

ESTE año se ha cumplido el centenario de la presentación ante la Sociedad para el cultivo de las Ciencias Naturales de Brünn (Bruno) capital de Moravia, en el antiguo Imperio Austro-húngaro y en la actual Checoslovaquia, del trabajo fundamental de Gregorio Mendel sobre el modo de heredarse ciertos caracteres peculiares de estirpes puras de guisantes cuando éstas se cruzan entre sí. Mendel puede decirse que contribuyó al progreso de la ciencia con esta sola comunicación, pero en ella resume los resultados de miles de experimentos efectuados reflexivamente a lo largo de ocho años de minuciosa y paciente labor.

Poco sabemos de la personalidad de Johann Mendel que al profesar a los veintidós años en el convento de agustinos de Brünn cambió su nombre por el de Gregor, cuya vida transcurrió en una esfera modesta y sin acontecimientos notorios. Nació en 1822 en el pueblecito de Heinzendorf, en las laderas de los montes de Moravia, y en esta región pasó toda su existencia, con algún corto parentesis (alguna temporada en Viena para estudiar en la Universidad después de haber profesado, y algunos viajes al extranjero ya de abad). Su padre fue un modesto campesino con algunas tierras propias, pero obligado a trabajar tres días por semana en la hacienda de su señor feudal; de él y de su madre —hija de un jardinero apto— se sabe que tenían gran afición a la horticultura y jardinería. Pero, sin duda, el modesto medio en que se desenvolvía esta familia era capaz de apreciar las facultades intelectuales de un muchacho y de alentarlas. Mendel estudió con el consejo de personas cultivadas de su pueblo y con gran sacrificio de su familia. Cuanto sabemos de él nos habla de un muchacho más inteligente que brillante, trabajador y tenaz, pero sumamente nervioso, que fue estimulado en su formación por un ambiente pobre pero con horizonte y enérgico.

En estas condiciones fue atraído Mendel a la vida monástica. El monasterio de agustinos no sólo brindó al joven Mendel, religioso y con inclinación al estudio, un refugio al abrigo de necesidades apre-



años, vemos al buen Mendel, gracias sin duda a su fracasos, entregado, en el pequeño huerto conventual, a los trabajos de hibridación de plantas que le han merecido su gran fama póstuma. Podemos suponerle dentro de la paz de su comunidad, a la que llegaba una conveniente comunicación científica, disfrutando una vida libre de contratiempos y gozosa del ejercicio de un sereno esfuerzo intelectual que fue premiado por una serie de logros evidentes.

Desde 1865, en que comunicó las leyes que llevan su nombre, hasta su muerte (en 1884), Mendel vuelve a debatirse de nuevo penosamente, no con los secretos naturales, sino con las gentes ajenas a su medio inmediato, lucha para la que tan mal dotado estaba. Por una parte tropezó con una total incompreensión de los científicos de su época. Su trabajo pasó inadvertido; el prestigioso botánico Naegeli, con quien sostuvo correspondencia, le incluyó a repetir sus trabajos en una planta en la que el mismo Naegeli estaba interesado por otras razones, que no era nada apropiada para el propósito de Mendel, quien, en su intento de satisfacer a la autoridad académica, hubo de agotar sus últimas ilusiones científicas. Naegeli ni siquiera cita a Mendel en un libro de 800 páginas sobre herencia que publicó en 1884, el año en que murió Mendel. En segundo lugar, en 1868 fue nombrado abad de su monasterio y desde entonces consumió toda su energía, no sólo el gobierno espiritual de su comunidad, sino la tenaz defensa de sus intereses contra el gobierno austriaco que pretendía aumentar sus impuestos; en esta lucha cabe suponer que aplicará gran pasión e inhábil recia y que los disgustos acortaran su vida.

la obra de mendel las leyes mendelianas de la herencia

Expongamos ahora a grandes rasgos qué secretos naturales descubrió este tenaz, modesto y sincero fraile en sus

MENDEL

miantes. El convento de Brünn, aunque sólo compuesto por una docena de monjes, constituía un foco cultural y científico, donde se cultivaban de modo destacado algunas artes y ciencias. En este convento transcurrieron los cuarenta y un años que le faltaban por vivir a Mendel. Quizá convenga distinguir tres épocas en estos años, las tres sin acontecimientos notorios, pero llenas de esfuerzo, de pasión y de vida interior.

