line suggested by Nickles (1980, 1981) and developed by Sintonen (1985, 1996), not just that the problem-solving approach and the theory approach are not incompatible, but also that the latter, in the version of the semantic conception of theories known as "structuralist view", can be used to give precision to the problem-solving approach, by a more precise characterization of the theoretical context in which problems arise and, in this way, to their individuation and history, distinguishing two types of "problem change": "change in a problem" and "change of a problem". In order to do this, it will be presented a proposal that will be applied to the two first research programs in the field of genetics: the "mendelism" of Bateson and "classical genetics" of Morgan.

Keywords: *Scientific problem. Problem-solving approach. Metatheoretical structuralism. Mendelism. Classical genetics.*

Introducción

Las ideas de que la formulación y resolución de problemas es una importante tarea científica, y que la mayoría de las hipótesis, explicaciones y teorías se proponen como soluciones a problemas reconocidos como tales, poseen una larga historia.

Sin embargo, a pesar de que el concepto de *problema* juega un papel central, se ha extrañado en la literatura el tratamiento detallado que se hace de los problemas —de su "estructura fina"— y de cómo se originan.

Los intentos por superar esas críticas no han sido realizados en el marco exclusivo de la filosofía de la ciencia ni al margen de desarrollos en otros ámbitos: la labor en inteligencia artificial, psicología cognitiva y lógica erotética también ha estimulado al pensamiento filosófico.

Además, teniendo como trasfondo el lema "Una teoría no es sino el modo en que un problema genera nuevos problemas", algunos autores se manifiestan a veces no sólo por una complementación de los resultados metateóricos acerca del análisis de la estructura y la dinámica de las teorías científicas con el "enfoque de resolución de problemas",

sino, antes bien, por la sustitución de las teorías como unidad de análisis en favor de los problemas. La tarea de la filosofía de la ciencia debería ser pues la investigación de la estructura y la dinámica de los problemas. Con ello, se formaría una oposición entre el “enfoque de resolución de problemas” y el “enfoque de teorías”.

Uno de los intentos por proporcionar un concepto preciso de problema, que fuese simultáneamente fructífero para el análisis filosófico de la ciencia, es el de Thomas Nickles (1978, 1980, 1981), quien desarrolla, a partir de las nociones ofrecidas por lógica erótica, su “modelo de inclusión de restricción” (*constraint-inclusion model*). Dicho modelo no sigue la letra del análisis erótico, sino su espíritu, expresado en la consigna: “saber qué es lo que cuenta como respuesta es equivalente a saber el problema”. Así propone definir un problema en analogía con la definición de “pregunta” de la lógica erótica del siguiente modo: “un problema consiste en *todas* las condiciones o *restricciones* sobre la solución más la demanda de que la solución (un objeto que satisfaga las restricciones) pueda ser encontrada” (NICKLES, 1978, p. 139).

Sin embargo, debido fundamentalmente a la vaguedad de la noción de restricción (*constraint*) es necesario atacar el tema de la individuación de los problemas más directamente. Para poder distinguir, entonces, entre cambios *en* un problema y cambios *de* un problema, debemos apelar, según Nickles, al contexto teórico en el que aquél se plantea.

Pero si el contexto teórico es necesario para la identidad de un problema, el enfoque de resolución de problemas y el enfoque de teorías no son ajenos el uno al otro. Nickles mismo, cuando intenta fundamentar los problemas como unidad de análisis filosófico, señala varias semejanzas (en número de siete) entre problemas y teorías (NICKLES, 1980, p. 34-35). Asimismo, en una nota a pie de página, Nickles comenta que “nosotros tratamos los problemas de un modo paralelo (en la medida de lo posible) a la concepción semántica de las teorías” (NICKLES, 1981, p. 115)¹.

Pero, ¿sólo pueden establecerse semejanzas o analogías entre problemas, por un lado, y teorías, por el otro? ¿No es posible ir más allá

¹ Refiriéndose en especial a la propuesta de van Fraassen.

de esto y superar la aparente oposición entre el enfoque de resolución de problemas y el enfoque de teorías?

El propio Nickles en ese mismo artículo se pregunta más adelante si nuestras concepciones de teorías (entendidas éstas como soluciones a problemas) y de problemas no estarían estrechamente relacionadas, y responde que si éste fuera el caso, ni las teorías ni los problemas deberían ser analizados aisladamente, y que el tratamiento de uno debería entrecruzarse con el tratamiento del otro (NICKLES 1981, p. 115).

Que esto es posible es la opinión que defiende Matti Sintonen (1985, 1996), quien, con el objetivo de superar la oposición entre el enfoque de resolución de problemas y el enfoque de teorías y, con ello, de precisar el enfoque de resolución de problemas (mediante la determinación del trasfondo teórico y de la identidad de los problemas), utiliza la versión conocida con el nombre de “concepción estructuralista de las teorías” en lugar de la concepción semántica en la versión de van Fraassen.

El objetivo de este trabajo es mostrar no sólo que el enfoque de resolución de problemas y el enfoque de teorías no son contrapuestos, sino que este último, mediante la versión de la concepción semántica de las teorías conocida bajo el nombre de “concepción estructuralista”, “metateoría estructuralista”, “estructuralismo metateórico” o “estructuralismo metacientífico”, puede ser utilizado efectivamente para aportar precisión al enfoque de resolución de problemas, a través de la caracterización más precisa del contexto teórico en el que se plantean los problemas y, de este modo, de su individuación e historia, pudiendo así distinguir dos tipos de “cambio problemático”: “cambio *en* un problema” y “cambio *de* problema”. Para ello, se presentará brevemente una propuesta, basada en la que efectúa Sintonen (1985, 1996) —quien a su vez sigue el análisis y las sugerencias de Tuomela (1980)— y en algunas ideas de Hintikka (1981), y luego será aplicada al caso de los dos primeros programas de investigación, paradigmas o teorías de la historia de la genética: el “mendelismo” de Bateson y colaboradores y la “genética clásica” de Morgan y discípulos.

La propuesta erótico-teórica: sobre el tratamiento estructuralista de los aspectos eróticos

La idea básica de la propuesta erótico-teórica es la de combinar algunos aspectos de ciertos análisis eróticos (de sistemas de lógica erótica, de enfoques de resolución de problemas, de modelos interrogativos, de preguntas y respuestas y de problemas y soluciones) con el análisis que el estructuralismo metacientífico realiza de las teorías científicas, en sus dimensiones sincrónica y diacrónica. De los distintos sistemas de lógica erótica y modelos interrogativos, por el momento nos quedaremos con la idea que es factible representar la forma lógica de una pregunta/enunciado interrogativo/problema mediante la combinación de ciertos enunciados declarativos, aseverativos, en el modo indicativo (o proposiciones) con algún operador, o cuantificador, de interrogación (BELNAP; STEEL, 1976).

