

Filosofía diacrónica de la ciencia: el caso de la genética clásica

Pablo Lorenzano

Resumen: En esta trabajo, luego de presentar un criterio de identidad de teorías, exploraré la posibilidad de tratar la historia de la *genética clásica*, e.e. la relación existente entre Mendel, los “redescubridores” –de Vries, Correns y Tschermak–, Bateson y Morgan, en términos de cambio científico de tipo “interteórico”, de forma tal de poder capturar y precisar tanto la idea de que entre éstas se dan ciertas discontinuidades y rupturas como de que éstas tienen “algo” que ver entre sí, o sea, de que entre ellas las rupturas no son totales, en ninguno de los niveles: conceptual, metodológico y aplicativo.

Palabras clave: filosofía diacrónica de la ciencia; identidad de teorías; cambio interteórico; genética clásica

Diachronic philosophy of science: the case of classical genetics

Abstract: In this paper, after presenting a criterium of theories identity, I will explore the possibility of treating the history of *classical genetics*, i.e. the existing relationship between Mendel, the “rediscoverers” – de Vries, Correns and Tschermak – Bateson and Morgan, in terms of scientific change of an “intertheoretic” kind, in such a way that it will be possible to capture and to precise the idea of certain discontinuities and ruptures between them as well as the idea that these proposals have “something” in common –meaning that the ruptures between them are not total in neither of the following levels: conceptual, methodological and applicative.

Keywords: diachronic philosophy of science; theories identity; intertheoretic change; classical genetics

Filosofía diacrónica de la ciencia: el caso de la genética clásica

Pablo Lorenzano*

1 INTRODUCCIÓN

De acuerdo con Díez y Moulines (1997), los dos fenómenos históricos más básicos de los que debe dar cuenta cualquier modelo de filosofía diacrónica de la ciencia¹ es el de la *identidad a través del cambio* y el de la *continuidad a través de la ruptura*. Así, su primera tarea es la de elucidar la genidentidad de las teorías científicas (ofrecer un análisis diacrónico de la naturaleza y estructura de las teorías en tanto entidades que se extienden en el tiempo), tratando de dar cuenta de un primer tipo de cambio científico, el cambio *intrateórico* (que tiene lugar *dentro* de una misma teoría), mientras que su otro gran problema es el de dar cuenta de cambios radicalmente más dramáticos (“revoluciones científicas”, a través de los que se pierde precisamente la genidentidad de una teoría), pertenecientes a un segundo tipo de cambio, el cambio *interteórico* (consistente en un cambio *de* teoría, que involucra teorías distintas), y luego de los cuales, la teoría en cuestión, “ya

* Universidad Nacional de Quilmes/CONICET, Roque Sáenz Peña 352, (B1876BXD) Bernal, Prov. Buenos Aires, Argentina. E-mail: pablol@unq.edu.ar. Este trabajo fue realizado con la ayuda de los proyectos de investigación PICT REDES 2002 N° 00219 y PICT2003 N° 14261 de la Agencia Nacional de Promoción Científica y Tecnológica.

¹ Tomando prestados de la lingüística los términos de *sincronía* y *diacronía* (Saussure 1916), podemos decir que si uno realiza un análisis filosófico considerando a la ciencia o sus teorizaciones particulares en un momento histórico determinado, dicho análisis se efectúa dentro del ámbito de la llamada *filosofía sincrónica de la ciencia*. Si, en cambio, el análisis abarca cierto intervalo temporal de la ciencia o de alguna de sus teorizaciones particulares, se dice que éste pertenece a la *filosofía diacrónica de la ciencia*, la cual se encuentra de un modo natural estrechamente relacionada con la historia de la ciencia.

no es lo que era”. Por su parte, la expresión “cambio interteórico” engloba tipos bastante distintos de fenómenos diacrónicos. La idea según la cual en una revolución científica se sustituye o elimina completamente un paradigma por otro parece aplicarse sólo a un número limitado de casos de cambio interteórico. Muchos ejemplos de este tipo responden, en realidad, a un esquema de cambios en donde no se presentan rupturas totales, ni en el nivel conceptual, ni en el metodológico, ni en el aplicativo. Tales casos se distinguen más bien por las siguientes características: (a) la teoría anterior al cambio es suplantada sólo *en parte* por la posterior; (b) algunos, o incluso muchos, de los conceptos, principios y casos paradigmáticos de aplicación de la primera teoría quedan incorporados, con modificaciones semánticas leves, a la segunda teoría. Además, los fenómenos diacrónicos son susceptibles de dos niveles de análisis, los que, tomando prestada una distinción habitual en la física, podemos denominar *cinemático* (si se centra en la *descripción* de las entidades involucradas y de los tipos de cambio de tales entidades) y *dinámico* (si se ocupa de las *causas* o factores desencadenantes de los (diversos tipos de) cambios).

En esta trabajo, luego de presentar condiciones que consideramos necesarias para la identidad de teorías, exploraré la posibilidad de tratar la historia de la *genética clásica* en términos del segundo tipo de cambio, el “inter-teórico”, aunque centrándonos en un análisis de corte cinemático, de forma tal de poder capturar y precisar tanto la idea de que entre éstas se dan ciertas discontinuidades y rupturas como de que éstas tienen “algo” que ver entre sí, o sea, de que entre ellas las rupturas no son totales, en ninguno de los niveles: conceptual, metodológico y aplicativo².

² A lo largo de este trabajo se presupondrá y utilizará, si bien sólo informalmente, una de las concepciones semánticas o modelo-teóricas acerca de las teorías científicas, a saber: la concepción estructuralista, al igual que, más en particular, algunas de sus propuestas para el ámbito de la filosofía diacrónica de la ciencia (como las condiciones de identidad de teorías planteadas más adelante) y algunos de los resultados obtenidos en su aplicación al análisis de la genética. Por razones de espacio, lamentablemente no podemos profundizar en ello. Para una presentación completa de esta concepción metateórica, y de las condiciones mencionadas, ver Balzer, Moulines & Sneed (1987); para una presentación sucinta, ver Díez & Lorenzano (2002). Para un análisis estructuralista de la genética en la que se basa el presente artículo, ver Balzer & Dawe (1990), Balzer & Lorenzano (1997) y Lorenzano (1995; 2000a; 2002a).

2 CONDICIONES NECESARIAS PARA LA IDENTIDAD DE TEORÍAS

En respuesta a la primera tarea de la filosofía diacrónica de la ciencia, a saber: elucidar la genidentidad de las teorías científicas, podríamos decir que, a pesar de los cambios, una teoría seguiría siendo una y la misma teoría si satisface las siguientes condiciones necesarias:

- 1) tener el mismo marco conceptual (los mismos conceptos básicos);
- 2) tener las mismas leyes fundamentales (a pesar de que las leyes especiales pudieran no ser las mismas);
- 3) conceptualizar los “fenómenos”, “experiencia” o “datos” de la misma manera (mediante la utilización de los mismos conceptos);
- 4) mantener las mismas relaciones esenciales con otras teorías; y
- 5) tener la intención de dar cuenta de (al menos algunos de) los mismos fenómenos (manteniendo al menos algunas de las aplicaciones propuestas o intencionales de la teoría).