Durante el primer periodo (1843-1856), desde sus veintidós años a sus treinta y cinco, Mendel estudió teología, se ordenó sacerdote y fracasó en el trabajo parroquial «especialmente por su gran timidez, que le incapacita para el ejercicio parroquial entre feligreses enfermos». Desde 1849 se le destinó a la enseñanza y Mendel resultó, en cambio, un excelente maestro muy apreciado por los estudiantes; pero tampoco pudo obtener el cargo de docente vitalicio por su incapacidad para pasar sus exámenes en las dos ocasiones en que intentó hacerlo (en 1850 y 1856). En la actividad sacerdotal y al preparar sus cátedras, aplicó gran honestidad, talento y esfuerzo; sin duda, le faltaban facultades secundarias y comunes, un mínimo de serenidad, de aplomo, de habilidad.

En el segundo de los periodos convencionales imaginados (1856-1868), desde sus treinta y cinco a sus cuarenta y seis

A LOS CIEN AÑOS DE LAS LEYES GENÉTICAS DE LA HERENCIA

Por F. GORDON

AL cumplirse el centenario del descubrimiento de las leyes genéticas de la herencia, TRIUNFO ha querido ofrecer a sus lectores una información solvente y rigurosa acerca de la significación de este hecho científico de importancia capital. Para cumplir tal propósito se ha dirigido a una de las personalidades de mayor prestigio en el campo de la investigación científica, el doctor Faustino Córdón, conocido mundialmente por sus trabajos sobre la teoría de la evolución y otros aspectos de la biología. El doctor Córdón prepara actualmente un estudio acerca de la genética desde un punto de vista evolucionista. A continuación publicamos su trabajo «A los cien años de las leyes genéticas de la herencia», escrito especialmente para nuestra revista.

diez años de tranquila dedicación a las plantas. Como hemos dicho, fueron comunicados ante la Sociedad para el cultivo de las Ciencias Naturales de Brünn en dos sesiones de la primavera de 1865 y publicados en la revista de esta sociedad (*Verhand des Naturforschendes Vereins*, Brünn, IV, 3, 1865-1866).

Mendel se propuso entender cómo se heredan (cómo se acusan en la descendencia) los caracteres que distinguen entre sí a las variedades de una especie dada de planta. A este fin, cruzó las variedades (fecundó plantas de una variedad con polen de plantas de la otra y viceversa) como era usual en estos estudios; pero planteó sus experimentos con una aguda intuición y los realizó con técnica impecable, gracias a lo cual obtuvo resultados claros y sorprendentes.

Su intuición rectora principal fue buscar, para cruzarlas, variedades que difirieran entre sí de un modo muy particular. Eligió caracteres distintivos en lo posible sencillos, netos, que difirieran cualitativamente (por un sí o un no) más que cuantitativamente (como grados de una misma cualidad); cruzó, por ejemplo, flores azules X flores blancas, semillas lisas X semillas arrugadas, vainas hinchadas X vainas contraídas, tallos largos X tallos cortos, cotiledones verdes X cotiledones amarillos, etcétera. Procuró elegir caracte-