Basándonos en gran medida en la propuesta de Sintonen (1985, 1996), quien a su vez sigue el análisis y las sugerencias de Tuomela (1980), podríamos decir que las teorías proveen lo que se han denominado *presuposiciones del hablante*₂ (en analogía con las que se han llamado *presuposiciones*₁ de la lógica erótica, en terminología de Tuomela, 1980) o bien *presuposiciones relevantes*₂ o *presuposiciones pragmáticas de preguntas* (para marcar la diferencia con las *presuposiciones* de la lógica erótica, en terminología de Sintonen, 1985), y, de este modo, identificar un problema no con el contenido ilocucionario de un enunciado interrogativo, sino con su *pregunta completa subyacente*. Dicha pregunta puede ser representada mediante un par ordenado $Q = \langle ((?p)q(p), r) \rangle$, en donde $(?p)q(p)$ es la forma lógica del enunciado de la pregunta (siendo p la presuposición lógica y q la pregunta) y r el conjunto de presuposiciones del hablante₂, presuposiciones pragmáticas de preguntas o presuposiciones relevantes₂. Sin embargo, para que la pregunta completa subyacente sea identificada con precisión, debemos decir aún cuáles son las presuposiciones *relevantes* (los elementos del conjunto r) que incluiremos en ella. Para lo cual, siguiendo a Sintonen (1985, 1996), se recurrirá a la noción estructurada de teoría del estructuralismo metacientífico. Además, como veremos más adelante, las preguntas (y sus

respuestas) también tienen una historia (susceptible de ser analizada a partir de una distinción realizada por Hintikka, 1981), que va en algún sentido de la mano de la historia de las teorías.

Algunas nociones básicas del estructuralismo metateórico

El programa estructuralista en filosofía de la ciencia, iniciado en los Estados Unidos con el trabajo pionero de Joseph D. Sneed (1971)², es un miembro de la familia semanticista, modeloteórica o modelista (a la cual también pertenecen la variante de espacios de estados de B. van Fraassen, la de espacios de fases de F. Suppe, la conjuntista de P. Suppes, la basada en modelos de R. Giere o la de estructuras parciales de N. da Costa). La idea básica compartida por los miembros de dicha familia es que los conceptos relativos a modelos son más fructíferos para el análisis filosófico de las teorías científicas, su naturaleza y función, que los conceptos relativos a enunciados; que la naturaleza, función y estructura de las teorías se comprende mejor cuando su caracterización, análisis o reconstrucción metateóricos se centra en los *modelos* que determina, no en un particular conjunto de axiomas o recursos lingüísticos mediante los que lo hace, y que, en consecuencia, presentar una teoría no es presentar una clase de axiomas, sino presentar una clase de modelos.

Para la concepción estructuralista —como para toda concepción semántica—, una teoría empírica *no* es una *entidad lingüística* y considera que el componente más básico para la identidad de una teoría es una *clase de modelos*, entendiendo esto en el sentido de Tarski. Por otro lado, siguiendo la propuesta de McKinsey y Suppes y las enseñanzas del *enseñanzas del grupo Bourbaki* en fundamentos de las matemáticas —y a diferencia de otras propuestas semánticas—, 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

² Ver BALZER, MOULINES e SNEED (1987) para una presentación completa, o DÍEZ e LORENZANO (2002) para una presentación sucinta de esta concepción metateórica.

o concepto de “segundo orden” en términos de la teoría de conjuntos. Tal definición adopta la siguiente forma general:

$$x = \langle D_1, \dots, D_k, R_1, \dots, R_n \rangle \text{ es una estructura del tipo tal-y-cual syss } A_1(D_1, \dots, D_k, R_1, \dots, R_n) \text{ y } \dots \text{ y } A_m(D_1, \dots, D_k, R_1, \dots, R_n),$$

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 (modelos), sino que, siendo esta clase una parte esencial de su identidad, se distinguen otras entidades conjuntistas y un componente no formalmente caracterizable (por completo), además de componentes no necesariamente formalizables, ya no digamos caracterizables conjuntistamente. Es por eso que, para la concepción estructuralista, una teoría puede ser identificada, y de manera seguramente necesaria, pero no suficiente, 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 K y el campo de aplicaciones intencionales I : $T = \langle K, I \rangle$. El *núcleo* K , que constituye la identidad formal de una teoría, es un quintuplo ordenado $\langle M_p, M, M_{pp}, C, L \rangle$. M_p simboliza la clase total de entidades

que satisfacen las condiciones que caracterizan matemáticamente al aparato conceptual de la teoría 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. M simboliza a las entidades que satisfacen la totalidad de las condiciones introducidas, es decir, que además satisfacen la(s) ley(es) fundamental(es), y se llaman *modelos actuales* o, sencillamente, *modelos* de la teoría (en donde la clase de modelos “selecciona” un subconjunto dentro del conjunto dado por M_p : $M \subseteq M_p$). 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 M_p y M_{pp} . Si al conjunto de los modelos potenciales M_p se le “recortan” los términos teóricos, 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 M_{pp} (si “ r ” es la función que “recorta” los componentes teóricos, entonces: $M_{pp} := r(M_p)$). Los modelos de la teoría no aparecen aislados entre sí, sino que están interconectados, formando una estructura global; a estas relaciones “inter-modélicas” (que constituyen “conexiones cruzadas entre modelos”) se las denominan *condiciones de ligadura* y son usadas a fin de expresar que ciertas características permanecen constantes a través de los diferentes modelos; su clase total se simboliza por C (en donde la clase de condiciones de ligadura “selecciona” un subconjunto dentro del conjunto de subconjuntos, o conjunto potencia, de M_p y excluye a los miembros que no pertenecen a ese subconjunto: $C \subseteq \text{Pot}(M_p)$). 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 L (en donde la clase de vínculos “selecciona” un subconjunto dentro del conjunto dado por M_p : $L \subseteq M_p$).

Todo elemento teórico, como ya se dijo, está dado no sólo por el núcleo K , sino también por el *campo de aplicaciones propuestas* o

intencionales I. Las aplicaciones intencionales son aquellos sistemas empíricos a los que se quieren aplicar las leyes fundamentales. $I \subseteq M_{pp}$ es todo lo que puede ser dicho sobre el conjunto I de aplicaciones propuestas desde un punto de vista puramente estático y semántico o “formal”, pero está claro que una teoría científica *empírica* —e.e. una teoría cuya verdad debe decidirse sobre la base de la “experiencia” o “realidad”— no puede consistir *sólo* de entidades descritas formalmente. El campo 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 efectivamente reconstruidos como *un* elemento teórico. Sin embargo, esto es verdadero sólo para los tipos más simples de teorías que pueden encontrarse en la literatura científica. Más a menudo, teorías únicas en un sentido intuitivo deben ser concebidas como agregados de varios (a veces un gran número de) elementos teóricos. Esos agregados son llamados *redes teóricas*. Esto refleja el hecho de que la mayoría de las teorías científicas poseen leyes de distintos grados de generalidad dentro del mismo marco conceptual.

Una teoría no es un tipo de entidad democrática, sino, más bien, un sistema fuertemente jerárquico. La idea es que el conjunto de elementos teóricos represente la estructura (sincrónica) de una teoría en sus diferentes estratos, esto es, en sus diversos niveles de “especificidad”. Tal conjunto, partiendo de elementos muy generales, se va concretando progresivamente en direcciones diversas cada vez más restrictivas y específicas, las “ramas” de la red teórica. La relación que se debe dar entre los elementos teóricos para considerar el conjunto una red es de “concreción” o “especificación” o, como se dice en terminología estructuralista, *de especialización*, que es una relación no-deductiva, reflexiva, antisimétrica y transitiva. La idea que hay tras esta relación es sencilla de precisar. Un elemento teórico T es especialización de otro T' si T impone constricciones adicionales a las de T'. Ello supone que: (1) los conjuntos de modelos parciales y potenciales de ambos coinciden, e.e. su aparato conceptual es el mismo; (2) los conjuntos de modelos

actuales, condiciones de ligadura y vínculos de T están incluidos en los de T' , pues algunos modelos de T no satisfarán las constricciones adicionales que añade T; (3) el dominio de aplicaciones pretendidas de T está incluido en el de T' , esto es, el elemento más específico se pretende aplicar a algunas aplicaciones del más general.

