

---

## EL IMPACTO DE MENDEL

---

ENRIQUE BELTRÁN

“Darwinismo y Mendelismo era ciertamente complementarios; cada uno proporcionaba lo que al otro le faltaba; lo que se necesitaba era dirigir la genética al estudio de la selección”.

K. MATHER, 1964. \* \*

\* Secretario Perpetuo de la Sociedad Mexicana de Historia Natural.

\*\* “R. A. Fisher’s work in genetics”. *Biometrics*, June 1964, pp. 330-342.

El presente año de 1965 todo el mundo científico ha conmemorado el primer centenario de la fecha en que Gregor Mendel, al presentar en la modesta “Sociedad de Ciencias Naturales” de la quieta población de Brünn, en Moravia, perteneciente entonces al Imperio Austro-Húngaro, el resultado de los experimentos que había realizado en el jardín del Monasterio de Santo Tomás en dicha localidad —con plantas de chícharo y frijol, sentó las bases para el estudio moderno de los complicados problemas de la herencia.

*La Sociedad Mexicana de Historia Natural* no podía permanecer ajena a esta celebración, a la que dedicó su sesión del 20 de agosto de 1965, en que fue leído el presente trabajo.

No siendo geneticista, mi contribución no podría ser un análisis de lo que significó la aportación original, ni valoración crítica de las adiciones y objeciones posteriores, o evaluación del estado actual de la genética.

Aficionado a la historia de la biología, el presente artículo —como su título indica— está orientado en el sentido de estimar lo que el trabajo de Mendel significó en el ambiente de su época, el largo período en que prácticamente se mantuvo desconocido del medio biológico, su sensacional “redescubrimiento” en 1900, y las etapas principales recorridas por la nueva ciencia a que dio nacimiento: la genética. Finalizando con el panorama actual de la misma. Con un desagradable capítulo lateral —realmente pseudocientífico— que relata la crisis por la que —prácticamente durante un cuarto de siglo— atravesó la genética en la Unión Soviética; episodio que afortunadamente, para bien de la ciencia mundial y de la propia ciencia y agricultura soviéticas, parece ya superado.

\* \* \*

Después de leído este trabajo, mi estimado amigo el Dr. Santiago Genovés, de regreso de las reuniones llevadas a cabo en Checoslovaquia del 4 al 11 de agosto, para conmemorar el Centenario de Mendel, tuvo la gentileza de proporcionarme los importantes materiales repartidos a los asistentes a las mismas, que me permitieron hacer ligeras correcciones y varias ampliaciones, así como introducir algunas nuevas y muy interesantes ilustraciones.

### I EL PROBLEMA

Dos hechos de observación diaria llamaron la atención del hombre desde la más remota antigüedad: el primero, que los hijos de una pareja determinada no sólo presentaban las características propias de la especie a que pertenecían sus progenitores, sino que mostraban semejanza más o menos marcada con éstos considerados individualmente; y el segundo, que a pesar de esa semejanza básica, rara vez los hijos eran idénticos con sus padres, y que sólo en contadas excepciones se encontraba un par de gemelos totalmente idénticos entre sí.

Es decir desde hace muchos siglos se pusieron de manifiesto esos dos fenómenos a los que hoy llamamos

“herencia” y “variación”, y que a pesar de su aparente contradicción, son en realidad dos facetas de un mismo asunto.

Ya desde tres siglos antes de nuestra era, el gran Aristóteles hacía notar que “. . . unos niños se parecen a sus genitores, mientras que otros no; unos se asemejan al padre y otros a la madre, tanto en el cuerpo como totalidad, como en cada una de sus partes por separado... Los hijos parécense a los genitores antes que a sus antepasados remotos, asemejándose a estos últimos antes que a un individuo cualquiera”.<sup>1</sup>

El hecho, claro está, era de fácil observación y cualquier persona con mediana capacidad para realizarla podría comprobarlo, sin necesidad de poseer la mente privilegiada del estagirita. Pero cuando se pretendía adentrarse en el fenómeno y describir su mecanismo, se encontraban a ciegas.

Una tras otra, hipótesis diversas –ingeniosas algunas y absurdas las más– se sucedían tratando de explicar el mecanismo hereditario.

El filósofo francés Maupertuis (fig. 1) en 1745, quería explicar las semejanzas hereditarias como la suma de elementos contribuidos por los diversos órganos del cuerpo de los progenitores; <sup>2</sup> adelantándose así más de un siglo a la hipótesis de la “pangénesis” que tanto agradó a Darwin cuando la enunció, pero que resulta lo más deleznable de su obra.

Y un contemporáneo de Maupertuis, el botánico alemán Kolreuter (fig. 2) se adentraba en el estudio de la reproducción sexual de las plantas en forma sumamente avanzada, acumulando materiales que posteriormente servirían a otros para afinar cada vez más las observaciones y experimentos destinados a aclarar eventualmente los fenómenos de la herencia.<sup>3</sup>

Antes que terminara el siglo XVIII el inglés Knight (fig. 3) estudió el cruzamiento de chícharos con diversas características, observando que en los integrantes de la primera generación sólo se mostraba el carácter de uno de los progenitores, pero que el aparentemente eliminado reaparecería de nuevo en generaciones posteriores.<sup>4</sup> Y veinticinco años después, simultáneamente, Goss<sup>5</sup> y Setón<sup>6</sup> —y Knight comentando sus contribuciones y recordando las suyas ya mencionadas—<sup>7</sup> aportaron nuevas observaciones sobre el comportamiento de los híbridos.

En 1845 Lecoq<sup>8</sup> en Francia, y dos años después Herbert<sup>9</sup> en Inglaterra, hacen nuevas y valiosas observaciones sobre los resultados de la hibridación de las plantas.

Y en 1849 Gartner<sup>10</sup> —que ya había hecho otras interesantes aportaciones anteriormente— publica un extenso libro sobre sus observaciones en híbridos, al que Sachs<sup>11</sup> —el gran historiador de la Botánica— califica como “. . . el más profundo y completo reporte de investigaciones experimentales sobre las relaciones sexuales de las plantas, hasta entonces escrito”. El propio Mendel, como más adelante veremos, pone especial énfasis en esta contribución del botánico alemán.

Naudin<sup>12</sup> aporta nuevos argumentos y observaciones acerca de la homogeneidad de la primera generación de híbridos, contrastándola con su diversidad en generaciones subsecuentes.

Y el mismo año en que Mendel presenta en la Sociedad de Ciencias Naturales de Brünn su memorable contribución, Wichura<sup>13</sup> publica en la cercana ciudad de Breslau —unos 250 kilómetros de Brünn— un libro sobre hibridación en las plantas, que Mendel menciona en su artículo, demostrando estar al corriente de la literatura reciente en la materia.

Zirkle<sup>14</sup> hace notar las contribuciones de varios de los acabados de mencionar —y algunos otros que no incluimos— para mostrar cuáles fueron las aportaciones premendelianas. Pero el destacado botánico y erudito historiador de la ciencia, hace especial hincapié en un trabajo contemporáneo de los experimentos mendelianos, llevado a cabo también en las cercanías de Brünn, publicado por Dzierzon en 1856<sup>15</sup> en relación con sus observaciones en la cría de abejas, estableciendo los radios definidos en que reinas híbridas producen zánganos —provenientes de huevos no fecundados— que corresponden a las dos formas de los progenitores de las reinas en proporción 1:1.

Mendel no cita estos trabajos, pero ello no prueba que los desconociera puesto que, como hace notar Ittis<sup>16</sup>

—el mejor biógrafo del fundador de la genética— el hecho de que Dzierzon fuera también sacerdote y viviera en la cercana Silesia, hace pensar que sus trabajos debieron ser conocidos de su colega en el Monasterio de Santo Tomás. Máxime que éste se ocupó también de la cría de abejas, aunque la referencia a sus actividades en este campo que conocemos publicada (fig. 4) es superficial y posterior a su memorable contribución en *Pisum*.<sup>17</sup>

Dado el carácter metódico de Mendel, su cuidado de no reportar nada que no pudiera explicar con sus experimentos, y considerando las peculiaridades distintas que la reproducción tiene en plantas y animales —más acentuada aún en una época en que no se conocía la identidad fundamental en la reproducción celular y la formación de gametos en ambos reinos— parece explicable no haya hecho referencia a los trabajos de Dzierzon, aunque posiblemente los mismos le proporcionaron nueva justificación para su brillante idea de las proporciones.