Las cuatro primeras condiciones enumeradas son de carácter “conceptual” (presuponiendo, a su vez, cierta “metodología” en la determinación de los “fenómenos” en particular y de la extensión de todo los conceptos en general, y no sólo de aquellos que nos permiten representar a los “fenómenos”), mientras que la última es de carácter más bien “aplicativo”. Así entendidas, en caso de no cumplirse con alguna(s) de ella(s), diríamos que el cambio que tuvo lugar no fue un cambio *intrateórico* (*dentro* de una y la misma teoría), sino *interteórico* (o sea, *de* teoría), estando entonces frente a una teoría distinta. Sin embargo, el cambio no tiene porqué darse simultáneamente en todos los aspectos mencionados, así como tampoco tiene porqué ser de todo o nada. En los siguientes apartados, y luego de presentar las teorizaciones de Mendel, de los llamados “redescubridores” – de Vries, Correns y Tschermak –, de Bateson y colaboradores y de Morgan y discípulos, nos centraremos en la discusión de las condiciones 1), 2), 3) y 5), dejando para otro trabajo, por razones de espacio, la de la condición 4), referida a los vínculos interteóricos³.

³ Igualmente, debido a limitaciones de espacio, no podemos hacer referencia a toda la bibliografía, primaria y secundaria, consultada para la elaboración de dichos apartados, ni a las distintas posiciones que encontramos entre los historiadores de la genética acerca de cuáles son las continuidades y discontinuidades que encontramos en la historia de dicha disciplina, y cuál es el significado de éstas para el problema de la identidad de las teorías; una discusión acerca de estas posiciones, así como también la bibliografía relevante a ella,

3 JOHANN GREGOR MENDEL Y LA TRADICIÓN HIBRIDISTA

De acuerdo con el relato más extendido sobre la historia de la genética (la “historia oficial”), Johann Gregor Mendel (1822-1884) funda en 1865 la genética cuando, al intentar resolver el problema de la herencia, introduce sus conceptos fundamentales y propone las leyes más tarde llamadas en honor suyo “leyes de Mendel”: la ley de la segregación y la ley de la transmisión independiente o primera y segunda ley de Mendel, respectivamente. Sin embargo, una lectura atenta de sus trabajos originales, así como también la ubicación de su obra en el contexto de la biología del siglo XIX, podría proporcionarnos una imagen distinta.

Según ella, Mendel no dijo ni hizo todo lo que dicen que dijo y que hizo. En primer lugar, estimulado por los cruzamientos del tipo de los realizados por una de las dos tradiciones de investigación dedicadas al estudio de la variación biológica existentes en el siglo XIX, la de los *criadores* (cruzamiento de variedades que difieren en algunas pocas características), el *problema* central al que Mendel intenta dar solución con su trabajo *no es el problema de la herencia* (cuya formulación más general podría ser “¿por qué la descendencia se parece a los padres?”), sino otro, si bien relacionado, distinto de éste: *el problema de la hibridación* (“¿pueden originarse nuevas especies a partir del cruzamiento de especies preexistentes?”), planteado dentro de la otra de las tradiciones aludidas, la de los *hibridistas*, e intentado solucionar afirmativamente por algunos de sus integrantes. Mendel, para el cual éste era el problema central en la historia evolutiva de los seres vivos, se propone encontrar “una ley de validez universal sobre la formación y el desarrollo/evolución de los híbridos”⁴, a partir de un análisis estadístico de sus experimentos⁵.

puede encontrarse en los artículos sobre historia de la genética en los que se basa esta presentación (Lorenzano 1995; 1997; 1998; 1999; 2000b; 2002b; 2005; 2006).

⁴ La traducción usual de “Entwicklung” es “desarrollo”. Sin embargo, dicho término es ambiguo. Mientras que en el alemán corriente actual significa “desarrollo”, en ese entonces – hacia mediados del siglo XIX – era utilizado para referirse a cualquier proceso de desarrollo, incluyendo tanto a la ontogenia como a la filogenia, e.e. tanto al desarrollo embriológico como a lo que posteriormente se denominaría “evolución”, libre de toda connotación embriológica.

⁵ Dicho análisis constituía una novedad en las tradiciones mencionadas (aunque no en las ciencias biológicas en general), novedad de la cual Mendel era plenamente consciente: “Quien considere los trabajos en este campo llegará a la conclusión que entre los numero-

En segundo lugar, dicha ley – “la ley encontrada en *Pisum*”, que se descompone en “la ley de la combinación simple de las características”⁶ y “la ley de la combinación de las características diferenciales”⁷ – no se identifica con las leyes que más tarde llevan su nombre: Mendel plantea estas leyes en términos de las características mismas, o sea, en términos de lo que a partir de Johanssen (1909) sería denominado “fenotipo”, y no en términos de “genes” o “factores”, como suele hacerse en la presentación hoy habitual de las llamadas “leyes de Mendel”.

Por otro lado, Mendel intenta *fundamentar* y *explicar* esta ley, que rige el comportamiento de los denominados “híbridos *variables*” – entre los que se encuentran las arvejas, del género *Pisum*, con las que realizó gran parte de sus experimentos –, mediante la relación entre la producción y comportamiento de las células germinales y polínicas y el de las formas (o características) constantes (Mendel, 1865, p. 32) y, en última instancia, la constitución y agrupamiento de lo que denomina “elementos” (Mendel, 1865, p. 58) o “elementos celulares” (Mendel, 1865, p. 60)⁸. Estos *elementos*, sin embargo, no se identifican con los genes, factores, alelos o factores alelos o alélicos de la genética “clásica”, “formal” o “mendeliana”, ya que:

(a) En ningún lugar estipula Mendel que los elementos sean partículas; sí parecen ser elementos materiales, pero bien pudieran concebidos como

...sus experimentos ninguno fue realizado en la amplitud y el modo que hiciera posible determinar el número de formas diferentes bajo las cuales aparecen los descendientes de los híbridos, que se clasificaran esas formas con seguridad en las generaciones individuales y que se pudieran fijar las proporciones numéricas mutuas” (Mendel, 1865, p. 4).

⁶ “Si A denota una de las características constantes, por ejemplo la dominante; a denota la recesiva y Aa la forma híbrida, así da la expresión: $A + 2 A a + a$ la serie de desarrollo/evolución para los descendientes de los híbridos para dos características diferenciales” (Mendel, 1865, pp. 34-35).

⁷ “[L]os descendientes de los híbridos en los cuales se han unido varias características esencialmente diferentes, presentan los miembros de una serie combinatoria en la que se han unido las series de desarrollo para dos características diferenciales. Con esto se demuestra, al mismo tiempo, que el comportamiento de cada dos (tipos de) características diferenciales es independiente en la unión híbrida de cualesquiera otras diferencias en las plantas parentales” (Mendel, 1865, p. 40).

⁸ Esta es una segunda diferencia importante entre la(s) ley(es) que propone Mendel y las que le atribuyen y llevan su nombre: aquella(s) no sólo viene(n) formulada(s) en términos de las características mismas y no de aquellas entidades responsables por la aparición de dichas características (“factores”, “genes” o “elementos”), sino que, de acuerdo con él, aquella(s) requiere(n) fundamentación y explicación, en tanto que las que se le atribuyen a él, no requieren explicación, sino que son ellas mismas consideradas explicativas.

fluidos – sustancias fluidas, pinturas, emulsiones – en vez de como partículas;

(b) Mendel nunca se expresó acerca del número de elementos necesarios para cada característica y utilizó dos letras (*Aa*) para simbolizar la presencia de elementos diferentes, pero sólo una (ya sea *A* o *a*) para simbolizar la presencia de elementos iguales; de acuerdo con la genética clásica, el número de elementos (factores o genes) para cada característica debería ser igual a dos, es decir, éstos deberían venir por pares, independientemente del hecho de que sean iguales (condición homocigótica) o distintos (condición heterocigótica);