Por lo general, hay una única ley fundamental “en la cúspide” de la jerarquía —que conecta todos los términos o conceptos básicos de la teoría en una “gran” fórmula que la respectiva comunidad acepta como válida en todas las aplicaciones de la teoría y cuyo rol primario es proveer un marco para la formulación de otras leyes— y una serie de leyes más especiales —que se aplican a un dominio más restringido— con distintos grados de especialización. Cada ley especial determina un nuevo elemento teórico. Lo que mantiene junta a la serie total de leyes en la jerarquía es, en primer lugar, el marco conceptual común M_p ; en segundo lugar, la distinción común entre los niveles T-teórico y T-no-teórico; y, en tercero, el hecho de que todas ellas son especializaciones de la misma ley fundamental. Debido a que el núcleo K del elemento teórico más específico T se pretende aplicar sólo a algunas aplicaciones del más general T' , el dominio de aplicaciones intencionales I de T es menor que el de T' , estando incluido en él.

Una *red teórica* N es entonces un conjunto de elementos teóricos (jerárquicamente) conectados mediante la relación de especialización. Un elemento teórico que no es especialización de ningún otro es denominado elemento teórico *básico* y se simboliza mediante $T_0 = \langle K_0, I_0 \rangle$. Aunque puede haber en principio redes teóricas de muchas formas, en todos los casos reconstruidos hasta ahora la red ha resultado ser *arbórea*, con un único elemento teórico básico T_0 en la cúspide, a partir del cual se especializan los restantes (simbolizados de manera general por medio de $T_i = \langle K_i, I_i \rangle$) en diferentes direcciones, hasta llegar a las especializaciones terminales. En el caso de una red teórica arbórea, o *árbol teórico*, todos los dominios particulares de aplicaciones intencionales I_i de los elementos teóricos más específicos en la red son subconjuntos del dominio básico I_0 del elemento básico $\langle K_0, I_0 \rangle$.

Mediante el concepto de red teórica se representa 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 y Lakatos. Pero estos autores enfatizaron también, y fundamentalmente, la dimensión diacrónica de las teorías. En ese sentido, una “teoría” también puede ser considerada como algo que se desarrolla en el tiempo, preservando una suerte de identidad genidéntica (como una persona o una comunidad). La naturaleza de las teorías en toda su complejidad, incluida su dimensión diacrónica, es capturada por la noción de *evolución teórica*. El concepto de evolución teórica descansa sobre el concepto sincrónico de red teórica, pero no es sólo la “traducción diacrónica” de este último.

Una evolución teórica es una secuencia de redes teóricas en el tiempo histórico sujeta a algunas constricciones. Intuitivamente, una evolución teórica es una red teórica cambiante, que pudiera ser visualizada como una red “viva”, que crece y/o decrece en distintas direcciones en el tiempo histórico. Las constricciones que debe cumplir una secuencia de redes teóricas N_1, N_2, \dots, N_n para constituir una evolución teórica E son: 1) que cada nueva red teórica (N_{i+1}) de la secuencia es tal que todos sus elementos teóricos son especializaciones de algún elemento teórico de la red previa (a: N_{i+1} sigue inmediatamente a N_i ; b: para cualquier $T_{i+1} \in |N_{i+1}|$ existe una $T_i \in |N_i|$ tal que $T_{i+1} \sigma T_i$); 2) los dominios de la nueva red tienen al menos algún solapamiento parcial con los dominios de la red previa y en donde existe un dominio de aplicaciones intencionales permanentes (hay un conjunto I_p tal que $\emptyset \neq I_p \subseteq I_0^1 \cap \dots \cap I_0^n$.)]

La noción de evolución teórica puede ser vista como una precisión de la noción kuhniiana de *ciencia normal*. Sin embargo, para darle una forma más precisa dentro del formato estructuralista a la teoría diacrónica de la ciencia de Kuhn se necesita una noción clara de paradigma en el sentido de Kuhn, con la cual se introducirá luego la noción crucial de *evolución guiada por un paradigma*.

En el concepto de paradigma de Kuhn hay que distinguir dos componentes: un componente teórico-formal (correspondiente al concepto de núcleo de un elemento teórico) y un componente empírico-pragmático (correspondiente al conjunto I_0 de aplicaciones

intencionales, pero en donde I_0 es reconocido como paradigmático, o ejemplar, para otras aplicaciones por parte de la comunidad científica; llamémosle I_e). Así, un *paradigma kuhniano* es un par $\langle K_v, I_e \rangle$ consistente en un núcleo de un elemento teórico y un conjunto de aplicaciones intencionales paradigmáticas o ejemplares. Y una evolución teórica E es una *evolución teórica guiada por un paradigma kuhniano* si y sólo si existen K_v, I_e tales que $\langle K_v, I_e \rangle$ es un paradigma kuhniano para E .

El tratamiento estructuralista de las restricciones de los problemas

Habiendo introducido las nociones estructuralistas de *elemento teórico*, *red teórica*, *evolución teórica*, *paradigma kuhniano* y *evolución teórica guiada por un paradigma kuhniano*, estamos en condiciones de decir cuál es el componente más básico para la identificación de las *restricciones de los problemas* (las *presuposiciones del hablante*₂, *presuposiciones pragmáticas de preguntas*, o *presuposiciones relevantes*₂) de un científico, miembro de una comunidad o generación científica³, que acepta en un momento dado t una teoría. Dicho componente es el paradigma kuhniano $\langle K_v, I_e \rangle$, con sus constituyentes: el núcleo básico K_v , con el vocabulario y la “gramática” de la teoría (sus modelos potenciales M_p y modelos parciales M_{pp}), la/s ley/es fundamental/es (sus modelos M), las condiciones de ligadura (C) y los vínculos (L), y las aplicaciones paradigmáticas o ejemplares I_e (que, al proporcionar soluciones paradigmáticas a las preguntas previas, restringen las respuestas y le proveen una guía heurística al científico).

Así, las *restricciones de los problemas* (las *presuposiciones del hablante*₂, *presuposiciones pragmáticas de preguntas* o *presuposiciones relevantes*₂) de una generación g , que aplica una teoría, contienen, en principio, al núcleo K_0 y al conjunto de aplicaciones paradigmáticas o ejemplares I_e .

³ Una generación científica puede verse como una comunidad científica considerada desde un punto de vista sincrónico (BALZER; MOULINES; SNEED, 1987, § V. 1.4; MOULINES, 1991, § III. 4.2).

De este modo, la pregunta completa para una generación de científicos que aplica una teoría en el tiempo t tiene la forma $Q = \langle (?p) q(p), \langle K_o, I_e \rangle \rangle$.

Preguntas y respuestas pueden ser parafraseadas utilizando distintos vocabularios. Una pregunta puede concernir a un sistema, el cual es descrito en el lenguaje-en-uso de una comunidad científica y sólo recién más tarde ser descrito en el lenguaje de un elemento teórico establecido. Puede haber preguntas “porqué” que exijan explicación, expresadas en el lenguaje informal de la comunidad científica (quizás en el vocabulario con el que se formulan los M_{pp}), antes de que M_p y M del elemento teórico T haya sido articulado. Y una vez que M_p está disponible, uno puede plantear la pregunta ulterior de si las estructuras dentro del conjunto I , ahora enriquecidas con funciones teóricas, son además modelos.