Zirkle<sup>18</sup> hace notar que en nada disminuye el mérito de Mendel la existencia de todas esas anticipaciones —algunas de gran valor— e insiste en que el hecho de que el monje agustino tuviera familiaridad de primera mano con los cruces y cultivos de plantas —sus inmortales chícharos— y también la cría y cruzamiento de animales —las abejas de sus colmenas— es posiblemente una explicación más de la forma tan correcta en que pudo enfocar el problema que pretendía resolver, y presentar adecuadamente sus resultados, diciendo al final de su artículo: “Antes de Mendel, las partes componentes del Mendelismo habían sido descubiertas separadamente, algunas por los hibridadores de plantas y algunas por los criadores de abejas. Muy pocos biólogos estaban familiarizados con los datos que se habían adquirido en ambos campos. El Mendelismo fue la creación de un investigador que había hibridado plantas y criado abejas”.

Fig. 1 P. L. M. de Maupertuis.

“ 2 J.G. Kolreuter.

“ 3 T. A. Knight.

“ 4 Página de Vcela brnenska, Brna, 1875. revista de la Sociedad de Apicultura de Moravia, en que se hace alusión a los trabajos apícolas de Mendel.



## II EL HOMBRE

En la pequeña población de Heizendorf, Silesia, perteneciente al Imperio Austro-Húngaro que en aquella época gobernaba Francisco I (población llamada hoy Hyncice, de Checoeslovaquia) nació el 20 de julio<sup>19</sup> de 1822 (fig. 5) un niño al que su padre —modesto propietario rural llamado Antón Mendel— bautizó con el nombre de Johan, que sólo utilizaría durante la primera parte de su vida, pues a los 21 años —en 1843— ingresó como novicio a la Abadía Agustina de Santo Tomás, en Brünn, Moravia —parte también entonces del Imperio Austro-Húngaro y hoy de la República Checoeslovaca con el nombre de Brno— y lo cambió por el de Gregor, con el que pasó a la posteridad.

Las primeras letras las cursó en la modestísima escuela de una sola aula en el lugar de su nacimiento. En 1833-1834, asistió a la Escuela Parroquial de Lipnik, y en el propio año de 1834 pasó a la Escuela Secundaria de Opava. En 1840 se matriculó en el Instituto Filosófico de Olomuc, donde permaneció hasta 1843, gracias a que su hermana menor —Teresa— renunció a parte de dote para que pudiese sostener sus estudios. Ingresó entonces al Monasterio (fig. 6) y, después de cursar tres años de Teología, se ordenó sacerdote en la Iglesia de San Miguel Arcángel, en Brünn, el 6 de agosto de 1846. Pero al mismo tiempo que seguía sus cursos teológicos, concurrió en 1846 a las lecciones de agricultura y horticultura que se daban en el Instituto Filosófico de Brünn.

Fig. 5 Certificado de nacimiento de Mendel, extendido en 1834, para su ingreso a la escuela secundaria.

<sup>19</sup> 6 Edificio del Monasterio Agustino de Santo, Tomás, en Brünn.

- “ 7 Gregor Mendel.
- “ 8 Registro de Mendel como estudiante en la Universidad de Viena.



En 1848 fue nombrado cura de la Rectoría en Brünn (fig. 7) Pero el Abad del Monasterio —por aquel entonces el distinguido intelectual Cyrill Napp, que ejerció marcada influencia en su formación— pensó que no se ajustaba bien a las tareas eclesiásticas, como se lo hizo saber al Obispo Antón Ernest Schaaffgotsch en carta del 4 de octubre de 1849, comunicándole que Mendel entraba a trabajar como Profesor Suplente de Matemáticas y Literatura en la Escuela Secundaria de Znojmo.

Sin embargo, sólo desempeñó tales labores hasta 1850, pues en 1851 se matriculó en la Universidad de Viena, donde estudió física, química y ciencias naturales (fig. 8), aunque sin lograr pasar satisfactoriamente los exámenes finales que lo capacitaran para niveles de enseñanza superior.

Regresa después al Monasterio, del que ya no habrá de apartarse. Y en 1859 sus aficiones docentes lo llevan nuevamente como Profesor Suplente de Ciencias Naturales a la Escuela Secundaria Superior Germánica de Brünn, posición que conserva hasta 1868 en que, al ser electo abad de su comunidad, abandona definitivamente toda actividad científica y docente.

En el otoño de 1862 participó en una excursión a París y Londres —cuyo objetivo principal parece haber sido visitar la Exposición Universal de esta última ciudad— como recuerdo de la cual se conserva en el Museo de Moravia la fotografía de un grupo en el que está incluido Mendel, tomada frente al Grand Hotel de París el 6 de agosto de dicho año.

Su afición por las ciencias naturales lo hizo ingresar en 1855 a la Sociedad Agrícola de Moravia y Silesia; y en 1862 a la Sociedad de Ciencias Naturales, en cuya directiva figuró prominentemente.

Interesado en el problema de la herencia, que había atraído por siglos la atención de innumerables investigadores —pero que por aquel entonces constituía un verdadero enigma— comenzó una serie de experimentos en el jardín de la Abadía que se iniciaron en 1857, para terminar en 1868 cuando, elevado al rango de abad —o prelado— tuvo que dedicar a las tareas de dicho cargo todas sus energías.

Su momento cumbre fueron los días 8 de febrero y 8 de marzo de 1865 —a los cuarenta y tres de su edad—cuando en dos sesiones consecutivas de la Sociedad de Ciencias Naturales de Brünn, leyó un trabajo en el que consignaba los resultados obtenidos en sus experimentos de hibridación de plantas.

El reducido —y sin duda modesto— grupo de naturalistas locales que integraban la corporación, seguramente escuchó con atención la contribución de su consocio, pero nada indica le hubiesen dado mayor importancia.

Se conocen también dos trabajos suyos de índole meteorológica, publicados igualmente en las “Memorias” ya citadas (figs 9 y 10): uno en el Vol. II, 1864 y otro en el IX de 1871.<sup>20, 21</sup>

No se sabe que haya realizado más trabajos de investigación a partir de su elevación al cargo de abad, pero sí que se mantuvo interesado en actividades cívicas de la comunidad, como por ejemplo, las del Instituto de Sordomudos del que fue nombrado Curador en 1863; y más aún las del Banco Hipotecario del que fue primero Vicepresidente y luego Presidente, actuando con esta capacidad hasta seis meses antes de su muerte.

Además, desplegó gran actividad en el despacho de los negocios monásticos y esto lo llevó al campo de la política, en una enérgica campaña contra lo que consideraba legislación discriminatoria en materia de impuestos a las órdenes religiosas. Su lucha de más de doce años en este aspecto, parece haber alterado su salud apresurando su muerte, por lo que Nordenskiöld, al comentarlo dice: “Así cayó uno de los pioneros de la biología moderna como campeón del clericalismo católico—en cierto modo una ironía del destino”.<sup>22</sup>

Después de una activa existencia de 62 años, falleció el 6 de enero de 1884 (fig. II) en el seno de la congregación a la que había ingresado ocho lustros antes, y en la que ascendió desde novicio hasta prelado.

Seguramente murió convencido de que su contribución a la biología prácticamente ignorada o subestimada por todos en los veinte años transcurridos desde su presentación en 1865 hasta el día de su deceso, había sido trabajo inútil.

Y tal cosa pareció confirmarse en los años posteriores, pues transcurrieron dieciséis años antes que el mundo “redescubriera” y prestara atención a los trabajos del oscuro monje agustino.

Pero a partir de 1900, los investigadores se dieron cuenta de que el artículo publicado en 1866 había sentado las bases sólidas para el estudio de la herencia, y al cumplirse en el presente año de 1965 el primer centenario de su lectura en la pequeña sociedad científica de Brünn, en todas partes se conmemora esta fecha como una de las más significativas en la historia de la Biología.

En la ciudad donde trabajó la Academia Checoslovaca de Ciencias, con el Patronato del Gobierno de la República organizó un “Simposio Conmemorativo de G. Mendel” y un “Simposio acerca de los procesos mutacionales”, concurrido por sabios de todo el mundo y que motivaron la publicación de un interesante volumen con la recopilación de 28 trabajos genéticos considerados clásicos,<sup>23</sup> unos interesantes apuntes biográficos del sabio<sup>24</sup> y un precioso volumen de iconografía.<sup>25</sup>

Sin embargo, según cuenta Iltis<sup>26</sup> todavía antes de 1910 era tan desconocido en el sitio de sus trabajos, que pudo escuchar que cuando en una conversación callejera alguien preguntaba quién era “ese Mendel” de que tanto hablaban, su interlocutor, que había escuchado seguramente una alusión al campo de sus experimentos, aunque sin comprenderla, le aclaró que era alguien que había dejado una “herencia” a la ciudad de Brünn. Y sin darse

cuenta expresaba una gran verdad, pues a no ser por la “herencia” de prestigio científico que aquél le legó, el nombre de la ciudad de Moravia no aparecería hoy —como sucede— hasta en los más elementales textos de biología.