(c) Mendel afirma que “sólo los [elementos] diferenciales se excluyen mutuamente” (Mendel, 1865, p. 60); tal afirmación se condice con el mecanismo que propone a título de hipótesis para explicar el comportamiento de los híbridos variables, a saber: la *unión pasajera* de los elementos celulares diferentes (*ibid.*, p. 60); según la genética clásica, no sólo los elementos (factores o genes) diferentes deberían separarse, sino también los iguales, esto es, la segregación tiene lugar siempre, tanto en el caso de la condición heterocigótica como en el de la homocigótica; además, si los elementos pudieran contarse, y sólo los distintos segregaran, al fusionarse las células mediante el cruzamiento, aumentaría el número de elementos iguales que determinan una característica, algo igualmente incompatible con los planteos de la genética clásica; así, mientras que el término “gen” (o “factor”) es un término contable, parece que el término “elemento” (o “elemento celular”) habría que interpretarlo mejor como un término de masa, tal como “agua”;

(d) El mecanismo propuesto por Mendel para explicar la existencia de híbridos constantes⁹, es decir, de híbridos cuyos descendientes conservan la apariencia de las formas híbridas y se propagan sin modificación, alcanzando el estatus de nuevas especies (respondiendo así afirmativamente a la pregunta discutida por los hibridistas) – la *unión duradera* de los elementos celulares diferentes (Mendel, 1865, p. 60) – es nuevamente incompatible con lo afirmado por la genética clásica, debido a que para ella, repetimos, siempre tiene lugar la segregación.

En conclusión, Mendel podría ser considerado un investigador que trabaja, de un modo similar a la de los “criadores”, en la tradición “hibridis-

⁹ Entre los cuales se encuentran *Aquilegia atropurpureo-canadensis*, *Lavatera pseudolbio-thuringiaca*, *Gem urbanorivale*, algunos híbridos de *Dianthus*, los híbridos de las especies de sauces (Mendel, 1865) y *Hieracium* (Mendel, 1869).

ta”, pero que lleva a cabo un tratamiento novedoso (respecto de los hibridistas y aun de los criadores que lo precedieron o contemporáneos) de los rasgos o características (siendo éste un análisis matemático o estadístico), sin proponer exactamente aquello que luego sería conocido con el nombre de “genética clásica”, “formal” o, incluso, “mendeliana”.

4 EL “REDESCUBRIMIENTO” DE MENDEL Y SUS “REDESCUBRIDORES” DE VRIES, CORRENS Y TSCHERMAK

Continuando con el relato de la “historia oficial”, no sólo se supone que Mendel funda en 1865 el nuevo campo de la genética, sino que su trabajo permanece en general desconocido, y cuando éste no es el caso, incomprendido, hasta que en el año 1900 es “redescubierto” simultánea e independientemente por tres investigadores (de Vries en Holanda, Correns en Alemania y Tschermak en Austria) que trabajando en el mismo problema obtienen los mismos resultados a los que Mendel supuestamente había arribado con anterioridad, esto es, a las proporciones 3:1 y 9:3:3:1 (para los cruzamientos mono y dihíbridos, respectivamente) y a su explicación por medio de la ley de la segregación y la ley de la transmisión independiente de los genes.

En realidad, los llamados “redescubridores” no realizaron ningún *redescubrimiento*, sino que más bien *proyectaron* sobre el trabajo de Mendel *su propia problemática y conceptos*, adjudicándole *cosas distintas*. Además, *ninguno* de ellos *creyó en la validez universal* de aquello que le adjudicaron a Mendel. Por otro lado, lo que “redescubrieron”, es decir, lo que exponen en sus trabajos del año 1900, *no* es lo posteriormente presentado como *genética clásica*.

Hugo de Vries (1848-1935), que fue el primero en hablar con el nacimiento del siglo XX de la “ley de la segregación de los híbridos” (Vries, 1900a, b, c) y en señalar a Mendel como su descubridor¹⁰, se refería en dicha ley a la segregación de las *características*¹¹ y no de unidades hereditarias (“genes” o “factores”), a pesar de que él ya había aceptado su existencia en la teoría de la pangénesis, en donde las denomina “pangenes” (Vries, 1889), y alude a ellas en sus trabajos “redescubridores” (Vries, 1900a, b, c),

¹⁰ En Vries (1900b, c), pero no, debido a su brevedad, en Vries (1900a) que, a pesar de haber sido escrito posteriormente, fue el primero en ser publicado.

¹¹ “En la formación del polen y de los óvulos, las dos características antagónicas se separan. En ello siguen, en la mayoría de los casos, leyes simples del cálculo de probabilidad” (Vries, 1900a, p. 84).

y de sostener que “[e]n el híbrido yacen ambas propiedades antagónicas la una al lado de la otra como *Anlagen* [*capacidades* o *disposiciones*]” (Vries, 1900b, p. 86), considerando que la ley de la segregación de los híbridos “posee una importancia fundamental para el estudio de las unidades de las que están compuestas las características de la especie” (Vries, 1900b, p. 90). El procedimiento habitual utilizado por de Vries era el de informar sobre los porcentajes de individuos que mostraban una característica determinada, pero no sobre sus proporciones relativas. Los valores esperados son igualmente dados como porcentajes, en lugar de serlo como proporciones numéricas. Por otro lado, en los artículos “redescubridores” de Vries no considera que las características se encuentren necesariamente por pares en las células somáticas: en los híbridos “verdaderos” o “auténticos” sí están apareadas (representándolas mediante D^2 y R^2 o, alternativamente, d^2 y r^2 , en donde D o d simbolizaba la característica dominante, visible o activa, y R o r , la recesiva o latente) y se comportan de acuerdo con la ley de la segregación de Mendel; mientras que en los híbridos “falsos” o “inauténticos”, más tarde llamados por él “unisexuales” – p.e. en los de *Hieracium*, también estudiados por Mendel (1869) – no lo están y se comportan de acuerdo con otras reglas. Además, de Vries elevó en los artículos “redescubridores” el concepto de dominancia al rango de regla o ley, pues el siguiente enunciado: “*De los dos caracteres antagónicos, el híbrido lleva siempre sólo uno, y ése en desarrollo completo. Así, en este punto, él [el híbrido] no se distingue de uno de los dos padres. En ellos no aparecen formas intermedias*” (Vries, 1900a, p. 84) tenía para él validez en todos los híbridos “verdaderos” o “auténticos” (fueran monohíbridos, dihíbridos o polihíbridos), al igual que la ley de la segregación.

Carl Correns (1864-1933), por su parte, utiliza la expresión “regla de Mendel” para referirse a una formulación general que incluye tanto a la “ley de segregación” de de Vries, para los casos monohíbridos, como a su generalización para los casos di- y trihíbridos, comenzando a separar claramente entre las características o rasgos, por un lado, y las entidades responsables de ello, por el otro, que él también denomina, siguiendo la terminología de su maestro y corresponsal de Mendel, Carl von Nägeli, “*Anlage*”, y planteando que éstas siempre se encuentran por pares en las células somáticas, aun cuando no utilizara el modo de escritura habitual posterior AA para los homocigotos dominantes, Aa para los heterocigotos y aa para los homocigotos recesivos, ni hiciera un uso consistente de la terminología (Correns, 1900a). Sin embargo, la denominación de “regla de Mendel” se debe a que Correns consideraba que ésta, como todas las reglas, y a dife-

rencia de las leyes, poseía un ámbito limitado y no universal de validez (Correns, 1900b, p. 22). En Correns también encontramos el origen de la “historia oficial” de la genética, cuando neutraliza la disputa por la prioridad del descubrimiento, tanto de los resultados de los cruzamientos con arvejas como de su explicación, que hubiera podido surgir fundamentalmente entre él y de Vries, al atribuírselo a un investigador anterior, Mendel, si bien reconociendo al mismo tiempo que la explicación dada por éste era la misma que la proporcionada por ellos, sólo “hasta donde era posible en 1866” (Correns, 1900a, p. 158), y al ser el primero en hablar de un “redescubrimiento” con referencia a lo planteado en los trabajos suyos, de de Vries y de Tschermak (Correns, 1900a, p. 159).