La investigación procede intentando refinar las preguntas encontrando el vocabulario adecuado para expresar las respuestas y explorando posibles leyes especiales (especializaciones) expresadas mediante ese vocabulario.

La noción de teoría convierte a las inmanejables preguntas “porqué” iniciales —formuladas en el vocabulario T -no-teórico o, incluso, en el perteneciente a “pre-teorías”, “proto-teorías” o “*folk-theories*” subyacentes— en preguntas “wh-” (como son denominadas, en inglés, en la lógica erotética las preguntas “what”, “which” o “whether”) —que incorporan el vocabulario T -teórico— más manejables (en el contexto de un paradigma kuhniano aceptado) y en “pequeñas” preguntas “sí-no”.

Una interrogación que comienza como una imprecisa pregunta “porqué”, formulada en el lenguaje-en-uso de la comunidad científica, y concerniente a un área de experiencia (“¿por qué i ?”, en donde i es un fenómeno de algún tipo), se torna (en el estado “paradigmático” en el que hay un núcleo conceptual K con su vocabulario) en una pregunta “qué”: “¿qué leyes especiales se necesitan para gobernar este particular conjunto de aplicaciones $I_i \subseteq I$?”. Es una tarea ulterior la de encontrar preguntas “cuál” (p.e., “¿cuál es la ley especial que rige este particular conjunto de aplicaciones I_i ?” o “¿cuáles son las especificaciones de los componentes teóricos apropiadas para dar cuenta de este particular conjunto de aplicaciones

I_i ?”) y “sí-no” (p.e. “¿es ésta la ley especial que rige este particular conjunto de aplicaciones I_i ?” o “¿son éstas las especificaciones de los componentes teóricos apropiadas para dar cuenta de este particular conjunto de aplicaciones I_i ?”), que delineen alternativas específicas y reduzcan aún más las respuestas admisibles.

Se explicitó qué es un problema al interior de una teoría en el sentido de Kuhn. Pero, ¿hay problemas comunes a distintas teorías? ¿Existe un tipo de inconmensurabilidad entre problemas análogo al de la inconmensurabilidad entre teorías? Y si esto es así, ¿no se podría decir algo similar a lo que ha sido dicho sobre la inconmensurabilidad entre teorías en el marco de la concepción estructuralista?

Esta es una posibilidad que nos muestra Hintikka (1981, p. 79-80). Él dice que, para poder entender mejor el papel de los conceptos teóricos y de los marcos conceptuales, el marco (lingüístico) en el cual se formula una respuesta a una pregunta dada, no necesita ser completamente el mismo que aquél en el cual se formula la pregunta. El primero de los marcos puede contener conceptos adicionales. De allí que se deba distinguir entre *presuposiciones para preguntas* y *presuposiciones para respuestas*. Las presuposiciones del primer tipo contendrían sólo la parte no-teórica del marco conceptual, mientras que las del segundo tipo contendrían la totalidad (e.e. también la parte teórica) de tal marco.

La idea básica es muy sencilla: 1) uno puede *formular* las preguntas (*plantear* los problemas) que le permiten su “vocabulario” —eventualmente considerando la distinción entre conceptos T-teóricos y conceptos T-no-teóricos, o sea, entre los M_p y los M_{pp} (aun cuando en algunos casos se deba “descender” aún más en los niveles de presuposición, yendo hacia “pre-teorías”, “proto-teorías” o “folk-theories” subyacentes)—, pudiendo utilizarlo a veces en su totalidad, a veces sólo en parte; 2) uno puede *responder* las preguntas (*resolver* los problemas) como se lo permite toda su “teoría”, e.e. todo el marco conceptual, la/s ley/es fundamental/es (más quizás alguna/s especial/es), las condiciones de ligadura, los vínculos y las aplicaciones exitosas.

En el caso más simple, y típico, en que relacionamos la distinción entre presuposiciones lógicas (presuposiciones₁ o presuposiciones de preguntas) y presuposiciones pragmáticas de preguntas (presuposiciones del hablante₂, presuposiciones relevantes₂ o presuposiciones de respuestas), por un lado, con la distinción entre₂ conceptos T-teóricos y conceptos T-no-teóricos, por el otro, podríamos considerar que las presuposiciones del primer tipo sólo contienen la parte T-no-teórica de tal marco conceptual de la teoría, mientras que las presuposiciones del segundo tipo contienen la totalidad del marco conceptual, e.e también la parte T-teórica de dicho marco.

Con ello, podemos distinguir entre dos tipos de “cambio problemático” —llamado así en analogía con el “cambio teórico”— (dependiente de teorías o paradigmas kuhnianos): 1) cambio *en* un problema, y 2) cambio *de* problema.

El primer tipo de cambio problemático o “cambio *en* un problema” es aquél en donde no hay cambio de las teorías o paradigmas kuhnianos que lo restringen, sino que es aquél en el que, en todo caso, tiene lugar un cambio *intrateórico* (e.e. una *evolución teórica*). Aquí podemos hablar de reformulaciones más precisas de uno y el mismo problema; tales reformulaciones *presuponen pragmáticamente* no sólo al paradigma kuhniano, sino también a los elementos teóricos precedentes dentro de la red teórica en la que se está trabajando en un momento de la evolución teórica, con las leyes especiales (y constricciones adicionales) de sus elementos teóricos predecesores.

El segundo tipo de cambio problemático o “cambio *de* problema” es aquél en donde sí hay un cambio de las teorías o paradigmas kuhnianos que lo restringen, e.e. en donde tiene lugar un cambio *inter-teórico* (que pudiera ser del tipo de una *revolución científica*). Aquí, aun cuando pudiera permanecer inalterable (aunque no necesariamente) el primero de los componentes (la forma lógica de la pregunta $(?p)q(p)$), el segundo de los componentes (el paradigma kuhniano $\langle K_q, I_e \rangle$) cambia y, así, también la pregunta completa subyacente.

Ahora aplicaremos las ideas presentadas en esta sección al caso de las dos primeras teorías sucesivas en el ámbito de la genética: el

mendelismo, desarrollado por Wiliam Bateson y colaboradores, y la *genética clásica*, desarrollada por Thomas Hunt Morgan y sus discípulos.

Aspectos conceptuales de la historia de la genética

Aspectos conceptuales del “mendelismo” de Bateson

La genética *crystalizó* (ca. 1905) como disciplina separada dificultosamente, a través del trabajo de William Bateson y sus colaboradores. Esto no sucedió ni de un día para otro, ni sin oposición. Por el contrario, este es un proceso que tuvo lugar durante gran parte de la primera década del siglo XX⁴. Y el resultado de dicho proceso podría considerarse una *revolución científica inicial*, en donde emerge el primer programa de investigación, paradigma o teoría en genética, el “mendelismo”⁵.

El *mendelismo* es una teoría *acerca de la transmisión hereditaria* en las cuales se sigue la herencia de diversos rasgos o características de generación en generación de individuos que se cruzan, se disciernen razones numéricas (frecuencias relativas, proporciones) en la distribución de esas características en la descendencia y se postulan tipos y números apropiados de factores, relaciones particulares entre factores y características y maneras en que se distribuyen los factores parentales en la descendencia para dar cuenta de esas distribuciones de las características.

El marco conceptual del “mendelismo” de Bateson (la clase de sus modelos potenciales M_p (ME)) se podría representar mediante

⁴ Para un análisis más pormenorizado de la cristalización del “mendelismo” de Bateson, ver LORENZANO, 2006.