Cuando se “redescubrieron” sus trabajos y los hombres de ciencia comprendieron el valor de la contribución mendeliana, Brünn se convirtió en sitio de peregrinación, y en un salón del monasterio se conservó una “Mendeliana” que reunía los recuerdos del sabio. Durante la última guerra, una sola bomba —no se sabe si rusa o alemana—cayó sobre el Monasterio, pero fue precisamente en ese santuario de Mendel; afortunadamente la mayor parte de los materiales que ahí se guardaban habían sido removidos con anterioridad a lugar seguro.

Los nazis, procuraron hacer servir los descubrimientos de Mendel para justificar sus aberraciones anticientíficas en materia racista, y le dedicaron, según Iltis,<sup>27</sup> un timbre postal. Sacaron de la Abadía muchos documentos y otras piezas para montar una exhibición en Alemania, sin que desgraciadamente los regresaran a su lugar de origen encontrándose al parecer perdidos en la actualidad.

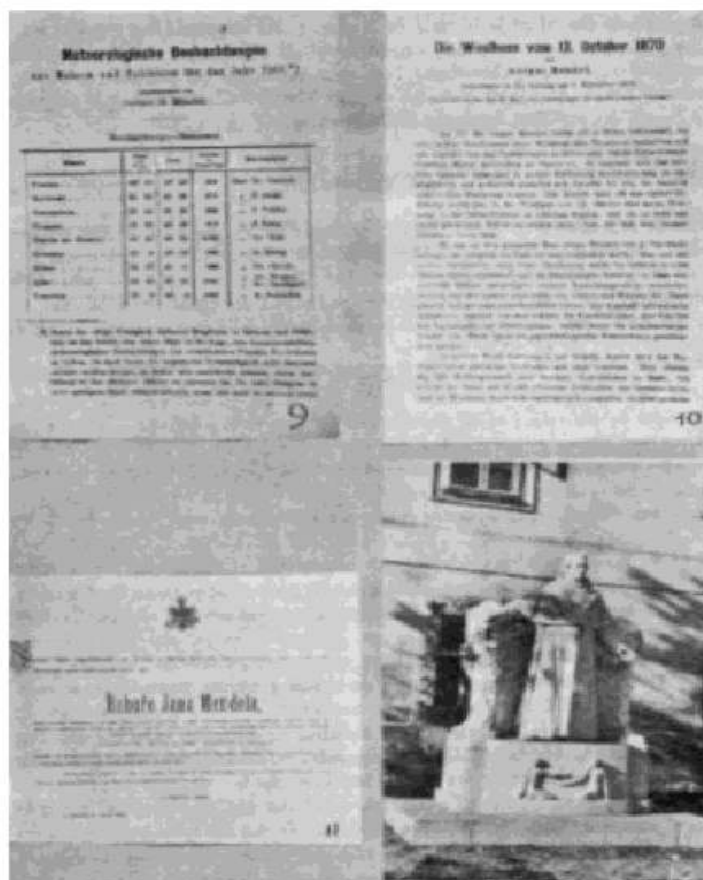
La fotografía del pequeño y modestísimo jardín donde Mendel realizó sus experimentos, ha sido objeto de innumerables reproducciones como sitio de importancia crucial en la historia de la ciencia. En el propio lugar puede verse una placa conmemorativa en cuatro idiomas: checo, alemán, francés e inglés y en la Plaza Mendel (Mendlovo Namesti) de Brno, se alza una estatua de mármol blanco (fig. 12) obra del escultor Theodor Charlemont, que perpetúa la figura del inmortal fundador de la genética.

Fig. 9 Primera página de un artículo meteorológico publicado por Mendel en 1864.

“ 10 Primera página de un artículo meteorológico publicado por Mendel en 1871.

“ 11 Esquela de defunción de Mendel en 1884.

“ 12 Estatua erigida a Mendel en Brno en la plaza que lleva su nombre.



### III EL TRABAJO

El Monasterio de Santo Tomás, disponía de un pequeño terreno en que existía un jardín, y en el que Mendel instaló también algunas colmenas.

Pero el trabajo en ese jardín —hoy ampliamente conocido por haber sido reproducida su fotografía (fig. 13) en infinidad de libros como la cuna de la genética— no fue simplemente para el joven monje manera de pasar el tiempo o realizar saludable ejercicio.

Su inquietud mental le había llevado a estudiar el complicado problema de la herencia y, en 1857 —a los 35 años de edad— inició una serie de experimentos de cruzamientos en plantas, que le permitieron enfocar el asunto con mayor perspicacia y profundidad que sus antecesores.<sup>27a</sup>

Lo primero que hizo fue seleccionar la especie vegetal con que debería trabajar pensando que:

Las plantas experimentales deben necesariamente:

1. Poseer caracteres diferenciales constantes.

2. Los híbridos de estas plantas deben, durante el período de floración, estar protegidos de la influencia de polen extraño o debe ser fácil protegerles de él.

“Los híbridos y su descendencia no deben presentar perturbaciones marcadas en su fertilidad en generaciones sucesivas”.



Para seleccionar el material de trabajo “Se hicieron experimentos con varios miembros de esta familia (leguminosas) que condujeron el resultado de que el género *Pisum* posee las cualidades necesarias”.

He aquí pues a Mendel seleccionando el material de trabajo e iniciando con él una serie de experimentos que habrían de dar las bases necesarias para establecer posteriormente una de las más importantes disciplinas biológicas, como es la genética.

Decidida la especie con que habría de trabajar, seleccionó variedades que difirieran entre sí por caracteres constantes fáciles de observar, escogiendo para ello siete, que fueron: forma de la semilla madura, color del albumen de la semilla, color de las cubiertas de la semilla, forma de las leguminosas maduras, color de las legumbres no maduras, posición de las flores y longitud del tallo.

Procedió luego a efectuar cruza recíprocas entre plantas con caracteres contrastados, cuidando que “la variedad que en un conjunto de fecundaciones sirvió como portadora de semillas en la otra serie se empleó como portadora de polen”.

Realizadas las fecundaciones y habiéndose producido semillas, observó cuidadosamente las características de los híbridos de esa primera generación ( $F_1$  en la terminología actual), notando que mostraban exclusivamente el carácter de uno de los progenitores —al que por dicha razón designó *dominante*— desapareciendo en cambio el carácter opuesto del otro progenitor —al que por ello llamó *recesivo*. “Además, en todos los experimentos se demostró que no importa si el carácter dominante pertenece al progenitor portador de las semillas o del polen; la forma del híbrido es la misma en ambos casos”.

Dos de estos híbridos en los que sólo apareció el carácter *dominante* recibido de un progenitor, se cruzaban entre sí, observando que en la segunda generación híbrida ( $F_2$ ) “. . . reaparecen, junto con los caracteres dominantes, también los recesivos con sus peculiaridades completamente desarrolladas y esto ocurre en una proporción de tres a uno completamente definida, de manera que de cada cuatro plantas de esta generación tres presentan el carácter dominante y una el recesivo”.

Cruzando nuevamente dos plantas de esta segunda generación de híbridos, en la tercera ( $F_3$ ) las formas que habían presentado el carácter recesivo no variaban ya y éste seguía apareciendo en sus descendientes, mientras que las que mostraban el carácter dominante originaban una descendencia donde se repetía lo observado en la generación  $F_2$ , o sea la proporción de 3 con el carácter dominante y 1 con el recesivo.

Siguiendo el experimento hasta por seis generaciones pudo ver que “La descendencia de los híbridos segregó en cada generación en la proporción de 2:1:1, entre híbridos, y formas constantes”.

No contento con los resultados de estos experimentos de cruzamientos entre plantas que se diferenciaban por una característica realizó otros en que las diferencias se relacionaran con *dos* caracteres contrastados. Pudo así comprobar una vez más, los dos principios enunciados en párrafos anteriores: el de dominancia y el de permanencia, pero logró establecer además otro, que fue el de transmisión independiente.

En efecto, cruzando plantas que diferían por dos características, pudo comprobar que en la descendencia —siempre en proporciones constantes— se observaban individuos con las mismas características de un progenitor y otros con las correspondientes al otro progenitor, pero que aparecían también nuevas formas, debido a que en ellas se combinaba *un* carácter de un progenitor con *un* carácter del otro, lo que producía el nuevo tipo.