Por último, Erich Tschermak (1871-1962) no interpretó el trabajo de Mendel del modo en que se lo interpreta habitualmente, sino que permanece en el nivel puramente descriptivo de las características – como reconoce muchos años después (Tschermak, 1925) –, aunque sólo encontrando dominancia *casi* exclusiva de una de las características en la generación F_1 (Tschermak 1900a), y sin presentar proporciones definidas constantes entre ellas, sino 2,8:1, 3,1:1 (Tschermak, 1900a, c) y 3:1 para los cruzamientos con monohíbridos en la generación F_2 (Tschermak, 1900a), y 8,3:3:2,6:1 para los cruzamientos con dihíbridos en F_2 (Tschermak, 1900a), y aun los porcentajes 57 % y 43,5 % para casos de cruzamientos retrógrados¹² (Tschermak, 1900a, b, c). Además, no pudo encontrar una regla o ley simple para cubrir todos estos resultados, ni postuló la existencia de proporciones teóricas, además de las empíricas. Por ello es que afirma que el mayor aporte realizado por Mendel consistió en su concepción de la relación dominancia-recesividad, a la cual se refiere como al “enunciado [...] del desigual valor de acuerdo con leyes de las características para la herencia” (Tschermak 1900a, p. 553, 1900c, p. 594) o a “la teoría del distinto valor de acuerdo con leyes de las características para la herencia” (Tschermak 1902, p. 783). Sin embargo, es digno de mencionarse que el concepto de dominancia de Tschermak es distinto al de Mendel o al que luego fuera adoptado en la llamada “genética clásica”. Por un lado, no parecía disponer de un concepto de dominancia bien delineado o inequívoco – como parece que debería serlo al menos en la llamada “dominancia completa” – ni que la presencia de “transiciones” implique la carencia de dominancia (Tschermak, 1900b). Por otro lado, cuando se refiere a los cruzamientos

¹² Esto es, de individuos de la generación F_1 con progenitores recesivos.

recíprocos, Tschermak – en abierta oposición a Mendel, quien había mostrado que los resultados de fertilizaciones recíprocas eran idénticos, y a los otros “redescubridores” – subraya la influencia desigual de las semillas y polen progenitoras (Tschermak, 1900a, b, c), obteniendo así, según afirma, resultados distintos a partir de dichos cruzamientos. Por último, y más importante aún, los resultados empíricos y la dominancia – a la que también se refiere utilizando el término “prevalencia” y el correlativo “prevaleciente” – eran interpretados por Tschermak en términos del diferente “valor” o “potencia hereditaria” de las diversas características (Tschermak, 1900a, b). La “prevalencia” de una característica determinada es la demostración de la dominancia de ella. Si es la característica con la mayor potencia la que es transmitida, se mostrará dominancia completa; mientras que si lo es la de menor potencia, dicha característica no aparecerá en lo absoluto. Si ambas características son igualmente potentes, aparecerán ambas en igual número, y entonces será esa una forma de transición. En esa clase de sistemas se medirá la dominancia de una característica en relaciones numéricas, que, a su vez, no constituirán una propiedad permanente de tal característica, sino que ésta puede variar ampliamente.

Luego de lo dicho, parecería más razonable considerar a de Vries, Correns y Tschermak como trabajando en un período de investigación “desorganizada” con intentos en direcciones diferentes, más que como “redescubridores”, simultáneos e independientes, del trabajo de Mendel y/o de la genética clásica.

5 WILLIAM BATESON, LA EMERGENCIA DE LA GENÉTICA Y EL “MENDELISMO”

La “historia oficial” afirma que, en el año 1900, y mientras el trabajo de Mendel era “redescubierto”, Bateson lee en Inglaterra el artículo de Mendel, reconoce inmediatamente su importancia, y empieza a difundirlo, de forma tal que Mendel es festejado como el padre de la genética y se le asegura, de este modo, un lugar en la historia de la ciencia.

En realidad, la genética cristalizó como disciplina biológica separada dificultosamente, a través del trabajo de William Bateson (1861-1926) y sus colaboradores. Esto no sucedió ni de un día para el otro, ni sin oposición. Por el contrario, este es un proceso que tuvo lugar durante gran parte de la

primera década del siglo XX¹³ y en donde el llamado “mendelismo” de Bateson tuvo que afirmarse frente a otras perspectivas que entonces también abordaban el problema de la herencia, tales como la biometría, la citología y la embriología experimental.

Uno de los cambios ocurridos durante ese período tiene que ver con el problema central al cual quiere dársele respuesta y a la consiguiente restricción del campo de aplicación. Las cuestiones de la variación y la herencia ganan independencia gradualmente con relación a la problemática evolutiva y embriológica, hasta tal punto que pasan a constituir un nuevo dominio, una nueva disciplina, la genética¹⁴.

El camino a la claridad teórica no fue sencillo en genética, así como tampoco fue alcanzado inmediatamente, sino sólo en el transcurso del tiempo y a través de constantes propuestas, contrapropuestas, discusiones y modificaciones que tuvieron lugar dentro de la comunidad científica. Y a pesar de que Bateson tenía una concepción distinta a la que en los libros de texto de la actualidad se describe con el nombre de “genética clásica”, aportó mucho a ese proceso y desarrolló, aproximadamente desde 1905, una teoría de la herencia basada en factores – el “mendelismo”¹⁵ – que,

¹³ Previo a que Bateson tuviera conocimiento sobre la ley de la segregación a través de Vries (1900a), no estaba convencido de ninguna de las teorías de la herencia propuestas por entonces; si bien aceptaba que la ley de Galton de la herencia ancestral tenía aplicaciones, consideraba abierta la cuestión de hasta qué punto era válida. Luego de tomar conocimiento de la ley de la segregación, Bateson encuentra que la ley de Galton de la herencia ancestral no es aplicable a todos los casos que muestran dominancia, al menos en la forma en que se la presenta habitualmente: dichos casos son explicados con ayuda de la ley de la segregación de de Vries, que requiere para su formulación – según afirma Bateson entonces – sólo una modificación de la ley de Galton. Dos años más tarde pensó Bateson, en contra de lo anterior, que las leyes anteriormente citadas no eran teóricamente conciliables, y que, por lo tanto, no se trataba más de decir cuál de las leyes se subordinaba a cuál, sino, antes bien, de determinar en qué medida el campo de aplicación – la herencia por mezcla, que no muestra dominancia – hasta ese entonces aceptado de una de las leyes – la de Galton – lo sería en realidad de la otra – la de Mendel.

¹⁴ El término “genética” fue utilizado por Bateson por primera vez en una carta dirigida al zoólogo de Cambridge Adam Sedgwick en 1905 y en 1906 en un medio público, a resultas de lo cual la “Third Conference on Hybridisation and Plant-Breeding” fue rebautizada para la publicación de sus actas como “Third International Conference on Genetics”, para referirse a la elucidación de los fenómenos de la herencia y la variación.