⁵ La denominación “mendelismo” aparece por primera vez por el año 1903 para referirse a los trabajos de Bateson y otros “mendelianos” realizados antes del establecimiento de la genética como disciplina autónoma e independiente (ver, p.e., BAILEY, 1903), y se continuó utilizando posteriormente para referirse ante todo a los desarrollos teóricos de Bateson y colaboradores, y que, de acuerdo con nuestra interpretación, constituyen el primer programa de investigación, paradigma o teoría en genética (su primera exposición sistemática lo constituye el libro *Mendelism*, de Reginald C. Punnett, editado por primera vez en 1905, y reeditado seis veces con sucesivas modificaciones en años posteriores, siendo la última edición de 1927, en tanto que la exposición más acabada, y estándar, de éste se encuentra en el libro *Mendel's principles of heredity*, de William Bateson, publicado por primera vez en marzo de 1909, reeditado sin modificar en agosto del mismo año, ampliado en 1913 y editado por última vez, casi sin diferencias con la edición de 1913, en 1930).

estructuras como la siguiente: $\langle J, P, F, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$, en donde J representa el conjunto de individuos (progenitores y descendientes), P el conjunto de las características, APP una función que le asigna a los individuos sus características o apariencia, MAT una función de cruza que le asigna a dos padres cualesquiera su descendencia, $DIST$ las frecuencias relativas de las características observadas en la descendencia, F el conjunto de *factores* que sólo poseen dos formas alternativas, dos “alelomorfos” —presencia y ausencia—, DET una función que asigna características a pares de factores y $COMB$ una función que representa la transición de factores paternos a factores en la descendencia.

Estructuras de este tipo constituyen extensiones teóricas de aquellas que permiten la representación de los sistemas a los cuales la teoría pretenden aplicarse (las *aplicaciones intencionales* I) y a los que se supone ya se han aplicado (las *aplicaciones* consideradas *exitosas*, incluidas las *paradigmáticas* I_e , tales como las proporcionadas por las arvejas, género *Pisum*, investigadas por Mendel, o por los gallos, cuya herencia de las crestas fuera investigada por Bateson y sus colaboradores) caracterizable mediante las estructuras del tipo $y = \langle J, P, APP, MAT, DIST \rangle$, o, lo que es lo mismo, estas estructuras se obtienen a partir de aquéllas si les “recortamos” los componentes teóricos, es decir, son subestructuras parciales de ellas (y pertenecen a la clase de modelos parciales $M_{pp}(ME) := r(M_p)(ME)$).

Los distintos conceptos ME-teóricos (F , DET y $COMB$) contribuyen a explicar los sistemas empíricos conceptualizados mediante los conceptos ME-no-teóricos (J , P , APP , MAT , $DIST$): la ampliación de los sistemas empíricos (de tipo $y = \langle J, P, APP, MAT, DIST \rangle$) mediante tales conceptos (tipos y números apropiados de factores F , las relaciones DET en que éstos se encuentran con las características de los individuos P y su distribución en la descendencia —probabilidades esperadas o teóricas— $COMB$) es tal que devienen *modelos* de ME ($M(ME)$), e.e. satisfacen *la ley fundamental de ME*, la cual afirma que: las distribuciones (frecuencias relativas, proporciones) de características en la descendencia ($DIST$) concuerdan, exacta o aproximadamente, con las probabilidades postuladas de distribución de los factores ($COMB$), dadas ciertas relaciones, igualmente postuladas, entre las características y dichos factores (DET).

Las *condiciones de ligadura* del mendelismo $C(ME)$ establecen relaciones del tipo de las denominadas *de igualdad*. Una de ellas establece la exigencia de que a los mismos factores les sean asignados las mismas características en todas las aplicaciones del mendelismo en que ellos ocurran, o sea, es una condición de ligadura sobre la función DET (en símbolos: $C_{DET}^{(s,=)}$). La otra establece que los mismos factores parentales se distribuyen en la descendencia siempre de la misma manera en todas las aplicaciones del mendelismo en que ellos ocurran, o sea, es una condición de ligadura sobre la función $COMB$ (en símbolos: $C_{COMB}^{(s,=)}$). La *condición de ligadura global* del mendelismo $C(ME)$ es la intersección de todas las condiciones de ligadura de $M_p(ME)$: $C(ME) := C_{DET}^{(s,=)} \cap C_{COMB}^{(s,=)}$.

Los vínculos que la teoría ME tiene con otras teorías (pre-teorías, proto-teorías, “folk-theories”) subyacentes, presupuestas, por medio de las cuales se determina la extensión de aquellos conceptos que son ME -no-teóricos, o sea, de los conceptos simbolizados como J , P , APP , MAT y $DIST$ son los siguientes. Para determinar la extensión del concepto de individuo (biológico) J bastaría alguna “teoría” proveniente del conocimiento común (simbolicemos este vínculo por medio de λ_1), permitiendo establecer la “interpretación intencional básica” de este conjunto base principal. Eventualmente, lo mismo ocurriría con el concepto de rasgo o característica P ; en caso de que no bastara *cualquier* “teoría” proveniente del conocimiento común, podría llegar a hacerlo una un poco más sofisticada, del tipo de la que ya encontramos en posesión de los criadores de animales, cultivadores de plantas e hibridistas de especies hacia fines del siglo XVIII (simbolicemos este vínculo mediante λ_2). A través del concepto de cruzamiento de individuos que dejan descendencia MAT , el mendelismo se vincula con alguna teoría de la reproducción biológica (y, a través de ella, con la teoría celular), aun cuando ésta no sea demasiado elaborada o detallada (simbolicemos este vínculo por medio de λ_3). Por último, el mendelismo, mediante el concepto de distribución (estadística) de las características en la descendencia $DIST$, se vincula con la teoría de la hibridación de Mendel (en donde se encuentra por primera vez la aplicación de la estadística al análisis de las características que comparten progenitores y descendientes) (simbolicemos este vínculo

mediante λ_4). El *vínculo interteórico global* del mendelismo $L(\text{ME})$, formado por la intersección de todos vínculos interteóricos que tiene esta teoría con otras teorías subyacentes, presupuestas, se define de la siguiente manera: $L(\text{ME}) := \cap \{ \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4 \}$.

Ahora estamos en condiciones de caracterizar el *núcleo teórico del mendelismo* ($K_0(\text{ME})$) como sigue:

$$K_0(\text{ME}) := \langle M_p(\text{ME}), M(\text{ME}), M_{pp}(\text{ME}), C(\text{ME}), L(\text{ME}) \rangle.$$

El *dominio de aplicaciones intencionales* del mendelismo constituye la clase de aquellos sistemas empíricos a los que uno desea aplicar la ley fundamental de concordancia de la teoría. Ellos no pueden ser caracterizados por medios puramente formales. Lo único que *podemos* decir desde un punto de vista formal es que una aplicación propuesta es un modelo parcial. En nuestro caso, esto significa que $I(\text{ME}) \subseteq M_{pp}(\text{ME})$ y que los miembros de $I(\text{ME})$ son sistemas empíricos que contienen individuos (individuos propiamente dichos o poblaciones) con una cierta apariencia (es decir, con ciertas características o rasgos de ellos) que se cruzan, produciendo una descendencia, en la que los distintos rasgos de las distintas características ocurren en ciertas frecuencias relativas. Aquel pequeño subconjunto inicial de aplicaciones intencionales $I(\text{ME})$ al cual se ha aplicado exitosamente la ley fundamental del mendelismo deviene el mencionado conjunto $I_e(\text{ME})$ de *aplicaciones (exitosas) paradigmáticas* iniciales del mendelismo.