Cuidadosamente conducidos los experimentos —y minuciosamente anotados— le permitieron formar estadísticas con los resultados, y demostrar esa relación numérica constante entre las diversas formas.<sup>27 b</sup>

Además de las observaciones con chícharos (*Pisum*) llevó a cabo otras con frijoles (*Phaseolus*), de menor amplitud y en las que los resultados no fueron satisfactorios.

Estos trabajos de Mendel, iniciados en 1857 los presentó ante la Sociedad de Ciencias Naturales de Brünn en un artículo intitulado “Versuche über Pflanzen-Hybriden” (Experimentos de hibridación en plantas) leído en dos sesiones consecutivas el 8 de febrero y el 8 de marzo de 1865, y publicado en el tomo IV de las “Memorias” de la misma aparecido el año de 1866 (fig. 14).

Este artículo,<sup>28</sup> actualmente considerado entre los clásicos indiscutibles de la literatura biológica, fue vertido al

inglés en 1902 y posteriormente a otras lenguas. El presente año la Universidad Nacional Autónoma de México editó en un pulcro folleto la traducción al español,<sup>29</sup> que puede ser fácilmente consultada (fig. 15).

En el segundo párrafo de su escrito menciona cinco investigadores que habían realizado estudios semejantes anteriores a los suyos —Kolreuter Gartner, Herbert, Lecoq y Wichura— de los que el primero, el segundo y el último de la lista parece ser lo que considera más importantes, o los que le son más familiares pues en el capítulo último, al que denomina “Observaciones finales” y en el que discute la interpretación que debe darse a sus datos, hace alusión una vez a Wichura, cuatro a Kolreuter y once a Gartner.

Fig. 13 Jardín del Monasterio, donde realizó Mendel sus experimentos de hibridización.

“ 14 Portada del trabajo de Mendel sobre hibridación de chícharos, presentado a la Sociedad de Ciencias Naturales de Brünn en 1865.

“ 15 Portada de la edición española del artículo de Mendel, publicada por la Universidad Nacional Autónoma de México en 1965.

“ 16 Primera página del manuscrito de Mendel, con la anotación marginal del Secretario de la Sociedad.



Aunque según anteriormente vimos hubo diversas contribuciones previas de gran importancia como las de Goss, Seton, Knight, Naudin, etc. —algunas de ellas con el mismo género de plantas que utilizó Mendel— la falta de mención directa a ellas por el monje austríaco impide afirmar si tuvo o no conocimiento de las mismas.

Además de esos trabajos llevados a cabo en plantas —como en otro sitio dijimos—Mendel se dedicó también a criar abejas, suponiéndose por ello que debe haber conocido un interesante trabajo publicado en 1856 por el monje silesiano Dzierzon sobre hibridismo en estos insectos.

El artículo de Mendel fue publicado —como ya dijimos— en las “Memorias de la Sociedad de Ciencias Naturales”, de Brünn, que se distribuían con cierta amplitud, como lo prueba el hecho mencionado por Dorsey<sup>30</sup> que para 1867 habían llegado ya, por lo menos, a tres bibliotecas norteamericanas como fueron las de la Academia de

Ciencias Naturales de Filadelfia, la Academia Americana de Artes y Ciencias en Boston y la Sociedad de Historia Natural de Boston. Y que de 1871 a 1898 las habían recibido otras siete instituciones.

Además, como podemos ver en la página inicial del manuscrito de Mendel, existe una nota en el ángulo superior izquierdo —puesta por el geólogo G. von Niessel, Secretario de la Sociedad— con la anotación referente a “40 separatas” (fig. 16), que Mendel distribuyó a diversas personas, de entre las cuales conocemos dos: el eminente botánico Carl von Naegeli, y Antón Kerner, de Innsbruck. Este último se ignora si llegó a leer el trabajo que pudo haber consultado con el número correspondiente de las “Memorias”—pues la separata que remitió el autor se encontró sin abrir en su biblioteca.

Naegeli, a quien se lo había enviado con una carta (fig. 17) no sólo leyó el artículo sino que contestó al autor (fig. 18) formulando algunas objeciones y recomendándole trabajar con otras plantas, especialmente con el género *Hieracium*.<sup>31</sup> Mendel siguió el consejo y trabajó con esa planta, habiendo reportado sus experimentos en otro artículo de 1869, que constituyó el segundo y último de su producción biológica<sup>32</sup> (fig. 19).

Se ha comentado mucho que Naegeli (fig. 20), que trabajaba precisamente en problemas semejantes, y que indudablemente tenía profunda cultura biológica, no hubiese percibido el valor de la contribución de Mendel y con ello contribuyese al olvido en que estuvo la misma por más de siete lustros. En efecto, no sólo la contestación a Mendel, sino el hecho de no citar los trabajos de éste en su artículo sobre hibridización de 1866,<sup>33</sup> ni en su libro sobre la herencia y la evolución aparecido en 1884<sup>34</sup> —precisamente el año de la muerte del entonces Abad del Monasterio de Santo Tomás— muestran el poco interés que sus contribuciones le merecieron.

Esta actitud de Naegeli le ha valido acres censuras posteriores, pero en un muy reciente trabajo Weinstein<sup>35</sup> trata de explicarla, por un lado como la justificada reserva con que se recibe una contribución de autor desconocido y por otro por ciertas partes discutibles que incluía su trabajo y que naturalmente hacían que se pusiera en cuarentena antes de poder afirmarlas o aclararlas.

Peters<sup>36</sup> en un útil libro en que reproduce 28 trabajos que considera “clásicos” en el campo de la genética, comienza naturalmente con el de Mendel, pero no lo inserta completo sino que omite los experimentos en *Phaseolus* y las consideraciones finales, diciendo no sólo que carecen de interés, sino que la experiencia tenida con sus propios alumnos, es que únicamente sirven para crearles confusiones. No estamos de acuerdo con esta opinión, pues en realidad el trabajo mendeliano constituye una unidad, que no se puede apreciar ni juzgar cumplidamente si no se lee en su totalidad.

#### IV EL OLVIDO

Ciertamente, la “carrera” científica de Mendel es peculiar por más de un motivo.

Los experimentos que habrían de dejar su nombre permanentemente escrito en los anales de la ciencia —los cruzamientos con plantas del género *Pisum*— los inicia en 1857 y ocho años después —completados con algunas observaciones en el género *Phaseolus*— los presenta a la Sociedad de Ciencias Naturales de Brünn, que los publica en 1866 en sus “Memorias”.

Continúa trabajando en su jardín —ahora con plantas del género *Hieracium*— y en 1869 publica un artículo dando a conocer los resultados obtenidos.

El año anterior —1868— cuando tenía 46 de edad es designado prelado del Monasterio de Santo Tomás, puesto que desempeña hasta su muerte dieciséis años más tarde. Todo este periodo lo absorben sus deberes con la congregación y sus enconados pleitos con las autoridades civiles, al margen de los impuestos con que se pretendía gravar los bienes eclesiásticos.

Podemos pues, resumir su vida científica en el terreno biológico, limitándola a un periodo de trabajo activo que va de 1857 a 1868 —11 años entre los 35 y los 46 de su edad— y a la publicación de dos artículos —1866 y 1869— ambos prácticamente inadvertidos en su época, pero de los cuales el primero se considera hoy uno de los grandes clásicos de la Biología, mientras que el segundo no mereció reconocimiento alguno.

Seguramente Mendel murió orgulloso de la jerarquía monástica a que había ascendido, y posiblemente

satisfecho de la manera en que sirvió los intereses de su Orden.

Pero, casi seguramente, también debe haber pensado que sus trabajos científicos, enterrados en las “Memorias” de la Sociedad local dormirían para siempre el sueño de los justos.

Leonardo de Vinci fue un precursor de diversos ramos de la ciencia, pero su influjo en el desarrollo de la misma es prácticamente nulo, pues nunca publicó sus observaciones, esquemas y reflexiones. Y cuando sus famosos “cuadernos” —en los que para complicar más las cosas escribía en forma invertida, lo que hacía casi imposible la lectura de los apuntes si no se observaban reflejados en un espejo— se “descubrieron” tres siglos más tarde, lo que en tiempo del inmortal genio pudo haber sido anticipación valiosa, resultaba ya superado.

Mendel no guardó para sí —como lo hizo Leonardo— el fruto de sus experimentos, ni mucho menos los dejó consignados en forma criptográfica, como aquél con su peculiar escritura.