¹⁵ 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 y se continuó utilizando posteriormente

hasta el surgimiento de la teoría de Morgan y sus discípulos, fue sinónimo de “genética”. Según ella, las características no son literalmente transmitidas por los gametos. Los responsables por la transmisión y consiguiente aparición de ciertos rasgos o características son determinados elementos o unidades, denominados “caracteres-unidad” (“unit-characters”) primero y “factores” luego, que se transmiten de padres a hijos en las células germinales o gametos durante la fecundación. En el individuo dichos factores se encuentran por pares (llamados “alelomorfos”¹⁶ y siendo obtenidos uno por cada progenitor), mientras que durante la formación de gametos éstos se separan (“segregan”), encontrándose así un solo factor aleomorfo por gameto. En ella se plantea entonces una clara distinción entre las características hereditarias, por un lado, y las unidades hereditarias o factores responsables de dichas características, por el otro, aun cuando su naturaleza (material o no)¹⁷ sea desconocida.

La hipótesis factorial estuvo en Bateson asociada desde el comienzo a otra hipótesis, característica del mendelismo, denominada “de la *presencia-y-ausencia*”, según la cual, los dos únicos estados posibles de cualquier factor presente en el gameto son o bien su presencia o bien su ausencia. Cuando el factor está presente, se manifiesta el carácter por él determinado; cuando el factor está ausente, algún otro carácter oculto previamente es susceptible de manifestarse. Bajo esta interpretación, la hipótesis factorial explica sin dificultades las proporciones 3:1 de los cruzamientos monohíbridos. Y si se supone que los factores se heredan de forma completamente libre e independiente los unos de los otros, también se pueden explicar las pro-

te 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 en genética.

¹⁶ Con ayuda de los conceptos de carácter y caracteres-unidad, introduce, en 1902, los términos “homocigoto” y “heterocigoto”, para aquellos individuos que poseen en el cigoto dos gametos o bien del mismo tipo (con el mismo carácter-unidad) o bien de un tipo distinto (con caracteres-unidad diferentes). La expresión “aleomorfo” – más tarde abreviada por Morgan y colaboradores a “alelo”, designando los estados alternativos de un gen – fue introducida originalmente para referirse a un par de caracteres-unidad diferenciales observables. A partir de 1905 se consideran individuos homocigotos aquellos que poseen en el cigoto (factores) alelomorfos del mismo tipo y heterocigotos aquellos que poseen (factores) alelomorfos distintos.

¹⁷ Coleman (1970), por ejemplo, sugiere que las preferencias de Bateson estaban del lado de la naturaleza no-materialista de estas entidades postuladas. Por otro lado, no parecían así las preferencias del más cercano colaborador de Bateson (ver Punnett, 1907, p. 24).

porciones 9:3:3:1, 27:9:9:3:3:3:1, etc., de los cruzamientos dihíbridos, trihíbridos, etc., de un modo sencillo. Del mismo modo, la hipótesis de la presencia-y-ausencia permite interpretar y comprender la interacción de los factores, es decir, que los factores no sólo son elementos subyacentes separados con efectos individuales y aislados, sino que también pueden interactuar entre sí, y de este modo dar lugar a caracteres completamente nuevos, como en el caso de la cresta de los gallos, o dar lugar a las proporciones 9:4:3 y 9:7 de los cruzamientos dihíbridos (Bateson & Punnett, 1905, Bateson, 1909). También le permite a Bateson tratar algunas de las excepciones, transformando en éxitos los aparentes fracasos. Así, cuando Bateson, Saunders y Punnett (1905) hallaron casos en cruzamientos dihíbridos, en los que las proporciones numéricas en F₂ se apartaban por completo de la proporción habitual 9:3:3:1, explicaron dichas proporciones a través de lo que denominaron “acoplamiento” y “repulsión” de los factores¹⁸.

Al mismo tiempo en que Bateson desarrolla, de 1905-6 a 1909-10, el esquema conceptual conocido con el nombre de “mendelismo”, amplía su campo de aplicaciones, primero a los caracteres denominados “discontinuos” y luego también a los denominados “intermedios” o “continuos”, dentro del reino vegetal y, conjuntamente con el francés Cuénot, del reino animal, y desarrolla una creciente confianza en dicha conceptualización y en la “promesa” de ésta para el trabajo de investigación fructífero.

Del modo así relatado, se obtiene la cristalización del primer programa de investigación, paradigma o teoría en genética.

6 THOMAS HUNT MORGAN Y EL INICIO DE LA GENÉTICA CLÁSICA

La “historia oficial” de la genética concluye afirmando que, diez años después de llevarse a cabo el “redescubrimiento” de Mendel y de que Bateson se “convirtiera” al “mendelismo”, Morgan y sus discípulos se incorporan a la investigación básica en genética, y relacionándola con los conocimientos de entonces de la citología, investigan y explican las aparentes excepciones, amplían su campo de aplicación, y ayudan así a conformar a la

¹⁸ A partir de 1911, Bateson intentó explicar los fenómenos de acoplamiento y repulsión mediante una segregación de los pares de factores, que tendría lugar durante los primeros estados embrionales de la planta, y de la reproducción (*reduplicación*) de ciertos tipos de gametos durante su formación (*teoría de la reduplicación*), es decir, mediante hipótesis citológicas (Bateson & Punnett, 1911a, b).

genética llamada “formal”, “clásica” o “mendeliana” como a la teoría de la herencia universalmente reconocida.

Thomas Hunt Morgan (1866-1945), que comenzó trabajando en embriología experimental (1895-1902) y después continuó en evolución, y en especial en la relación de la herencia y la citología con el problema de la determinación del sexo (1903-1910), desarrolla junto a sus discípulos y colaboradores Sturtevant, Bridges y Muller, a partir de 1910, la teoría genética que devendría estándar en el período clásico (hasta ca. 1939), y que sería conocida con el nombre de “teoría del gen” o, simplemente, “genética clásica”, “formal” o “mendeliana”.

Morgan (1913) fue el primero en utilizar el término “transmisión independiente”. También fue el primero (Morgan, 1919) en hablar explícitamente de dos leyes, “la ley de la segregación de los genes” y “la ley de la transmisión independiente de los genes”, atribuyéndole su descubrimiento a Mendel, y refiriéndose a ellas como “primera ley de Mendel” y “segunda ley de Mendel”, respectivamente, formulándolas de la manera que es estándar en la literatura genética. En esta formulación, las leyes no se refieren a las características o a los caracteres-unidad, sino a los *factores* o a aquello que desde la propuesta de Johannsen (1909) se denominaría *genes*¹⁹.

Entre 1910 y 1915, el grupo de la *Drosophila* trabajaría en al menos las dos siguientes direcciones: 1) distintas líneas de investigación, que ampliaron y modificaron las “leyes de Mendel”, a través de la postulación de alelos múltiples, de factores múltiples y del principio de enlace y 2) la construcción de mapas genéticos – también llamados “mapas cromosómicos”.

La *genética clásica*, en la forma desarrollada por Morgan y colaboradores, debió al principio afirmarse *en contra del mendelismo* de Bateson²⁰, y si bien su relación conceptual con la de Bateson era realmente fuerte, ambas teorías son *distintas*. La *diferencia* fundamental, aunque no exclusiva, entre ellas se da

¹⁹ Aun cuando para éste la palabra “gen” se encontrara libre de toda hipótesis referente a su naturaleza (Johannsen, 1909, 1911) y en Morgan y colaboradores se pensara en los genes como entidades físicas (materiales), en especial como partículas discretas de, en o sobre, los cromosomas. Otros términos propuestos por Johannsen y adoptados por la genética clásica fueron los de “fenotipo” y “genotipo”, entendiéndose por el primero el conjunto de rasgos o características de un individuo y por el segundo el conjunto de genes o factores alelos de un individuo.

²⁰ 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 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 alternativas²¹. 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.