El *paradigma del mendelismo* ($T(\text{ME})$) puede ahora ser caracterizado como sigue:

$$T(\text{ME}) := \langle K_0(\text{ME}), I_e(\text{ME}) \rangle.$$

Aspectos conceptuales de la genética clásica

La *genética clásica*, en la forma desarrollada por inicialmente por Morgan y discípulos entre los años 1910–1915 (MORGAN et al., 1915),

debió al principio afirmarse *en contra del mendelismo* de Bateson⁶. Podría decirse que, mientras que con el trabajo de Bateson se obtiene la cristalización del primer programa de investigación, paradigma o teoría en genética, el de Morgan y discípulos debería ser considerado un programa de investigación, paradigma o teoría sucesora, teniendo lugar una *revolución científica*, pero en donde el nuevo paradigma (la “genética clásica”) no sustituye, elimina o rechaza completamente al paradigma anterior (el “mendelismo”). Sin embargo, su relación conceptual con la teoría de Bateson era realmente fuerte, aun cuando ambas teorías sean *distintas*. La *diferencia* fundamental, aunque no exclusiva, entre ellas se da *en la forma que adoptan y la interpretación que reciben los factores* (también llamados “genes”, en el caso de Morgan) responsables de las distintas características: mientras que en Bateson sólo poseen dos formas alternativas, en su terminología sólo hay dos “alelomorfos” —presencia y ausencia—, para Morgan los factores, ahora llamados “alelos”, pueden poseer muchas formas alternativas. Esta posibilidad, presente en la teoría de Morgan, de encontrar “alelos múltiples” es en la de Bateson una imposibilidad conceptual.

Por otro lado, en la “genética clásica” nos encontramos con un concepto nuevo, que no tiene equivalente en el “mendelismo”: el *mapeo genético*, que permite la representación de *loci* sobre una línea de números reales, tales que el orden y las distancias como aparecen en el material genético son representados homomórficamente por el orden y las distancias de los números que están por ellos.

Aquí, sin embargo, nos restringiremos al análisis de la genética clásica de transmisión, y no a la parte de ella que se encargó del análisis de las mutaciones o de la construcción de mapas genéticos.

Así vista, la *genética clásica*, al igual que el mendelismo de Bateson, es una teoría *acerca de la transmisión hereditaria* en las cuales se sigue la herencia de diversos rasgos o características (o, como ahora se llaman los conjuntos de características de los individuos, fenotipos) de generación

⁶ De hecho, Morgan fue un gran crítico del “mendelismo” durante la primera década del siglo XX (y lo continuó siendo luego de desarrollar su propia teoría), mientras que Bateson nunca terminó de aceptar del todo las propuestas de Morgan y colaboradores.

en generación de individuos, se disciernen razones numéricas (frecuencias relativas, proporciones) en la distribución de esas características en la descendencia y se postulan tipos y números apropiados de factores o genes (o, como ahora se llaman los conjuntos de factores o genes de los individuos, genotipos), relaciones particulares entre factores o genes (genotipos) y características (fenotipos) y maneras en que se distribuyen los factores o genes (genotipos) parentales en la descendencia para dar cuenta de esas distribuciones características (fenotipos).

Su marco conceptual (clase de modelos potenciales $M_p(GC)$) se puede representar por medio de estructuras del siguiente tipo: $J, P, G, APP, MAT, DIST, DET, COMB$, en donde J representa el conjunto de individuos (progenitores y descendientes), P el conjunto de las características, APP una función que le asigna a los individuos sus características o apariencia, 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, G el conjunto de factores o genes que pueden poseer distintas formas alternativas, aunque vengan dadas por pares en los individuos, llamadas "alelos", DET , una función que asigna características a pares de factores o genes, y $COMB$, una función que representa la transición de factores o genes paternos a factores o genes en la descendencia.

Estructuras de este tipo, análogamente a lo que ocurría en el caso del mendelismo, constituyen extensiones teóricas de aquellas que permiten la representación de los sistemas a los cuales la teoría pretenden aplicarse (las aplicaciones intencionales I) y a los que se supone ya se han aplicado (las aplicaciones consideradas exitosas, incluidas las paradigmáticas I_e , tales como las proporcionadas por las arvejas (chícharos, guisantes), género *Pisum*, investigadas por Mendel, por los gallos investigados por Bateson y colaboradores, o por las moscas de la fruta, *Drosophila melanogaster*, investigadas por Morgan y discípulos) caracterizable mediante las estructuras del tipo $y = \langle J, P, APP, MAT, DIST \rangle$, o, lo que es lo mismo, estas estructuras se obtienen a partir de aquéllas si les "recortamos" los componentes teóricos, es decir, son subestructuras parciales de ellas (y pertenecen a la clase de modelos parciales $M_{pp}(GC) := r(M_p)(GC)$).

Los distintos conceptos GC-teóricos (G , DET y $COMB$) contribuyen a explicar los sistemas empíricos conceptualizados mediante los conceptos GC-no-teóricos (J , P , APP , MAT , $DIST$): la ampliación de los sistemas empíricos (de tipo $y = \langle J, P, APP, MAT, DIST \rangle$) mediante dichos conceptos (tipos y números apropiados de factores, genes o genotipos G , las relaciones DET en que éstos se encuentran con las características de los individuos o fenotipos P y su distribución en la descendencia (probabilidades esperadas o teóricas) $COMB$) es tal que devienen *modelos* de GC ($M(GC)$), e.e. satisfacen *la ley fundamental de GC* (similar a la del mendelismo), que afirma que: las distribuciones (frecuencias relativas, proporciones) de características (fenotipos) en la descendencia ($DIST$) concuerdan, exacta o aproximadamente, con las probabilidades postuladas de distribución de los factores o genes (genotipos) ($COMB$), dadas ciertas relaciones, igualmente postuladas, entre las características (fenotipos) y dichos factores o genes (genotipos) (DET).

Las *condiciones de ligadura* de la genética clásica $C(GC)$ son igualmente similares a las del mendelismo: establecen relaciones del tipo de las denominadas *de igualdad*. Mientras que una de ellas establece la exigencia de que a los mismos genotipos les sean asignados los mismos fenotipos en todas las aplicaciones de la genética clásica en que ellos ocurran, o sea, es una condición de ligadura sobre la función DET (en símbolos: $C_{DET}^{(\approx,=)}$), la otra establece que los mismos genes parentales se distribuyen en la descendencia siempre de la misma manera en todas las aplicaciones de la genética clásica en que ellos ocurran, o sea, es una condición de ligadura sobre la función $COMB$ (en símbolos: $C_{COMB}^{(\approx,=)}$). La *condición de ligadura global* de la genética clásica $C(GC)$ en tanto es la intersección de todas las condiciones de ligadura de $M_p(GC)$: $C(GC) := C_{DET}^{(\approx,=)} \cap C_{COMB}^{(\approx,=)}$.