SIGUE

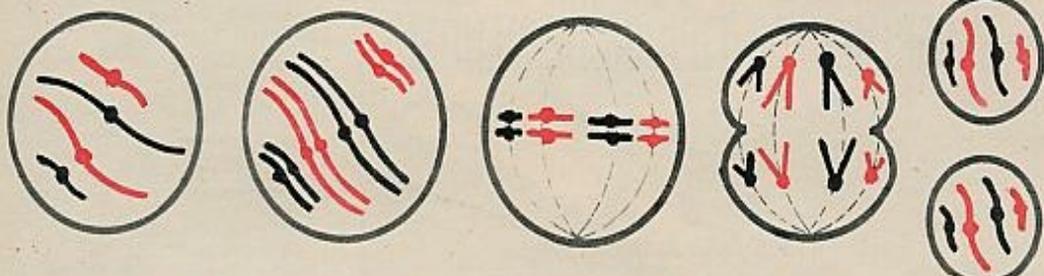
LOS DOS MODOS DE PARTIRSE LA CELULA

En la transmisión de las cualidades de los padres a los hijos desempeña —tanto en las plantas como en los animales— un papel importante cierto material que predomina en una determinada porción de cada célula denominada núcleo. Afortunadamente, este material (al que hay que adscribir la herencia al nivel celular) se distingue al microscopio del resto del núcleo por su aptitud de teñirse activamente con ciertos colorantes (por esto cuando se concentra en tiras, éstas se denominan cromosomas, cuerpos coloreados). Todas las células del cuerpo de una planta o de un animal tiene un número fijo de cromosomas que es el típico de la especie. En la figura se representa un caso en que las células del cuerpo poseen cuatro cromosomas.

Las células, para transmitir sus caracteres a las células hijas que resultan de su escisión, han de poseer, no sólo el mismo número de cromosomas, sino lotes rigurosamente iguales. Es curioso cómo se logra esto: antes de escindirse una célula, cada cromosoma produce un duplicado rigurosamente igual a él (profase) y luego los dos lotes de cromosomas iguales resultantes emigran a dos polos de la célula madre (meta y telofase) que finalmente se parte en dos células hijas cada una con su correspondiente dotación gemela de cromosomas.

Este modo de duplicarse el material nuclear de una célula corporal y de repartirse entre las dos células hijas tiene dos variantes según que del proceso resulten células germinales (espermatozoos y óvulos) —meiosis— o células corporales —mitosis—.

Lo extraordinario es que estos procesos microscópicos que transcurren en el interior de las células, que se descubrieron treinta años después de que Mendel enunció sus leyes, confirman y explican objetivamente a éstas.



INTERFASE.—Fase inicial, análoga a la correspondiente de la meiosis.

PROFASE.—Los cromosomas se duplican, incluso los centrómeros.

METAFASE.—Los cromosomas a continuación se separan de su pareja y se disponen en el huso.

TELOFASE.—Los cromosomas homólogos se separan. Cuando la célula se escinda quedan cuatro cromosomas en cada célula hija.

MITOSIS.—Este proceso es el que normalmente se cumple en la multiplicación de células en el proceso embrionario de plantas y animales. Es el que permite que el material hereditario del cigote (célula resultante de la fusión de la célula germinal masculina y de la célula germinal femenina) se reproduzca y se transmite «inalterado» de unas células corporales a otras en la ontogénesis del individuo.

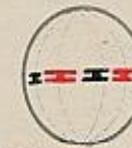
Nótese que de la telofase resultan dos células iguales a la interfase de la meiosis. Esta es la célula corporal típica que inicia la mitosis duplicando sus tiras cromosómicas, como se representa en el primer diagrama de la mitosis (interfase).



INTERFASE.—Los cromosomas están constituidos cada uno por una sola tira con un cuerpo central o centrómero.



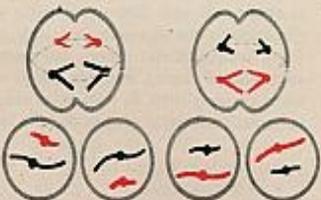
PROFASE.—Los cromosomas homólogos se emparejan y después se duplican con excepción de los centrómeros homólogos que no hacen.



METAFASE.—Los cromosomas homólogos emparejados se disponen en la parte ecuatorial del huso.