Por el contrario, tan luego como creyó disponer de materiales suficientes los ordenó, los tabuló cuidadosamente, analizó lo hecho por sus predecesores y preparó un artículo del mejor corte científico, que todavía hoy podría leerse sin encontrarlo fuera de lugar en cualquier sociedad científica, por la forma metódica en que se plantea el problema, la manera minuciosa en que se relatan los experimentos y sus resultados, la cautela para deducir conclusiones y aun por el tratamiento matemático —si bien estadísticamente rudimentario— que se ofrece y que hoy es faceta indispensable en trabajos similares.

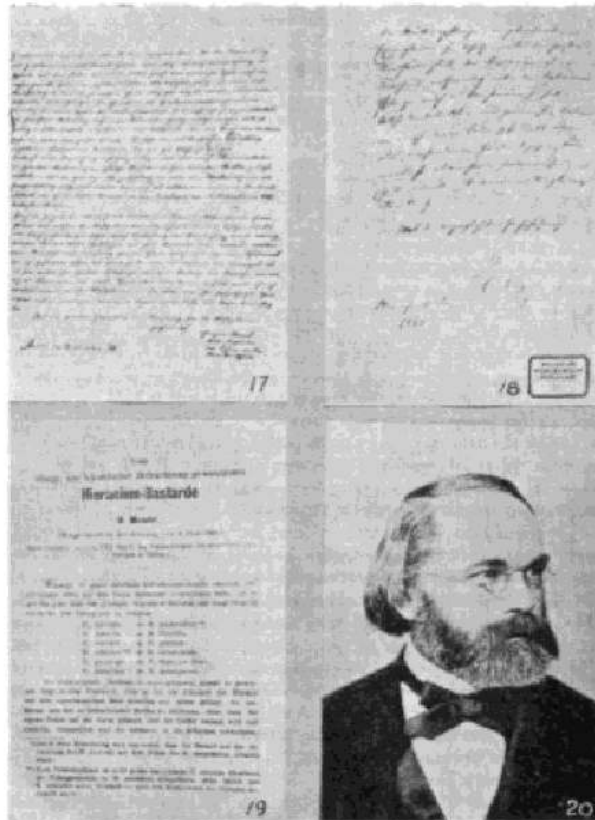
Ese artículo lo leyó en una Sociedad en la que sin duda había miembros bien capacitados, y que además tenía como socios honorarios varios destacados hombres de ciencia de la época. Y al año siguiente de su lectura fue publicado en las “Memorias” que se distribuían ampliamente, y el autor dispuso de cuarenta ejemplares para remitirlos precisamente a aquellos lectores que considerara más interesados en el ramo y más capacitados para comprender sus puntos de vista. Entre aquellos que lo recibieren, sabemos estaba Naegeli, que como ya dijimos no le dio mayor importancia, y Kerner, que ignoramos si siquiera lo haya leído

Fig. 17 Carta de Mendel a Naegeli.

“ 18 Carta de Naegeli a Mendel.

“ 19 Artículo publicado por Mendel en 1869, acerca de sus experimentos con *Hieracium*.

“ 20 Carl von Naegeli.



Hoffman, tres años después de su publicación hace alusión al trabajo de Mendel, el que cita nada menos que cuatro veces,<sup>37</sup> pero sin concederle importancia. Y en 1881 Focke<sup>38</sup> lo menciona quince veces en otro libro, pero tampoco aprecia la genial contribución que significaba.

Y es interesante mencionar que esta referencia de Focke, inicia una “reacción en cadena” que eventualmente conducirá a abrir los ojos del mundo científico al valor de la aportación mendeliana, prácticamente ignorada por 35 años. En efecto, Mendel publica su artículo en 1866, en Brünn; Focke lo cita en 1881 en Berlín; Bailey lo menciona—también sin darle importancia y tomando la referencia del anterior— en un libro aparecido en New York en 1892;<sup>39</sup> y esta referencia fija la atención de De Vries<sup>40</sup> en la oscura contribución cuando trabajaba en esos mismos asuntos, lo que le hace comprender fácilmente su importancia y ser en 1900 —junto con Correns y Tschermak— uno de los tres conductos por los cuales se da cuenta el mundo científico de la existencia del genial trabajo tan injustamente ignorado. Por lo que ese año inicial del siglo que estamos viviendo se considera como el del nacimiento de una nueva ciencia, que hoy tiene extraordinario desarrollo: la genética.

Mucho se ha especulado tratando de explicar porqué el trabajo de Mendel quedó por tanto tiempo subestimado —no ignorado puesto que consta fue conocido y aun citado— a pesar del gran valor de sus aportaciones.

Se ha dicho con frecuencia que se adelantó a su época y que los investigadores de entonces no estaban capacitados para entenderlo. Si examinamos cuidadosamente la calidad de las contribuciones de algunos que lo conocieron —como Naegeli— y si vemos que el trabajo de otros investigadores que presentaban en sus conclusiones grandes paralelos con el de Mendel —como los casi exactamente contemporáneos de Naudin en 1863 que le valieron un premio de la Academia de Ciencias de Francia— no nos sentimos tan inclinados a seguir sosteniendo aquella tesis.

Anteriormente hicimos referencia a la opinión de Weinstein para explicar la actitud de Naegeli, y creemos que

en gran parte es justa y puede extenderse a otros hombres de ciencia que hayan podido leer y no comprender el trabajo original: falta de confianza en un autor primerizo carente de personalidad científica, y los indudables puntos de contradicción o duda que se desprendían de su trabajo y que sólo experiencias posteriores —hechas a la luz de nuevos conocimientos— permitieron explicar.

Se ha dicho también que el mundo estaba demasiado ocupado discutiendo la entonces recién aparecida obra de Darwin *The Origin of Species*, que marcó nuevas rutas al pensamiento en todos sus aspectos. Esto indudablemente es cierto, pero precisamente para comprender a Darwin y explicar el mecanismo de la evolución era necesario tener nociones más claras acerca del fenómeno de la herencia.

Dobzhansky<sup>41</sup> pensando seguramente en la clara mentalidad darwiniana, y la avidez con que el sabio de Down colectaba cuanta información llegaba a sus manos que pudiera servir para afirmar sus teorías, dice que “quizá” Darwin sí hubiera comprendido a Mendel, pero que no lo leyó. Nosotros pensamos igual, y lamentamos esa falta de conocimiento de la contribución del autor agustino, puesto que ello no sólo habría dado nuevas bases al evolucionismo —como sucedió en el siglo siguiente— sino que hubiese hecho innecesario que Darwin expusiera en 1868 su malhadada teoría de la pangénesis.<sup>41a</sup>

Zirkle<sup>42</sup> en un reciente y agudo artículo, señala todas las peculiaridades que se conjugaron para retardar tantos años la aceptación del mendelismo, haciendo notar que las bases esenciales de éste habían sido ya aisladamente señaladas por otros autores en trabajos anteriores, alguno: de los cuales se remontaban a la época misma del nacimiento de Mendel. Y agrega también la cita a ciertas curiosas y contradictorias posiciones que tomaron algunos de los primeros geneticistas, cuando los principios de Mendel se hicieron ampliamente conocidos.

De cualquier manera que sea, es indudable que pueden señalarse, como *hechos* los siguientes: 1) que en 1865-66 Mendel sentó las bases para un estudio científico de la herencia; 2) que esa contribución, aun conocida y citada, no recibió apreciación alguna y en consecuencia careció de importancia en el desarrollo de la ciencia por todo el resto del siglo; 3) que cuando en 1900 tres investigadores independientes comprendieron su importancia y la señalaron al mundo científico, éste en forma súbita y dramática se dio cuenta de ello y comenzó de inmediato a desarrollarse toda una nueva rama de la ciencia que pronto tomaría extraordinario vigor.

“Entonces, en 1900, los principios mendelianos de la herencia, que habían permanecido sin reconocimiento por treinta y cinco años, fueron redescubiertos, y una nueva ciencia de cuidadoso conocimiento experimental de la herencia nació y fue bautizada como “Genética” por Bateson. Casi de inmediato muchos complejos problemas de la herencia se resolvieron; la 'prepotencia' se encontró que era la dominancia de Mendel, la 'reversión' o 'atavismo' la reaparición de los recesivos mendelianos, los resultados de la hibridación dejaron de ser imprevisibles y las leyes de la herencia estuvieron por fin en vías de ser descubiertas” (Conklin).<sup>43</sup>

## V LA NUEVA ERA

En 1886 vio la luz el trabajo de Mendel, y las “Memorias” en que apareció tuvieron una circulación relativamente amplia.