Los vínculos que la teoría GC tiene con otras teorías (pre-teorías, proto-teorías, “folk-theories”) subyacentes, presupuestas, por medio de las cuales se determina la extensión de aquellos conceptos que son GC-no-teóricos, o sea, de los conceptos simbolizados como J , P , APP , MAT y $DIST$, en la medida en que no consideremos los cambiantes vínculos con la citología, o no los consideremos en detalle, pudieran ser considerados como iguales o, al menos, similares, o del mismo tipo,

a los vistos en el mendelismo. Así, para determinar la extensión del concepto de individuo (biológico) I bastaría alguna “teoría” proveniente del conocimiento común (simbolicemos este vínculo por medio de λ_1), permitiendo establecer la “interpretación intencional básica” de este conjunto base principal. Eventualmente, lo mismo ocurriría con el concepto de rasgo o característica P ; en caso de que no bastara *cualquier* “teoría” proveniente del conocimiento común, podría llegar a hacerlo una un poco más sofisticada, del tipo de la que ya encontramos en posesión de los criadores de animales, cultivadores de plantas e hibridistas de especies hacia fines del siglo XVIII (simbolicemos este vínculo mediante λ_2). La genética clásica también se vincula con alguna teoría de la reproducción biológica (y, a través de ella, con la teoría celular), aun cuando ésta no sea demasiado elaborada o detallada, a través del concepto de cruzamiento de individuos que dejan descendencia MAT (simbolicemos este vínculo por medio de λ_3). Por último, la genética clásica se vincula con la teoría de la hibridación de Mendel, mediante el concepto de distribución (estadística) de las características en la descendencia $DIST$ (simbolicemos este vínculo mediante λ_4). El *vínculo interteórico global* de la genética clásica $L(GC)$, formado por la intersección de todos vínculos interteóricos que tiene esta teoría con otras teorías subyacentes, presueltas, se define de la siguiente manera: $L(GC) := \cap \{ \lambda_1, \lambda_2, \lambda_3, \lambda_4 \}$.

El núcleo teórico básico de la genética clásica ($K_0(GC)$) es el siguiente:

$$K_0(GC) := \langle M_p(GC), M(GC), M_{pp}(GC), C(GC), L(GC) \rangle.$$

El *dominio de aplicaciones intencionales* de la genética clásica constituye la clase de aquellos sistemas empíricos a los que uno desea aplicar la ley fundamental de concordancia de la teoría. Ellos nuevamente no pueden ser caracterizados por medios puramente formales, en tanto que lo único que *podemos* decir desde un punto de vista formal es que una aplicación propuesta es un modelo parcial. Esto significa que $I(GC) \subseteq M_{pp}(GC)$ y que los miembros de $I(GC)$ son sistemas empíricos que contienen individuos genéticos (individuos propiamente dichos o poblaciones) con una cierta apariencia (es decir, con ciertas características o rasgos de ellos, e.e. ciertos

fenotipos) que se cruzan, produciendo una descendencia, en la que los distintos rasgos de las distintas características ocurren en ciertas frecuencias relativas. Aquel pequeño subconjunto inicial de aplicaciones intencionales $I(GC)$ al cual se ha aplicado exitosamente la ley fundamental de la genética clásica deviene el mencionado conjunto $I_e(GC)$ de *aplicaciones (exitosas) paradigmáticas* iniciales de la genética clásica.

El *paradigma de la genética clásica* ($T(GC)$) puede ahora ser caracterizado del siguiente modo:

$$T(GC) = \langle K_0(GC), I_e(GC) \rangle.$$

Preguntas en la genética

Si planteáramos las preguntas/problemas a los que las teorías de la herencia intentan dar respuesta/resolver en un vocabulario pre-teórico, proto-teórico o perteneciente a una “*folk-theory*” o al conocimiento común, pero que todavía no utiliza en su totalidad el vocabulario que ocurre en la genética, ya sea en el mendelismo de Bateson o en la genética clásica de Morgan, y ni siquiera el vocabulario genético-no-teórico propiamente dicho o en su totalidad, éstas serían “¿por qué la descendencia se parece a los padres?”, “¿por qué los organismos (la descendencia) son en parte semejantes y en parte distintos a sus progenitores?” o “¿cómo se transmiten las características biológicas de los padres a sus descendientes?”.

Por otro lado, los problemas iniciales de la genética están constituidos por una serie de problemas que surgen cuando nos confrontamos con varias generaciones de organismos relacionados entre sí por conexiones especificadas de descendencia (que constituyen poblaciones vinculadas por relaciones de consanguineidad, denominadas “familias”), con una distribución dada de una o más características (las conocidas distribuciones, frecuencias relativas o proporciones 3:1, para el caso de los cruzamientos monohíbridos con dominancia completa, o 9:3:3:1, para el caso de los cruzamientos dihíbridos con dominancia completa).

De este modo, las formas que adoptan las preguntas son las siguientes: “¿por qué deberíamos esperar obtener esa distribución de características en la descendencia?” (en donde se trata de entender la distribución de características dada), “¿cuál es la distribución de características esperada en una generación determinada, por ejemplo, la siguiente?” (en donde se trata de predecir la distribución de características en la generación siguiente) o “¿cuál es la probabilidad de ocurrencia de una característica particular resultante de una cruce particular?” (en donde se trata de especificar la probabilidad de ocurrencia de una característica particular resultante de una cruce particular).

En el *mendelismo* de Bateson y la *genética clásica* de Morgan nos encontramos con *los mismos enunciados interrogativos* $-(?p)q(p)-$, e.e., en algún sentido y hasta cierto punto, se plantean *los mismos problemas* o formulan *las mismas preguntas*, en tanto que poseen las mismas *presuposiciones lógicas*, *presuposiciones*₁ de la lógica erotética o *presuposiciones de preguntas* (en la terminología₁ de Hintikka), pero *responden* las preguntas o *resuelven* los problemas de maneras distintas, como se lo permiten su respectivas teorías, e.e. poseen distintas *presuposiciones del hablante*₂, *presuposiciones relevantes*₂, *presuposiciones pragmáticas de preguntas* (en la terminología de Sintonen) o *presuposiciones de respuestas* (en la terminología de Hintikka), que restringen el conjunto de respuestas admisibles de distintas maneras, aunque de manera análoga.

La pregunta completa para una generación de científicos que aplica el mendelismo $T(\text{ME}) := \langle K_0(\text{ME}), I_c(\text{ME}) \rangle$ en el tiempo t tiene la forma: $Q = \langle (?p)q(p), \langle K_0(\text{ME}), I_c(\text{ME}) \rangle \rangle$, en donde $(?p)q(p)$ podría ser alguna de las tres distintas clases de preguntas anteriores y $\langle K_0(\text{ME}), I_c(\text{ME}) \rangle$ el paradigma mendeliano que utiliza la generación de genetistas en el tiempo t y que restringe el conjunto de respuestas admisibles.

Recordemos, además, que la noción de teoría convierte a las inmanejables preguntas “porqué” iniciales en preguntas “wh-” más manejables y en “pequeñas” preguntas “sí-no”. Una interrogación que comienza como una imprecisa pregunta “porqué” (“¿por qué la descendencia se parece a los padres?”), luego formulada en el lenguaje-en-uso de la comunidad de mendelianos, y concerniente a un área de experiencia (“¿por qué deberíamos esperar obtener esa distribución de

características en la descendencia?”), se torna (en el estado “paradigmático” en el que hay un núcleo conceptual $K_0(\text{ME})$ con su vocabulario) en una pregunta “qué” (“¿qué leyes especiales (condiciones de ligadura, vínculos interteóricos) se necesitan, dentro de los estándares impuestos por $T(\text{ME})$, para transformar en hechos conocidos una aplicación propuesta no examinada hasta ahora o recalcitrante?”).