De este modo, 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 colaboradores debería ser considerado un programa de investigación, paradigma o teoría sucesor.

7 ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS DISTINTAS TEORIZACIONES

Mendel presenta sus resultados, y los sistematiza en “la ley encontrada en *Pisum*”, mediante ciertos conceptos que, si los agrupamos en una estructura, pueden ser representados del siguiente modo: $\langle J, P, APP, MAT, DIST \rangle$, 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 cruce que le asigna a dos padres cualesquiera su descendencia y $DIST$ las frecuencias relativas de las características observadas en la descendencia. Los cuatro primeros de estos conceptos no son ajenos a las tradiciones de los “criadores” y de los “hibridistas”; el que sí es “novedoso” (ver nota 4) es el que representa el análisis estadístico que lleva a cabo de los cruces y proporciona las frecuencias relativas de las características obser-

²¹ Además, también hay diferencias entre la teoría de Bateson y la de Morgan en lo siguiente: mientras que para Bateson los factores son entidades presentes en los gametos, pero cuya naturaleza podría no ser material, para Morgan son partículas discretas de naturaleza física o material, que se encuentran presentes en los cromosomas.

vadas en la descendencia: la función *DIST*, que describe la transición de las características de los progenitores a distribuciones de características en la descendencia. Por otro lado, introduce otro término nuevo, el de “elemento” o “elemento celular”, que refiere a la entidad en cuya “constitución y agrupamiento” pretende fundamentar y explicar tanto “la ley” que propone “sobre la formación y la evolución de los híbridos”, y que rige el comportamiento de los “híbridos variables”, como la existencia de los “híbridos constantes”. De este modo, si representáramos todos los conceptos que ocurren en la obra de Mendel mediante una estructura del siguiente tipo $\langle J, P, E, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$, *J*, *P*, *APP*, *MAT* y *DIST* simbolizarían lo ya dicho, mientras que *E* simbolizaría el conjunto de los elementos, y, para que éstos cumplan su cometido, también una función *DET*, que simbolizaría las relaciones postuladas entre los elementos y las características, y una función *COMB*, las distribuciones de los elementos en la descendencia, recordando que “sólo los [elementos] diferenciales se excluyen mutuamente” y que en los “híbridos *constantes*” tiene lugar una *unión duradera* de los elementos celulares diferentes.

Si ahora nos preguntamos qué ocurrió luego en la historia de la genética, constatamos que no todos los términos básicos principales o característicos propuestos por Mendel pasaron a formar parte del vocabulario “notórico” (en terminología de la concepción estructuralista) o “disponible antecedentemente” (Hempel, 1966) para los que trabajaron después, pero sí un gran número de ellos, a saber: aquellos utilizados para expresar los resultados obtenidos tanto en los “híbridos variables” como en los “híbridos constantes”. De hecho, las regularidades empíricas encontradas por Mendel, y sistematizadas en “la ley encontrada en *Pisum*”, pasan a constituir (parte de) la “base empírica” de las teorizaciones posteriores. Los resultados de Mendel, obtenidos en determinado contexto teórico y problemático, fueron así incorporados o, mejor, subsumidos, sin cambios, en las teorizaciones posteriores, desarrolladas en distintos contextos de aquel en el que trabajara Mendel, proporcionándoles el instrumental conceptual por medio del cual formular los sistemas empíricos a los que los “redescubridores” – al menos de Vries y Correns, ya que en Tschermak no está tan claro el uso apropiado de métodos estadísticos en la presentación y análisis de sus resultados –, así como también Bateson y Morgan, querían aplicar sus teorías, o sea, para expresar aquello de lo que pretendían dar cuenta, aquello que querían explicar y predecir. Es así que el trabajo de Mendel es “leído” por los investigadores posteriores en un contexto distinto en el que

fuera producido, en parte “recortándolo” y en parte “resignificándolo”. Las teorizaciones que éstos desarrollan son acerca de la transmisión de características hereditarias, en la cual se sigue la herencia de diversas características de generación en generación de individuos que se cruzan y en donde se discernen razones numéricas (frecuencias relativas) en la distribución de esas características en la descendencia de los individuos. Los sistemas empíricos de esta clase pueden representarse mediante estructuras, digamos y , como las señaladas en primer lugar con relación a Mendel, del siguiente tipo: $\langle J, P, APP, MAT, DIST \rangle$, en donde los distintos componentes se interpretan del modo ya indicado. Estructuras así, en donde figuran los conceptos que son no-teóricos para dichas teorías, como decíamos, posibilitan la representación de los sistemas a los cuales pretenden aplicarse (las *aplicaciones intencionales*) y a los que se supone ya se han aplicado (las *aplicaciones consideradas exitosas*, tales como las proporcionadas por las arvejas, género *Pisum*, investigadas por Mendel).

El término básico descriptivo principal, teórico (en sentido estructuralista), que figura en la propuesta de Mendel y que no es incorporado en las teorizaciones posteriores, es el de “elemento”. Si bien es cierto que en dichas teorizaciones – con la excepción de la de Tschermak, que apela al (mayor o menor) “valor” o “potencia” de las características – ocurren términos que juegan un papel análogo al que éste juega en la de Mendel – “pangén”, en la de Vries, “Anlage”, en la de Correns, “factor”, en la de Bateson, y “factor” o “gen” en la de Morgan –, ya nos hemos encargado de subrayar la distinta naturaleza de las entidades a las que refieren dichos términos. Además, también fue señalada otra diferencia, a saber: que mientras que en Mendel “la ley” que propone “sobre la formación y el desarrollo/evolución de los híbridos”, que viene formulada como una distribución de las características de los individuos progenitores en la descendencia, es fundamentada y explicada por la naturaleza y comportamiento (“constitución y agrupamiento”) de los elementos, en los autores posteriores la regla o ley (o leyes) que proponen (y que relacionan con Mendel) está por lo general formulada en términos de esas entidades semejantes, aunque claramente distintas, a los elementos de Mendel, y no son ellas las que requieren fundamentación y explicación, sino que ellas mismas son las que explican el comportamiento de las características poseídas por los individuos (su distribución, dada mediante frecuencias relativas, en la descendencia), gracias a la relación que guardan con las características las entidades que postulan y al modo en que éstas se distribuyen en la descendencia.

Si representáramos los marcos conceptuales de las teorizaciones desarrolladas por los autores mencionados más arriba mediante estructuras de cierto tipo, digamos x , obtendríamos lo siguiente. Para el caso de de Vries, y en la medida en que vayamos más allá del plano no-teórico (o “empírico”), estructuras del tipo $\langle J, P, PAN, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$, en donde J, P, APP, MAT y $DIST$, reciben la interpretación ya dada, y PAN se debe interpretar como un conjunto de *pangenes*, DET , como una *función que asigna características a los pangenes* y $COMB$, como una *función que representa la transición de pangenes paternos a pangenes en la descendencia*.

En relación con Correns, las estructuras que representan su marco conceptual son del siguiente tipo: $\langle J, P, ANL, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$, donde J, P, APP, MAT y $DIST$ se interpretan del modo ya indicado, en tanto que ANL se debe interpretar como un conjunto de *Anlagen*, DET , como una *función que asigna características a pares de Anlagen* y $COMB$, como una *función que representa la transición de Anlagen paternos a Anlagen en la descendencia*.