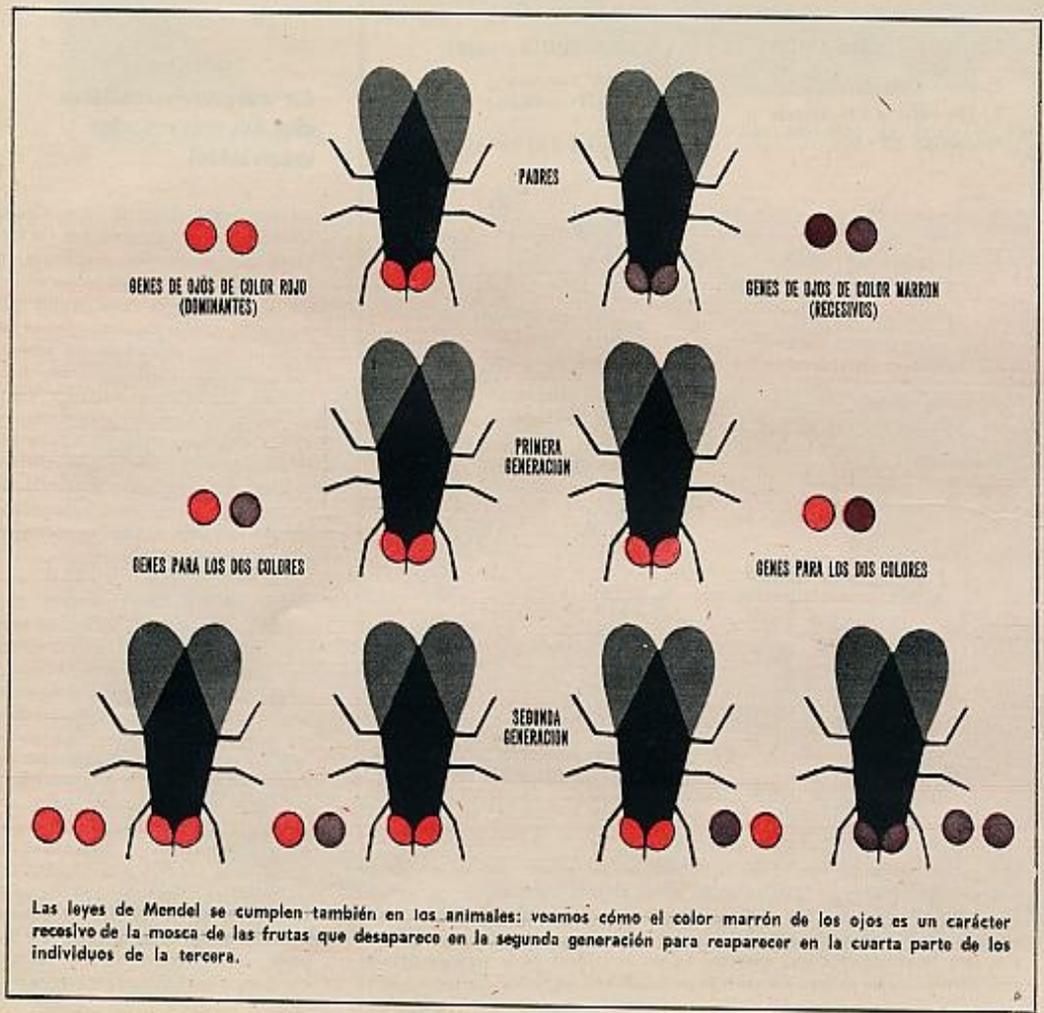
TELOFASE.—(1.ª división meiótica.) Cada centrómero se separa de su pareja. Cuando la célula se escinda en la mitad derecha e izquierda cada célula hija tendrá dos cromosomas dobles.



TELOFASE.—(2.ª división meiótica.) En una segunda división meiótica cada centrómero de los dos que restaban por célula se desdobra y los centrómeros hijos se desplazan a los polos. Cuando la célula se escinda resultará una célula hija que poseerá la mitad del número de cromosomas que la célula madre al iniciar la interfase.

MEIOSIS.—En este proceso, como en el de la mitosis, se parte de una célula corporal con el número de cromosomas típico de la especie. Realmente cada célula corporal tiene dos lotes de cromosomas de célula germinal —uno paterno y otro materno—, lote doble que se reproduce de célula corporal en célula corporal, por mitosis (véase en frente).