Pero quienes lo leyeron no descubrieron su importancia. Sin embargo, treinta y cinco años después, tres investigadores que trabajaban en los mismos problemas leyeron con atención el olvidado artículo, repitieron los experimentos, y en 1900 casi simultáneamente —por esas curiosas coincidencias de que está llena la historia de la ciencia— los dieron a conocer y de inmediato atrajeron sobre los mismos la atención del mundo científico. Fueron ellos el holandés Hugo de Vries,<sup>44</sup> el alemán Karl Correns<sup>45</sup> y el austríaco E. von Tschermak.<sup>46</sup>

Según Goldschmidt<sup>47</sup> la dificultad para su aceptación en los primeros tiempos se debió en gran parte a la coincidencia de que posiblemente ninguno de los tres redescubridores tenía las características necesarias para hacer triunfar la tesis mendeliana; explicando que el más famoso de ellos —De Vries (fig. 21) profesor en la Universidad de Amsterdam— y que gozaba de gran autoridad, estaba más interesado en el comportamiento aberrante de sus mutantes de *Oenothera* que en los sencillos hechos de la herencia mendeliana; Tschermak (fig. 22) ocupado en asuntos de agricultura y horticultura, no tenía gran influencia en el campo de la biología general; y Correns (fig. 23) que posteriormente llegó a ocupar la destacada posición de Director del Instituto Kaiser Wilhelm de Investigaciones Biológicas, en Berlín, era hombre difícil, sin discípulos o colaboradores, que tuvo que hacer sus experimentos en su propio jardín ayudado de su esposa.

Fig. 21 Hugo de Vries.

“ 22 E. von Tschermak.

“ 23 Karl Correns

“ 24 William Bateson.



Posiblemente la figura de mayor influencia al respecto —en las primeras etapas del “redescubrimiento” de Mendel— fue William Bateson (fig. 24) profesor por aquel entonces en Cambridge, y a partir de 1910 director de la John Innes Horticultural Institution, a quien respaldaba la poderosa Royal Society, en la que presidía un Comité de Evolución.

El 8 de mayo de 1900, viajando en tren de Cambridge a Londres para sustentar una conferencia en la Royal Horticultural Society, leyó el trabajo de De Vries donde éste mencionaba a Mendel, y en su exposición hizo referencia a ello.<sup>48</sup>

Quedó tan impresionado que logró que la propia Sociedad publicara el año siguiente una traducción inglesa completa del artículo de Mendel.<sup>49</sup> Además, convocó periódicamente “Conferencias” para discutir los problemas de la herencia, y en 1911 fue el alma para la reunión en París de lo que se llamó Primera Conferencia Genética Internacional.

Desgraciadamente, este activo y respetado investigador en el campo de la herencia no quería aceptar que los

cromosomas fueran vehículos de los genes.

Hay que recordar que en la época en que trabajó Mendel, los conocimientos citológicos estaban aún en pañales, y mucho más lo relacionado con la gametogénesis, o sea el peculiar mecanismo para la formación de los gametos o células sexuales.

Mendel sólo hablaba del “polen” y de la “semilla”, como los elementos masculino y femenino que intervenían en la producción de una nueva planta, pero sin tener idea alguna de su estructura íntima ni, mucho menos, del proceso formativo de los mismos.

Fue Strasburger<sup>50</sup> (fig. 25) quien estableció sobre bases firmes el proceso de la mitosis o cariocinesis en la reproducción celular de los vegetales, y Flemming<sup>51</sup> hizo lo mismo en los animales. Weissman, por su parte<sup>52</sup> (fig. 26) elaboró su teoría del plasma germinal, considerándolo vehículo de la herencia, y del plasma somático como el que manifestaba en forma aparente las características hereditarias.

Fig. 25 E. Strasburger.

“ 26 Augusto Weissman.

“ 27 Theodor Boveri.

“ 28 Edmund B. Wilson.



Sutton,<sup>53</sup> estudiando el proceso mitótico en *Brachystola magna* fue impresionado por el complicado



mecanismo que daba por resultado la repartición ecuacional de la cromatina en las dos células resultantes, exponiéndolo así en 1902 en un artículo que sirvió de base a otro del año siguiente<sup>54</sup> en el que, analizando lo observado en el microscopio y los resultados alcanzados por Mendel en sus experimentos de hibridación, llega a la conclusión de que los cromosomas deben ser los portadores de los caracteres hereditarios. Simultáneamente al gran investigador alemán Theodor Boveri<sup>55</sup> (fig. 27), da a conocer opiniones semejantes a las del entonces novel investigador americano Sutton, por lo que la hipótesis correspondiente al papel de los cromosomas como portadores de los caracteres hereditarios se cita generalmente con el nombre de ambos autores. También en ese año de 1902, Wilson<sup>56</sup> y Cannon<sup>57</sup> hacen contribuciones fundamentales en el mismo sentido.

Las observaciones sobre el mecanismo íntimo de la mitosis y las peculiaridades de la gametogénesis, analizadas a la luz de los resultados obtenidos en los experimentos de hibridación, parecían explicar el mecanismo para que los caracteres hereditarios provenientes del padre y la madre pasaran a la descendencia, acarreados por los cromosomas

Pero el fenómeno de la transmisión del sexo no se clarificaba en igual forma. Sin embargo, no tardaría en verse que era también un mecanismo cromosómico el que podía explicarlo. En 1891 Henking<sup>58</sup> había reportado el núcleo de un insecto en el que se encontraba un cuerpo enigmático, que al formarse los espermatozoides solamente pasaba a la mitad de ellos.

En 1902 McClung<sup>59</sup> encontró que ese cuerpo enigmático observado diez años antes era en realidad un cromosoma que controlaba el sexo. Lo que tres años después fue comprobado sin lugar a dudas por Wilson<sup>60</sup> (fig. 28) que observó que las hembras del Hemíptero *Anasa tristis* presentaban 22 cromosomas en todas sus células, mientras que el macho sólo tenía 21. Posteriormente se vio que en sus detalles, este procedimiento presentaba diferencias no sólo por el hecho de que la anisogamia masculina en *Anasa*, podía ser femenina en otras especies, sino demostrando también que otros seres tenían igual número de cromosomas en ambos sexos, pero que en uno de los pares de cromosomas sus dos componentes no eran iguales, sino que uno correspondía en realidad a aquel cuerpo extraño que desde 1891 había observado Henking y que McClung identificó como de carácter sexual.

Mendel, en su memorable trabajo, habla de la transmisión de “caracteres” tales como colores, formas y tamaños, y supone que las causas de los mismos deben encontrarse presentes lo mismo en los elementos genéticos que en las plantas maduras. Pero como dice Dobzhansky<sup>61</sup> “Después del redescubrimiento del trabajo de Mendel sus castos caracteres no se conservaron sin mezcla con doctrina de crudo materialismo”.

Fue Johansen (fig. 29) en 1909<sup>62</sup> quien creó el término “gene” —y consecuentemente la denominación de “genética”— diciendo que “La palabra gene está pues completamente libre de cualquier hipótesis. Sólo expresa el hecho que a lo menos varias propiedades del organismo están determinadas por 'estados', 'unidades', o 'elementos' especiales' a lo menos parcialmente separables, y por lo tanto hasta cierto punto independientes; en resumen por lo que llamaremos genes, presentes en las células genéticas”.

Uno de los más importantes descubrimientos de los primeros días de la genética, fue el que realizaron Bateson y Punnett en 1906,<sup>63</sup> demostrando que no todos los caracteres se transmiten aisladamente, como encontrara Mendel en sus experimentos originales, sino que algunos podían pasar ligados siempre entre sí, opinando que se transmitían en “paquetes”.

Si el interés de Mendel se había centrado fundamentalmente en las plantas —pues no conocemos lo que a este respecto hubiese observado en sus trabajos con abejas— y tanto De Vries, como Correns y Tschermack trabajaban en el campo de la botánica, tres de los pioneros en este campo como el gran Bateson<sup>64</sup> a que ya hemos hecho referencia, el francés Cuenot<sup>65</sup> —que desgraciadamente después de realizar valiosos trabajos cayó en el finalismo al término de su vida— y el americano Castle,<sup>66</sup> que tanta importancia tendría para introducir la *Drosophila* al estudio de la herencia —permitiendo con este instrumento la realización de las memorables contribuciones de Morgan y sus colaboradores— trabajaron con animales, y publicaron en 1902 y 1903 importantes observaciones realizadas en mamíferos.

Al terminar pues la primera década del siglo actual los trabajos de Mendel, tanto tiempo olvidados, se convertían en faro y guía para las tareas de grupos brillantes y activos de investigadores cuyas contribuciones ameritan analizarse por separado.