Con respecto a Tschermak, y siempre y cuando sea susceptible de ser reconocido un cuerpo teórico estructurado, tendríamos estructuras del tipo siguiente: $\langle J, P, POT, APP, MAT, DIST, DET \rangle$, en las que J, P, APP, MAT y $DIST$ podrían interpretarse de la manera ya señalada (en tanto tengamos distribuciones precisas de las características de los individuos paternos en la descendencia), mientras que POT es una *relación que ordena las características según su mayor o menor valor o potencia* y DET es una *función que asigna características a características, dependiendo de su valor o potencia*.

Con relación al marco conceptual del “mendelismo” de Bateson, puede representarse mediante estructuras como la siguiente: $\langle J, P, F, APP, MAT, DIST, DET, COMB \rangle$, en donde J, P, APP, MAT y $DIST$ se interpretan del modo ya habitual, F , como un conjunto de *factores* que sólo poseen dos formas alternativas, dos “alelomorfos” – presencia y ausencia –, DET , como una *función que asigna características a pares de factores* y $COMB$, como una *función que representa la transición de factores paternos a factores en la descendencia*.

Por último, respecto de Morgan y la genética clásica, su marco conceptual se puede representar por medio de estructuras del siguiente tipo: $\langle J, P, G, APP, MAT, DIST, DET, COMB, h \rangle$, con J, P, APP, MAT y $DIST$ interpretadas de la manera usual, pero con G interpretada como un conjunto de *factores* o *genes* que pueden poseer distintas formas alternativas, aunque vengan dadas por pares en los individuos, llamadas “alelos”, DET , como una *función que asigna características a pares de factores* o *genes*, $COMB$, como una

función que representa la transición de factores o genes paternos a factores o genes en la descendencia, y h es una función de mapa genético, que representa los factores o genes 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.

Todas estas estructuras constituyen extensiones teóricas de aquellas que permiten la representación de los sistemas a los cuales las respectivas teorías pretenden aplicarse, 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 de ellas. Todas las teorizaciones presentadas, incluida la de Mendel, entonces, tienen *los mismos conceptos no-teóricos* y, con la eventual salvedad ya comentada de Tschermak, *la misma “metodología”* (los mismos métodos de determinación de la extensión de dichos conceptos y así de los sistemas a los cuales pretenden aplicarse, es decir), *las mismas representaciones de las aplicaciones intencionales* (si bien éstas, consideradas en particular, no sean idénticas, aunque se solapen de modo tal que la intersección en la sucesión de ellas no sólo no es vacía, sino que hay algunas que son compartidas por todas las distintas teorizaciones) y aquello a lo que se supone ya se han aplicado las anteriores (las *aplicaciones* consideradas *exitosas*) es conservado y acrecentado en las teorizaciones posteriores.

Por otro lado, las teorizaciones presentadas poseen *diferentes conceptos teóricos* y, de esta manera, *diferentes marcos conceptuales* (aunque, con excepción eventualmente de la de Morgan, las estructuras que los representan posean el mismo tipo lógico). En la medida en que los distintos conceptos teóricos aparecen, éstos juegan el mismo papel en las diferentes teorizaciones, a saber: dar cuenta o explicar los sistemas empíricos conceptualizados mediante los conceptos que comparten con aquéllos presentes en Mendel, haciéndolo, además, de la misma manera: la ampliación de los sistemas empíricos mediante tales conceptos es tal que las frecuencias relativas de características en la descendencia concuerda, aproximadamente, con las probabilidades postuladas de distribución de los componentes teóricos, dadas ciertas relaciones, igualmente postuladas, entre las características y dichos componentes.

Esto que acabamos de enunciar puede ser considerada la aserción empírica asociada con la *forma general de una ley altamente esquemática compartida* por todas las teorizaciones presentadas. No obstante, a pesar de tal señalamiento, dichas teorizaciones *difieren* entre sí *respecto de las leyes* en tres as-

pectos importantes: 1) cuáles son los *componentes teóricos* que se postulan para dar cuenta de las frecuencias relativas de las características (los sistemas “empíricos”), y así en 2) la *forma particular* que adopta dicha ley esquemática, y 3) el modo en que formulan *leyes más específicas*, tales como las que le adjudican a Mendel. Por otro lado, siendo los componentes teóricos distintos en las diferentes teorizaciones analizadas, y debido a que los métodos de determinación de la extensión dichos conceptos teóricos vienen dados fundamentalmente por (el uso esencial de) la(s) (forma(s) particular(es) adoptada(s) por la(s)) ley(es) fundamental(es)²², debería ser considerada igualmente *distinta esta parte “metodológica”* (la parte correspondiente a los componentes teóricos).

8 CONSIDERACIONES FINALES

El análisis presentado, basado en las condiciones propuestas para la individuación de teorías, aun cuando incompleto (ya que no fueron incluidas en nuestro tratamiento las relaciones interteóricas), posibilita capturar y precisar la idea de que entre las sucesivas teorizaciones desarrolladas a lo largo de aquello que se presenta como perteneciente a la historia de la genética clásica ni las continuidades son tan grandes, como para poder analizar de manera plausible estos episodios como casos de cambio *intrateórico*, ni lo son las discontinuidades, como para que resulte satisfactorio el análisis en términos de cambio *interteórico* completo y radical, en ninguno de los niveles: conceptual, metodológico y aplicativo. Más bien, en la historia de la genética constatamos tanto continuidades como discontinuidades y rupturas, claramente identificadas, aprehendidas y especificadas con el instrumental de análisis propuesto. Así, vimos cómo la filosofía de la ciencia, en particular la filosofía *diacrónica* de la ciencia, puede ayudar a comprender mejor a la historia de la ciencia, aun cuando sea en un nivel *cinemático*²³. Un análisis similar de otros episodios pertenecientes a la historia de la ciencia ya fue realizado utilizando las mismas herramientas analítico-

²² En estas teorizaciones, y de manera peculiar, también juegan un papel importante en dicha determinación las relaciones esenciales (los llamados “vínculos interteóricos”) que éstas guardan con otras teorías y que en este trabajo, como ya anticipáramos, dejaremos de lado.

²³ Cualquier análisis de las causas, razones, motivos o factores de los cambios, e.e. cualquier análisis dinámico que quiera realizarse de este episodio, deberá presuponer, por otro lado, el análisis cinemático aquí presentado.

conceptuales aquí presentadas y empleadas (en Moulines, 1975 de la mecánica clásica de partículas, en Moulines, 1979 de la termodinámica del equilibrio simple, en Bartelborth, 1988 de la electrodinámica y en Gähde, 1992 del utilitarismo). Esperamos con este trabajo haber motivado a otros para que continúen emprendiendo tal tipo de análisis.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BALZER, Wolfgang; DAWE, Christopher M. *Models for genetics*. München: Institut für Philosophie, Logik und Wissenschaftstheorie, 1990.
- BALZER, Wolfgang; LORENZANO, Pablo. The logical structure of classical genetics. *Zeitschrift für allgemeine Wissenschaftstheorie* **31**: 243-266, 2000.
- BALZER, Wolfgang; MOULINES, C. Ulises; SNEED, Joseph D. *An architecture for science. The structuralist program*. Dordrecht: Reidel, 1987.
- BARTELBORTH, Thomas. *Eine logische Rekonstruktion der klassischen Elektrodynamik*. Frankfurt am Main: Peter Lang, 1988.
- BATESON, William. *Materials for the study of variation, treated with special regard to discontinuity in the origin of species*. London: Macmillan and Co., 1894.
- . *Mendel's principles of heredity. A defence*. Cambridge: Cambridge University Press, 1902.
- . Letter to Adam Sedgwick from 18.4.1905, 1905. P. 93, en: BATESON, Beatrice. *William Bateson, F.R.S., naturalist. His essays & addresses together with a short account of his life*. Cambridge: Cambridge University Press, 1928.
- . A text book of genetics. Review of J.P. Lotsy's *Vorlesungen über Deszendenztheorien*, 1 Theil, Jena, 1906. *Nature* **74**: 146-147, 1906.
- . *Mendel's principles of heredity*. 1ª ed. Cambridge: Cambridge University Press, 1909.
- BATESON, William; PUNNETT, Reginald Crundall. A suggestion as to the nature of the 'walnut' comb in fowls. *Proceedings of the Cambridge Philosophical Society* **13**: 165-168, 1905.
- . On gametic series involving reduplication of certain terms. *Journal of Genetics* **1**: 293-302, 1911 (a).
- . On the Interrelations of Genetic Factors. *Proceedings of the Royal Society B* **84**: 3-8, 1911 (b).
- BATESON, William; SAUNDERS, Edith Rebecca; PUNNETT, Reginald Crundall. Further Experiments on inheritance in sweet peas and stocks: preliminary account. *Proceedings of the Royal Society B* **77**: 236-238, 1905.