En cambio en las células germinales (véase diagrama inferior y compárese con el último de la serie de la mitosis) no hay sino un lote de cromosomas, y es cuestión de azar el número de factores paternos y maternos que estos cromosomas porten. Cuando en la reproducción de las plantas y animales se fusionan dos células germinales, se reconstruye el número normal de cromosomas y al suceder esto es evidente que han de darse las combinaciones de factores y en las proporciones que Mendel dedujo con clarividencia. Así el examen microscópico de la célula en fase de división aportó la prueba objetiva de las leyes obtenidas por Mendel en su jardín cruzando razas de guisantes.



Las leyes de Mendel se cumplen también en los animales: veamos cómo el color marrón de los ojos es un carácter recesivo de la mosca de las frutas que desaparece en la segunda generación para reaparecer en la cuarta parte de los individuos de la tercera.

res que en la descendencia híbrida, se presentaran inequívocamente como de uno o de otro progenitor, pero no en forma intermedia. Sin duda, unas grandes dotes de observador y una gran experiencia le condujeron a elegir plantas muy convenientes; principalmente trabajó con el guisante de olor *Pisum sativum*, planta apropiada por ser capaz tanto de autofecundación como de fecundación cruzada y, sobre todo, porque de ella existían estirpes puras que habían conseguido los jardineros por cuidadosa selección durante mucho tiempo. Mendel comenzó cruzando variedades puras que diferían en un solo carácter, luego otras que diferían en dos, y, por último, variedades que diferían en varios caracteres.

Una segunda idea rectora de Mendel fue trabajar con grandes números, estadísticamente; es decir, en cada experimento cruzaba gran número de plantas de una variedad con plantas de la variedad contrapuesta. Persiguió los resultados numéricos así obtenidos a lo largo de varias generaciones. Veamos ahora qué resultados obtuvo.

Mendel, por ejemplo, cruzó guisantes con tallos largos y guisantes con tallos cortos, ambos de estirpes puras. Observó que todos los híbridos así obtenidos (la primera generación filial, llamada F_1) tenían el tallo largo, del mismo modo que el progenitor de tallo largo implicado en el cruzamiento (con independencia de que hubiera proporcionado la célula germinal masculina o la femenina). Luego Mendel cruzó entre ellas estas plantas híbridas uniformes (todas, repetimos, de tallo largo) y observó que en la descendencia (segunda generación filial o F_2) tampoco existían plantas de tamaño intermedio; ahora aparecieron ciertamente plantas de tallo largo y plantas de tallo corto, pero todas análogas a una u otra de las estirpes puras iniciales. Cuando contó las de uno y otro tipo encontró que había triple número de las de tallo largo que de las de tallo corto, es decir que estaban en la proporción 3 : 1. Después autopolinizó las plantas de esta generación F_2 (es decir, fecundó el estigma de cada flor por el polen de ella misma), con el resultado de que las flores autopolinizadas enanas sólo produjeron plantas enanas, mientras que de un tercio de las plantas de tallo largo resultaron exclusivamente plantas de tallo largo, y de los dos tercios restantes, tanto plantas de tallo largo como de tallo corto y en la proporción 3 : 1, que ya había mostrado la generación F_1 . Este ingenioso experimento mostró, pues, que las plantas de tallo corto eran todas puras y que las de tallo largo eran unas puras y otras híbridas. Por ello, el carácter de enana desapareció en las plantas F_1 (todas de tallo largo), reapareció en la generación siguiente F_2 .

Estos resultados sorprendentes se confirmaron en otros experimentos con los caracteres señalados, de índole totalmente distinta y que afectaban a otras partes de la planta. En todos ellos se observaron las mismas relaciones cuantitativas.