## VI CAMINO ADELANTE

El redescubrimiento del artículo de Mendel en 1900, tuvo lugar en un momento en que la teoría darwiniana acerca de la evolución había triunfado ruidosamente sobre sus opositores pero, al mismo tiempo, empezaba a mostrar que tenía algunas fallas, motivo de justificadas críticas.

Quizá la más seria era la referente al mecanismo de la herencia, con respecto al cual surgían múltiples interrogantes: ¿las variaciones eran lentas y acumulativas, o bien bruscas y súbitas como quería De Vries? ; ¿los caracteres adquiridos podían heredarlos los descendientes, según afirmaba Lamarck? ; ¿la teoría de la panagénesis ofrecida por Darwin, aclaraba el mecanismo del fenómeno hereditario? ; frente a la aparición y transmisión de variaciones hereditarias ¿cuál era el papel que en realidad correspondía a la selección natural? ; y tantas otras más que preocupaban profundamente a los biólogos.

Los primeros geneticistas creyeron que el enfoque de los fenómenos de la herencia en forma mendeliana, era contrario a la tesis darwiniana.<sup>66a</sup> Como acertadamente dice Dobzhansky, nada menos que uno de los redescubridores de Mendel, De Vries “. . . creyó que estaba demoliendo la teoría de Darwin cuando, en realidad, comenzaba a descubrir la salida al mayor predicamento de Darwin. . . El proceso de la mutación proporciona las materias primas genéticas con las cuales pueden construirse los cambios evolucionistas por selección natural. La mutación es la fuente de variación hereditaria que Darwin trató vanamente de descubrir”.<sup>67</sup>

Poco a poco, sin embargo, se fueron acumulando descubrimientos que aunque en ocasiones parecían contradecir la tesis de Mendel, en realidad encajaban en ella, como lo demostraron aportaciones posteriores.

En esa primera época, Castle, en Harvard, creó la técnica del cultivo en plátano de las moscas del género *Drosophila*<sup>68</sup> que Lutz llevó al laboratorio de Cold Spring Harbor, donde las proporcionó a Morgan para que éste iniciara junto con un grupo de brillantes colaboradores la más fundamental serie de investigaciones, que hacen que en la actualidad ese nombre esté siempre unido al de Mendel cuando se trata de hablar de las bases fundamentales de la genética.

En 1908 Hardy,<sup>69</sup> en un corto artículo introduce métodos matemáticos que se consideran de capital importancia, pues sentaron las bases sobre las que todavía a la fecha se desarrollan los estudios de genética de poblaciones. Como simultáneamente Weinberg<sup>70</sup> en forma independiente llegó a conclusiones semejantes, se acostumbra mencionar la estabilidad de las proporciones de genes en una población determinada como “Ley Hardy-Weinberg”.

Al comienzo de la segunda década del siglo actual, Emerson y East<sup>71</sup> hacen una contribución de gran importancia, demostrando cómo los caracteres hereditarios que aparentemente se han fusionado en el maíz en la generación F<sub>1</sub>, se segregan mendelianamente en la generación F<sub>2</sub>. Y Sturtevant,<sup>72</sup> al demostrar la disposición lineal de los genes en *Drosophila*, sienta las bases para los mapas cromosómicos.

Pero esta década se distingue especialmente por las aportaciones de Morgan y su escuela. Thomas Hunt Morgan (fig. 30), Profesor de Zoología Experimental en la Universidad de Columbia, reúne en torno suyo una pléyade de investigadores tan brillantes como Sturtevant, Bridges, Muller, y varios más, constituyendo una constelación de tal magnitud que el mejor elogio que Goldschmidt<sup>73</sup> encuentra para Morgan es llamado *primus inter pares*. En 1910 demuestra Morgan<sup>74</sup> el hecho de que los cromosomas sexuales son a la vez portadores de otros factores hereditarios —a los que llamamos hoy “ligados al sexo—” que tanta importancia han tenido por su peculiar comportamiento para aclarar muchos aspectos de la genética. Y nueve años después, publica su monumental obra sobre las bases físicas de la herencia,<sup>75</sup> contribución tan clásica y fundamental como el propio artículo publicado por Mendel en 1865.

La década de 1920-30 contempla otros adelantos básicos y fundamentales. En ella Bridges —amigo muy querido del autor, desaparecido prematuramente—, con respecto al cual tuve en alguna ocasión la oportunidad de escuchar a Morgan en Woods Hole calificarlo como el más brillante de los doctores graduados en Columbia” hace su capital descubrimiento del llamado “crossing-over” o “intercambio factorial”<sup>76</sup> que siete años después servirá a Dobzhansky<sup>77</sup> (fig 31), analizando las translocaciones en el tercero y cuarto cromosomas de *Drosophila*

*melanogaster* para sentar las bases de los llamados mapas cromosómicos. Muller por su parte demuestra la acción de los rayos X para acelerar la producción de mutaciones.<sup>78</sup> Y gracias a las contribuciones de Bridges<sup>79</sup> y otros, se afinaron y completaron las investigaciones iniciadas por Morgan en 1910, explicando las complicaciones en el determinismo del sexo. El valor de algunas de las aportaciones mencionadas se consideró de tanta importancia, que Morgan en 1933 y Muller en 1946, recibieron por ellas el Premio Nobel. Es también en esta década fecunda en la que Fisher publica sus memorables contribuciones matemáticas, que en 1930 presenta agrupadas en un libro<sup>80</sup> y Wright,<sup>81</sup> tomando como base esos estudios inicia una serie de valiosas contribuciones igualmente matemáticas.

En 1933 Painter<sup>82</sup> abre nuevas y finas rutas citológicas para el estudio de la herencia con el análisis de las curiosas estructuras de los cromosomas gigantes que se observan en las glándulas salivales de las drosófilas, que expone detalladamente al año siguiente,<sup>83</sup> haciéndolo posteriormente Bridges;<sup>84</sup> mientras que Lindstrom<sup>85</sup> y Creighton y McClintok<sup>86</sup> estudian con el mayor detalle los cromosomas de *Zea mays* y logran hacer mapas extraordinariamente precisos de los mismos, pudiendo comparar lo que pasa en una especie vegetal —el maíz— con lo que Morgan y su escuela habían venido estudiando en animales, principalmente la mosca del vinagre. Dobzhansky<sup>87</sup> muestra que no sólo es la naturaleza propia de cada gene aislado lo que determina sus manifestaciones fenotípicas, sino que deben considerarse también las relaciones recíprocas, en lo que se ha llamado “efecto de posición”, que llevará a Goldschmidt —que en esa época hace dos importantes contribuciones en el campo de la genética fisiológica<sup>88</sup> y <sup>89</sup>— a pensar que el mecanismo fundamental en la macroevolución no es el de los genes clásicos sino la acción de cromosomas enteros, que serían los sujetos de la variación. Por último, es también en esta década cuando podemos señalar el descubrimiento del papel de la heterocromatina, entrevisto por Heitz<sup>90</sup> y desarrollado, entre otros, por Darlington y la Cour<sup>91</sup> y por Callan.<sup>92</sup>

En 1937 y 1938 Sonneborn,<sup>93,94</sup> encuentra que el género *Paramecium* la conjugación no se efectúa indiferentemente entre dos individuos cualesquiera, sino que existen diferentes “tipos de apareamiento” (mating types) que sólo conjugan siguiendo determinadas combinaciones, abriendo así un brillante y nuevo campo en las investigaciones genéticas de los ciliados.<sup>95</sup>

El propio Sonneborn<sup>96</sup> y <sup>97</sup>, descubre la existencia de ciertos determinantes semejantes a los genes, pero que se encuentran en el citoplasma y no en el núcleo, por lo que se les ha denominado “plasmagenes”. Muy recientemente Kimball,<sup>98</sup> ha hecho un interesante análisis de la genética de los infusorios a la luz de los más recientes descubrimientos, especialmente en el campo de la bioquímica.

Los diez años que terminan al mediar el siglo actual (1940-50) comienzan con la publicación del libro de Goldschmidt (fig. 32) sobre las bases materiales de la evolución<sup>99</sup> donde concreta y justifica —teórica y experimentalmente— sus revolucionarias opiniones mencionadas en párrafo anterior, que aunque no fueron generalmente aceptadas, constituyeron sin embargo aporte de gran interés para revisar muchos conceptos. A su vez Beadle, Tatum y Ledenberg —que por ello recibirán un Premio Nobel en 1958— enfocan el estudio de los problemas genéticos a los microorganismos y demuestran el control mendeliano de los procesos bioquímicos, descubrimiento capital que abrió nuevas vías fecundas a la investigación, pudiéndose encontrar amplias referencias al tema en la antología editada por Ledenberg.<sup>100</sup> Es también en esta década en la que Dobzhansky y otros hacen una importante contribución para explicar muchos fenómenos evolutivos, proyectando el estudio de los mecanismos hereditarios de los individuos a los grupos, impulsando enérgicamente la investigación de esa fecunda rama que denominamos genética de poblaciones, y cuyos resultados pueden verse en toda su amplitud, entre otros sitios, en el libro de Dobzhansky<sup>101</sup> dedicado a discutir el aspecto genético del origen de las especies.