- COLEMAN, William. Bateson and chromosomes: conservative thought in science. *Centaurus* **15**: 228-314, 1970.
- CORRENS, Carl. G. Mendels Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde. *Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft* **18**: 158-168, 1900 (a).
- . Gregor Mendel's 'Versuche über Pflanzen-Hybriden' und die Bestätigung ihrer Ergebnisse durch die neuesten Untersuchungen. *Botanische Zeitung* **58**: 229-235, 1900 (b).
- DÍEZ, José Antonio; LORENZANO, Pablo. La concepción estructuralista en el contexto de la filosofía de la ciencia del siglo XX. Pp. 13-78, *en*: DÍEZ, José Antonio; LORENZANO, Pablo (eds.). *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmas; Universidad Autónoma de Zacatecas; Universidad Rovira i Virgili, 2002.
- DÍEZ, José Antonio; Moulines, C. Ulises. *Fundamentos de filosofía de la ciencia*. Barcelona: Ariel, 1997.
- GÄHDE, Ulrich. Zum Wandel des Nutzenbegriffs im klassischen Utilitarismus. Pp. 83-110, *in*: GÄHDE, Ulrich (Hrsg.). *Der klassische Utilitarismus: Einflüsse, Entwicklungen, Folgen*. Berlin: Akademie Verlag, 1992.
- HEMPEL, Carl Gustav. *Philosophy of natural science*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall, 1966.
- JOHANNSEN, Wilhelm. *Elemente der exakten Erbliehkeitslehre*. Jena: Gustav Fischer, 1909.
- . The genotype conception of heredity. *American Naturalist* **45**: 129-159, 1911.
- LORENZANO, Pablo. *Geschichte und Struktur der klassischen Genetik*. Frankfurt am Main: Peter Lang, 1995.
- . Hacia una nueva interpretación de la obra de Mendel. Pp. 220-231, *en*: MOREY, Patricia; AHUMADA, José (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, 1997.
- . Acerca del 'redescubrimiento' de Mendel por Hugo de Vries. *Epistemología e Historia de la Ciencia* **4**: 219-229, 1998.
- . Carl Correns y el 'redescubrimiento' de Mendel. *Epistemología e Historia de la Ciencia* **5**: 265-272, 1999.
- . Classical genetics and the theory-net of genetics. Pp. 251-284, *en*: BALZER, Wolfgang; MOULINES, C. Ulises; SNEED, Joseph D.

- (eds.). *Structuralist knowledge representation: paradigmatic examples*. Amsterdam: Rodopi, 2000 (a).
- . Erich Tschermak: supuesto ‘redescubridor’ de Mendel. *Epistemología e Historia de la Ciencia* **6**: 251-258, 2000 (b).
- . La teoría del gen y la red teórica de la genética. Pp. 285-330, en: DÍEZ, José Antonio; LORENZANO, Pablo (eds.). *Desarrollos actuales de la metateoría estructuralista: problemas y discusiones*. Quilmes: Universidad Nacional de Quilmas; Universidad Autónoma de Zacatecas; Universidad Rovira i Virgili, 2002 (a).
- . Max Wichura, Gregor Mendel y los híbridos de sauce. *Epistemología e Historia de la Ciencia* **8**: 210-217, 2002 (b).
- . An analysis of the work of Joseph Gottlieb Kölreuter and its relation to Gregor Mendel’s work. Pp. 1147-1158, en: SALDAÑA, Juan José (ed.). *Science and cultural diversity*. México: Universidad Nacional Autónoma de México; Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y de la Tecnología, 2005.
- . La emergencia de un programa de investigación en genética. Pp. 333-360, en: LORENZANO, Pablo; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira; REGNER, Anna Carolina (eds.). *Ciências da vida: estudos filosóficos e históricos*. Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC), 2006.
- MENDEL, Gregor. Versuche über Pflanzen-Hybriden. *Verhandlungen des Naturforschenden Vereins zu Brünn* **4**: 3-57, 1865; reimpresso en *Ostwalds Klassikern der exakten Wissenschaften*, Nr. 6, Braunschweig: Friedr. Vieweg & Sohn, 1970.
- . Über einige aus künstlicher Befruchtung gewonnenen *Hieracium*-Bastarde. *Verhandlungen des Naturforschenden Vereins zu Brünn* **8**: 26-31, 1869.
- MORGAN, Thomas Hunt. Origin of nine wing mutations in *Drosophila*. *Science* **33**: 496-499, 1911.
- . *Heredity and sex*. New York: Columbia University Press, 1913.
- . *The physical basis of heredity*. Philadelphia: Lippincott, 1919.
- . *The theory of gene*. New Haven: Yale University Press, 1926.
- MORGAN, Thomas Hunt; STURTEVANT, Alfred Henry; MULLER, Hermann Joseph; BRIDGES, Calvin Blackman. *The mechanism of Mendelian heredity*. New York: Henry Holt and Company, 1915.
- MOULINES, C. Ulises. A logical reconstruction of simple equilibrium thermodynamics. *Erkenntnis* **9**: 101-130, 1975.

- . Theory-nets and the evolution of theories: the example of Newtonian mechanics. *Synthese* **41**: 417-39, 1979.
- PUNNETT, Reginald Crundall. *Mendelism*. 2^a ed. Cambridge: Macmillan and Co, 1907.
- OLBY, Robert. William Bateson's introduction of Mendelism to England: A reassessment. *British Journal for the History of Science* **20**: 399-420, 1987.
- SAUSSURE, Ferdinand de. *Cours de linguistique générale*. Paris: Payot, 1916.
- TSCHERMAK, Erich. Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. *Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich* **3**: 465-555, 1900 (a).
- . Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* **18**: 232-239, 1900 (b).
- . Über künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*. *Biologisches Centralblatt* **20**: 593-595, 1900 (c).
- . Über die gesetzmässige Gestaltungsweise der Mischlinge. *Zeitschrift für das landwirtschaftliche Versuchswesen in Österreich* **5**: 781-860, 1902.
- VRIES, Hugo de. *Intracellulare pangensis*, Jena: Fischer, 1889; reimpresso en vol. 5, pp. 1-149, in: VRIES, Hugo de. *Opera e periodicis collata*. Utrecht: A. Oosthoek, 1918-1927. 7 vols.
- . Sur la loi de disjonction des hybrides. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences* **130**: 845-847, 1900 (a).
- . Das Spaltungsgesetz der Bastarde (Vorläufige Mittheilung). *Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft* **18**: 83-90, 1900 (b).
- . Sur les unités des caractères spécifiques et leur application a l'étude des hybrides. *Revue Générale de Botanique* **12**: 257-271, 1900 (c).