Es notable el talento que desplegó Mendel para interpretar estos enigmáticos resultados, venciendo la ignorancia en que estaba su época de todos los procesos que se producen entre las células germinales. Postuló que las células germinales (el polen y la oosfera) poseen factores unitarios de herencia para estos caracteres; estos factores unitarios se denominarían después genes. Razonaba que estos factores —en el ejemplo, los que determinan que el tallo sea largo o que sea corto— habían de ser unidades que no se fusionaban entre sí cuando se reunían en la semilla de un híbrido. Todos los híbridos de la generación F_1 contienen, pues, ambos factores, pero cuando estas plantas formaban sus células ger-

minales los factores se separaban entre sí (ley de la segregación de los caracteres hereditarios) y cada célula germinal recibía uno de los caracteres. De este modo, la mitad de los gametos de las plantas F_1 llevaban el factor para el tallo largo y la mitad para el tallo corto.

En los cruzamientos que implicaban el uno y el otro factor siempre resultaban plantas con tallo largo. Mendel decía que el factor para el tallo largo era dominante; al otro lo denominó recesivo (como si se dijera el que vuelve). Las plantas que poseen un factor dominante y uno recesivo o bien los dos factores dominantes, tienen todas tallo largo; sólo presentan tallo corto las que poseen los dos factores recesivos. Esto explica la distinta proporción en que aparecen, y el hecho de que el carácter

recesivo desaparezca en la generación F_1 para reaparecer en la F_2 , en individuos que, respecto a él, son de pura raza.

Esta interpretación se confirmó objetivamente años después al descubrirse que las células germinales, tanto masculinas como femeninas, poseen la mitad del material nuclear que las corporales de cada organismo, y, además, que este material, al originarse las células germinales a partir de las somáticas, se dobla cuidadosamente en dos lotes iguales. Las leyes de Mendel desde entonces se han confirmado muchas veces con muchos caracteres (que en su honor se llaman mendelianos) y tanto en los animales y en el hombre como en las plantas. De hecho, durante la primera mitad de nuestro siglo, la herencia ha consistido



EXPERIMENTOS TÍPICOS DE MENDEL



SEMILLAS LISAS × RUGOSAS

F_1 todas lisas

F_2 5.474 lisas y 1.850 rugosas

Proporción 2,96 : 1

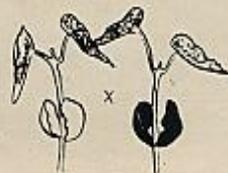


FLORES ROJAS × BLANCAS

F_1 todas rojas

F_2 705 rojas y 224 blancas

Proporción 3,5 : 1



COTILEDONES AMARILLOS × VERDES

F_1 todos amarillos

F_2 6.022 amarillos y 2.001 verdes

Proporción 3,01 : 1



VAINAS VERDES × AMARILLAS

F_1 todas verdes

F_2 428 verdes y 152 amarillas

Proporción 2,82 : 1

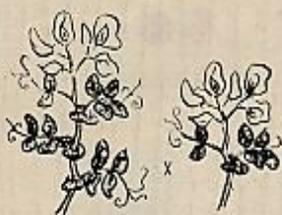


VAINAS HINCHADAS × COMPRIMIDAS

F_1 todas hinchadas

F_2 882 hinchadas y 299 comprimidas

Proporción 2,95 : 1



TALLOS LARGOS × CORTOS

F_1 todos largos

F_2 787 largos y 277 cortos

Proporción 2,84 : 1



FLORES AXIALES × TERMINALES

F_1 todas axiales

F_2 631 axiales y 207 terminales

Proporción 3,14 : 1

Siete experimentos de Mendel, en cada uno de los cuales cruzó variedades de guisantes de jardín que diferían entre sí en el solo carácter que se señala. En la figura se expresa en cada caso el carácter (carácter dominante) que aparece en la primera generación (F_1), y la proporción en que este carácter y el otro (carácter recesivo) aparecen en los individuos de la segunda generación. Obsérvese que en los siete casos la proporción es sensiblemente igual a 3 : 1.

en el estudio de estos factores hereditarios, y como éstos se denominan genes, el estudio de la genética se ha confundido durante esta época con la ciencia de la herencia.

la repercusión de la obra de mendel

Como hemos dicho, la extraordinaria labor experimental expuesta, con sus brillantes inducciones, pasó inadvertida en vida de su autor, a pesar de los esfuerzos de éste. Pero es extraordinario que a los dieciséis años de morir Mendel sus descubrimientos ganaran brusca notoriedad e iniciaran el cultivo ardoroso de la genética. Tres investigadores, De Vries, Correns y Tschermak, descubrieron, en 1900, con independencia, los mismos hechos que Mendel y señalaron la prioridad de éste. ¿En qué habían madurado los tiempos para que se diera calurosamente valor en 1900 a unos conocimientos menospreciados en 1865?