El mendelismo responde esa cuestión haciendo hipótesis acerca de: 1) los factores alelomorfos relevantes (y su número), 2) su relación con las características (la forma matemática concreta asumida por DET), y 3) su distribución entre los individuos en la descendencia (la forma matemática concreta asumida por $COMB$).

Una vez realizadas las hipótesis particulares acerca de cada uno de tales aspectos, p.e. si se postula que 1) basta un par de factores alelomorfos, 2) uno de éstos es dominante y el otro recesivo, y 3) se distribuyen con igual probabilidad, la pregunta anterior (pregunta “wh-” más manejable) se convierte en una pregunta más pequeña que podemos responder por sí o por no.

Por su parte, la pregunta completa para una generación de científicos que aplica la genética clásica $T(\text{GC}) = \langle K_0(\text{GC}), I_e(\text{GC}) \rangle$ en el tiempo t tiene la forma: $Q = \langle \langle (?p)q(p), \langle K_0(\text{GC}), I_e(\text{GC}) \rangle \rangle \rangle$, en donde $(?p)q(p)$ podría ser alguna de las tres distintas clases de preguntas anteriores y $\langle K_0(\text{GC}), I_e(\text{GC}) \rangle$ el paradigma genético clásico que utiliza la generación de genetistas en el tiempo t y que restringe el conjunto de respuestas admisibles.

Y la interrogación que comienza como una imprecisa pregunta “porqué” (“¿por qué la descendencia se parece a los padres?”), luego formulada en el lenguaje-en-uso de la comunidad de genetistas, y concierne a un área de experiencia (“¿por qué deberíamos esperar obtener esa distribución de fenotipos en la descendencia?”), se torna (en el estado “paradigmático” en el que hay un núcleo conceptual $K_0(\text{GC})$ con su vocabulario) en una pregunta “qué” (“¿qué leyes especiales (condiciones de ligadura, vínculos interteóricos) se necesitan, dentro de los estándares impuestos por $T(\text{GC})$, para transformar en hechos conocidos una aplicación propuesta no examinada hasta ahora o recalcitrante?”).

La genética clásica responde esa cuestión haciendo hipótesis acerca de: 1) los factores alelos (o genes) relevantes (el número de

genotipos compuestos), 2) sus efectos fenotípicos (la forma matemática concreta asumida por *DET*), y 3) su distribución entre los individuos en la descendencia (la forma matemática concreta asumida por *COMB*).

Análogamente al caso del mendelismo, una vez realizadas las hipótesis particulares acerca de cada uno de tales aspectos, p.e. si se postula que 1) basta un par de factores alelos, 2) uno de éstos es dominante y el otro recesivo, y 3) se distribuyen con igual probabilidad, la pregunta anterior (pregunta “wh-” más manejable) se convierte en una pregunta más pequeña que podemos responder por sí o por no.

Conclusiones

En este trabajo se intentó mostrar que la oposición entre el enfoque de resolución de problemas y el enfoque de teorías es sólo aparente, ya que, según se vio, los problemas solamente pueden ser identificados sobre la base de teorías y, más aún, los problemas heredan su estructura de las teorías, que los refinan y dan una guía heurística en la búsqueda de respuestas.

Más aún, vimos que el estructuralismo metateórico puede precisar el enfoque de resolución de problemas, ayudando a proporcionar un criterio de identidad para preguntas, pues la estructura de los problemas refleja la estructura del elemento teórico básico y de la red teórica de la que ellos descienden, y, así, contribuyendo también al análisis de la historia de los problemas (y sus respuestas), permitiendo distinguir entre dos tipos de cambios problemáticos: “cambios *en* un problema” y “cambios *de* problema”.

Esto se hizo a partir de una propuesta erotético-teórica, basada en la que efectúa Sintonen (1985, 1996) —quien sigue análisis y sugerencias de Tuomela (1980)— y en ciertas ideas de Hintikka (1981), y de su aplicación al caso de la historia de la genética, pudiendo identificar, relacionar y distinguir los problemas a los que se han enfrentado los dos primeros programas de investigación, paradigmas o teorías en el campo de la genética: el “mendelismo” de Bateson y la “genética clásica” de Morgan.

Referencias

BAILEY, L. H. Some recent ideas on the evolution of plants. *Science*, v. 17, n. 429, p. 441-454, Mar. 1903. doi:10.1126/science.17.429.441.

BALZER, W.; MOULINES, C. U.; SNEED, J. D. **An architectonic for science: the Structuralist Program**. Dordrecht: Reidel, 1987. (Versión castellana de Pablo Lorenzano: una arquitectónica para la ciencia. El programa estructuralista. Bernal: Universidad Nacional de Quilmes, 2012).

BATESON, W. **Mendel's principles of heredity**. Cambridge: Cambridge University Press, 1909.

BELNAP, N. D.; STEEL, T. B. **The logic of questions and answers**. New Haven: Yale University Press, 1976.

DÍEZ, J. A.; LORENZANO, P. La concepción estructuralista en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX. In: DÍEZ, J. A.; LORENZANO, P. (Ed.). **Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones**, Quilmes: Universidad Nacional de Quilmes, Universidad Autónoma de Zacatecas, Universidad Rovira i Virgili, 2002. p. 13-78.

HINTIKKA, J. On the logic of an interrogative model of scientific inquiry. *Synthese*, v. 47, n. 1, p. 69-83, 1981. doi:10.1007/BF01064266.

LORENZANO, P. La emergencia de un programa de investigación en genética. In: LORENZANO, P.; MARTINS, L. A. C. P.; REGNER, A. C. (Ed.). **Ciências da vida: estudos filosóficos e históricos**. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, 2006. p. 333-360.

MORGAN, T. H. et al. **The mechanism of mendelian heredity**. New York: Henry Holt and Company, 1915. doi:10.5962/bhl.title.6001.

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

NICKLES, T. Scientific problems and constraints. In: ASQUITH, P. D. (Ed.). **PSA 1978: Proceedings of the Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association**. Mich: Philosophy of Science Association, 1978. p. 134-148. v. 1.

- NICKLES, T. Can scientific constraints be violated rationally? In: NICKLES, T. (Ed.). **Scientific discovery, logic, and rationality**. Dordrecht: Reidel, 1980. p. 285-315. doi:10.1007/978-94-009-8986-3_13.
- NICKLES, T. What is a problem that we may solve it? **Synthese**, v. 47, n. 1, p. 85-118. 1981. doi:10.1007/BF01064267.
- PUNNETT, R. C. **Mendelism**. Cambridge: Macmillan and Co., 1905.
- SINTONEN, M. Separating problems from their backgrounds: a question-theoretic proposal. In: HINTIKKA, J.; VANDAMME, F. (Ed.). **Logic of discovery and logic of discourse**. New York: Plenum Press, 1985. p. 25-49.
- SINTONEN, M. Structuralism and the interrogative model of inquiry. In: BALZER, W.; MOULINES, C. U. **Structuralist theory of science: focal issues, new results**. Berlin: de Gruyter, 1996. p. 45-74.
- SNEED, J. D. **The logical structure of mathematical physics**. Dordrecht: Reidel, 1971.
- TUOMELA, R. Explaining explaining. **Erkenntnis**, v. 15, n. 2, p. 211-243, 1980. doi:10.1007/BF02071512.

Recibido: 09/07/2012

Received: 07/09/2012

Aprobado: 20/11/2012

Approved: 11/20/2012