Tal vez contribuyera a ello el conocimiento objetivo de la partición celular, pero me parece que no dejó de tener importancia otro hecho. Las circunstancias presentaron (aunque injustificadamente) los hechos de Mendel como pruebas de que el darwinismo evolucionista era erróneo. En 1865 —recién publicado El origen de las especies por selección natural—, no ya los naturalistas, sino todo el mundo culto, estaba empeñado en discutir los argumentos presentados por Darwin y difícilmente podía prestarse atención a una serena consideración estadística de híbridos vegetales. En 1900, la doctrina de Darwin, admitida por la generalidad de los biólogos, había dejado de ser una novedad candente y era el momento de que la



Mendel, de pie en el centro de la fotografía, examinando al parecer una flor, con los restantes monjes de su convento de agustinos de Brünn.

vieja oposición, nunca resignada, retoñara al calor de unos hechos nuevos y bien establecidos que, a primera impresión, parecían extraños a los postulados darwinistas.

Los redescubridores de la labor de Mendel no se limitaron, pues, a difundir unos hechos notables, sino que los alzaron con escándalo como bandera de una supuesta teoría capaz de enterrar el darwinismo. No con Mendel, sino con De Vries y luego con Morgan (el experimentador de la genética de la *Drosophila*), nació el mendelismo, modo de pensar que no niega la evolución, pero que, en un principio, admitía que las especies no cambian por selección natural de sus individuos más aptos, sino por la aparición brusca de individuos mutantes, dotados de genes distintos de los padres. Según este modo de pensar, las especies evolucionan desvinculadamente del medio, en virtud de acontecimientos producidos imprevisiblemente en sus células germinales. Estos cambios, denominados mutaciones, son hereditarios, y, aunque la mayoría de las estirpes surgidas por mutación perezcan, algunas, según los «mendelianos» ortodoxos, son viables y tan distintas de sus padres que constituyen una nueva especie. Un genético importante, Goldschmidt, llega a decir que los mutantes de que surgen las especies son monstruos llenos de porvenir. La explicación de la especie (de la estructura de los animales y vegetales) deja de buscarse en el estudio de la interacción entre estos seres y su medio —al modo darwinista y según el postulado de la coherencia de todos los procesos reales— y se pretende encontrarla en la intimidad de la estructura de las células germinales. Los genéticos conciben esta estructura como una suma de muchos entes materiales, genes, con misteriosas propiedades, como son: 1) poseer una especial resistencia al medio; 2) autorreproducirse con independencia,

y 3) determinar un rasgo en el animal resultante de la célula germinal dotada con el gene (por ejemplo, la presencia de una enzima, de un color de ojos, de una conducta instintiva, etc.).

Para esta manera de pensar, los protagonistas reales de la evolución no son los animales en su medio propio (ni menos el hombre en el que le es peculiar, la sociedad humana), sino los genes mismos. No puedo estar conforme con esta tendencia, muy difundida en la ciencia actual, que casi rehusa encararse con la realidad. Me parece una verdadera aberración que la genética considere los animales y el hombre mismo como meros subproductos de la evolución de sus células germinales (de sus genomas).

Desgraciadamente, no puedo ni señalarse en el marco de este artículo, de aniversario, la historia crítica del flujo y reflujo de las concepciones sobre herencia. Pocos temas tienen más actualidad y ponen más al descubierto la inercia del pensamiento, el peso del prejuicio. Por ejemplo, es sumamente notable que con la teoría de la selección natural convergan, en realidad, mucho mejor los hechos descubiertos por Mendel que la teoría de la herencia del propio Darwin, teoría que, de hecho, no concuerda con su concepción principal de la evolución, sino con la concepción que de ella tuvo su antecesor, Lamarck (otra prueba del peso del pasado). Los darwinistas, hacia los años veinte, se dijeron, al fin, cuenta del hecho y reivindicaron para la teoría de la selección natural, y en contra del lamarckismo, los hechos descubiertos por Mendel; pero para entonces se había ya adherido a estos hechos —por su origen polémico vicioso— una ganga teórica contradictoria con el darwinismo. La inercia del pensamiento llevó a los darwinistas a asimilar a su doctrina no sólo los hechos que la confirman, sino la teoría contradictoria edificada sobre ellos, con lo que el pensa-

miento neodarwinista adquirió un carácter inconsecuente y se ha revelado incapaz de abordar el verdadero problema: cómo la estructura de las células germinales influye sobre el proceso de origen del animal o de la planta y, ante todo, qué sea este proceso, en término de los procesos del medio en que los animales y plantas viven.

Un último episodio importante de este capítulo de la historia de la ciencia es la intervención de los genéticos rusos de la escuela de Michurin. Excelentes experimentadores descubren una gama de hechos nuevos de herencia: ofrecen, pues, otro cuerpo de datos que puede contribuir a entender este esencial problema biológico. La escuela de Michurin y Lysenko percibe y critica el carácter químérico del neodarwinismo, pero, en cambio, no acoge los hechos verdaderos en que se apoya unilateralmente esta concepción incorrecta. Como reacción a la noción idealista del gene (considerado como un ser puro aislado del medio), Lysenko incurre en una noción no menos idealista del medio (al que considera como algo que penetra el ser y con existencia independiente de éste). Neodarwinistas y lysenkiánicos parecen incurrir en una misma falta dialéctica, aunque de signo contrario. Por una falta de consideración conjunta e histórica de la realidad, los neodarwinistas olvidan la primera, y los lysenkiánicos, la segunda propiedad de todo animal, de toda célula, de todo organismo. Estas dos propiedades son: 1) el estar conformados por su medio, y 2) el mantenerse como algo contrapuesto a su medio y que conforma y explica a éste.

En resumen, ante el problema de la herencia, la ciencia parece presa de una crisis de crecimiento. Abruña la riqueza de datos (muy numerosos, aunque de un corto número de tipos) y, a la vez, defrauda la penuria de conclusiones teóricas y de problemas profundos. Los sa-

bios de la herencia son asesores de hechos cuyo significado general desconocen, de hechos cuya importancia se intuye, pero que han contribuido poco a orientar nuestro concepto general de la naturaleza. El hecho no puede significar sino que el problema de la herencia está mal planteado y, aún más, que el aparato especulativo que la biología aplica no es capaz de plantearlo.

Ante todo, una limitación importante en que incurren todas las teorías de la herencia es considerar que hay un solo mecanismo de herencia. Pero la existencia de seres de distinta complejidad, con modos de actuar cualitativamente distintos (el protoplasma, la célula, el animal, el hombre), exige que cada uno de estos tipos de seres posea su propio aparato hereditario, en virtud del cual se autorreproducen. Así, los biólogos han de entender varios aparatos hereditarios. Pero ello no es todo; además hay que entender cómo de la multiplicación de células (que se autorreproducen en virtud de su aparato hereditario) surge un ser superior, un animal (dotado del suyo). Es decir, hay que entender el proceso ontogénico del animal, cuya clave está no en el interior de las células (que sólo puede dar cuenta de la autorreproducción celular), sino: 1) en la naturaleza que ha llegado a tener la célula embrionaria de cada especie, y 2) en el determinado camino que, según sea esta naturaleza, toman las sucesivas interacciones entre las innumerables células que proceden de cada célula germinal. Y la comprensión, tanto de lo uno como de lo otro, exige mirar al proceso conjunto actual de las células y de los organismos vivos en sus medios respectivos, y, aún más, a la historia de estos procesos, la filogenia.