Fig. 29 W. Johansen.

“ 30 Thomas Hunt Morgan.

“ 31 Theodosius Dobzhansky.

“ 32 Richard Goldschmidt.



Los quince años transcurridos desde 1950 a la fecha, posiblemente se caractericen, más que nada, por las aportaciones de Ochoa y Kornberg<sup>102</sup> y <sup>103</sup>, relacionados con la importancia y el papel que desempeñan el ácido ribonucleico (RNA) y el ácido dioxiribonucleico (DNA) en la explicación del mecanismo íntimo de la acción genética, lo que les conquistó el Premio Nobel en 1959. Y es también por esa misma época cuando Watson, Crick y Wilkins,<sup>104</sup> establecieron la noción del “Código Genético” que constituye hoy quizá el campo de investigación que mayor interés atrae. Fue a este grupo a quienes en 1962 se otorgó el último Premio Nobel por trabajos en relación con la genética, cerrando la serie de cinco concedidos en este campo, a partir del inicial dado a Morgan treinta años antes.

También se significa este período por una serie de críticas a los conceptos mendelianos básicos, algunas de las cuales pudieron explicarse y sirvieron para fortalecerlos; otras que aun preocupan a los investigadores para encontrar su correcta interpretación; y otras más —a las que particularmente nos referiremos en el capítulo siguiente— que sólo marcaron un periodo de retroceso anticientífico, hoy afortunadamente superado.

Ravin<sup>105</sup> en su reciente libro donde analiza los modernos adelantos de la genética, dice refiriéndose a sus primeras fases y evolución posterior, que someramente hemos procurado destacar en sus aspectos más salientes en este capítulo, lo siguiente: “El período clásico sirvió para revelar el orden y regularidad de la transmisión hereditaria, demostrando los procesos celulares base de tal regularidad, pero más importante aún señalando los problemas que requerían atención. Gracias a ello se estimuló la investigación química. El futuro debe buscar la continuidad entre el nivel molecular de organización genética y los eventos que trascienden a niveles celulares, organizmales de población”.

## VII CRÍTICAS Y ATAQUES

Como toda teoría de amplitud semejante a la que se construyó sobre las leyes que Mendel enunció en 1865, la cromosómica de la herencia, basada en la asunción de la existencia de unidades específicas llamadas “genes” en dichas estructuras nucleares, fue recibida con escepticismo en un principio; y aunque en poco tiempo ganó aceptación muy amplia en sus enunciados generales, se le formularon diversas críticas.

Ya hemos dicho que uno de sus campeones iniciales —Bateson— no creía en el papel de los cromosomas. Y que en los primeros tiempos se pensó que frente al apasionante problema de la evolución orgánica, los postulados de la genética se oponían a los de la selección natural formulados por Darwin y que, en consecuencia, existía un dilema que obligaba a pronunciarse por una u otra posición.

Según se fueron acumulando nuevos y más finos estudios, al mismo tiempo que contribuían a aclarar puntos originalmente dudosos, dando bases más amplias para los postulados fundamentales de la genética clásica, se ponía de manifiesto que otros temas que se creía definitivamente resueltos, en realidad no lo estaban, o bien surgían nuevos interrogantes a los que era menester encontrar respuesta.

Guyenot<sup>106</sup> por ejemplo, no se mostraba conforme con la separación absoluta de soma y germen hecha por Weissman y criticaba lo que denominaba mendelismo estrecho. Prenant,<sup>107</sup> discutiendo filosóficamente los fenómenos biológicos, también se pronunciaba contra la suposición de un divorcio absoluto entre genes y citoplasma. Y nosotros mismos,<sup>108</sup> enfocando estos problemas con orientación semejante a la del gran biólogo francés acabado de mencionar, considerábamos totalmente antidualéctica esa posición exclusivista con que se exageraban los principios mendelianos, queriendo hacer de los cromosomas no sólo únicos sino también vehículos absolutamente independientes para los caracteres hereditarios.

Y Goldschmidt, indudablemente uno de los más grandes geneticistas contemporáneos, que había hecho contribuciones de enorme valor en el terreno de la genética clásica, llegó a formular una revolucionaria teoría que, aunque aceptando los postulados de aquélla en el terreno de la microevolución, sostenía que en un campo más amplio —la macroevolución— eran las peculiaridades y cambios de los cromosomas en conjunto y no, la acción individual de los genes lo que explicaba el surgimiento de los materiales básicos para la transformación de las especies.

Cuando Sonneborn hizo sus memorables contribuciones sobre tipos de apareamiento en los protozoarios, y después sobre el papel de los plasmogenes, muchos pensaron que con ello se derrumbaba el edificio todo de la genética clásica

Como actualmente los descubrimientos sobre la estructura molecular del ácido dioxiribonucleico, que en los “cromosomas” de los microorganismos parece tener estructura continua no acorde con la existencia de genes separados, hacen pensar en la necesidad de revisar muchos conceptos preestablecidos.

Pero es interesante comprobar que en estos casos —unos cuantos tomados sólo como ejemplos— ninguno de los autores que los sostienen piensen que con ello se derrumbe el edificio todo de la genética mendeliana, ni mucho menos se atreven a postular que la misma careció de valor, y fue una mistificación que retrasó el progreso de la biología, encaminando a los investigadores por senderos equivocados.

Goldschmidt<sup>109</sup> por ejemplo, en su discurso presidencial en el IX Congreso Internacional de Genética, celebrado en Bellagio en 1953, habla de “filosofías diferentes en genética”— la clásica y la sostenida por él —y aunque trata de validar sus puntos de vista, considera que no es posible una decisión definitiva hasta que se logre el ataque bioquímico final; se refiere con gran aprecio a las contribuciones “clásicas” y acaba citando a Job para justificar su humildad, pidiendo lo corrijan si está equivocado.

Y Sonneborn,<sup>110</sup> cuyas valiosas contribuciones tan frecuentemente se citan en apoyo de los desorbitados ataques contra la genética mendeliana, claramente manifiesta que no comparte ese punto de vista cuando escribe: “La naturaleza esencial de la genética clásica se desarrolló casi completamente en el trabajo del genio que la creó el monje Gregorio Mendel. En manos de sus continuadores, el método que él creó —sin modificaciones o adiciones esenciales— condujo a cada futuro desarrollo de la teoría clásica del gene con una excepción: la localización de los genes en los cromosomas”.

Todas estas posiciones de discrepancia, son perfectamente claras, están justificadas desde el punto de vista de quienes las presentan y se apoyan en nuevos datos experimentales, o en interpretaciones diferentes de los resultados de otros autores. Y esto es algo que debemos ver complacidos, pues muestra que la ciencia no es estática, sino que está en proceso de continuo desenvolvimiento; y pone de manifiesto la independencia de criterio de los investigadores —adquirida lenta y penosamente a partir del Renacimiento— que hace que no busquen —como lo hacía la Escolástica— justificación a sus opiniones en lo afirmado por alguna autoridad anterior, por grande que sea, sino que se dirijan a la Naturaleza —en el campo y el laboratorio— para que proporcione los

materiales básicos a sus elucubraciones, formulando después hipótesis sobre esos resultados objetivos y no para que se ajusten a lo que un siglo atrás hayan afirmado —en un estado diferente del conocimiento— otros sabios, aunque éstos sean de la talla de un Lamarck o un Darwin, u otros filósofos, aunque éstos alcancen la estatura gigantesca de un Marx y de un Engels.

Desgraciadamente, en la Unión Soviética se escenificó un desagradable episodio en la historia de la genética, que se inicia en los años treinta y que apenas en la actualidad parece estarse superando.

Incidente penoso por su carácter anticientífico y las censurables técnicas empleadas, pero que como ya dijimos parece está siendo superado —esperamos que en forma definitiva— lo cual es importante ya que muestra con alentadores perfiles que la ciencia contemporánea —y los investigadores actuales— pueden sufrir momentáneas ofuscaciones y abandonar el sendero recto de la investigación objetiva, pero que tarde o temprano regresan a él, demostrando que han pasado para siempre los viejos tiempos en que para combatir a un adversario bastaba con presentarlo como enemigo de Aristóteles y Galeno, mientras que para justificar la propia posición no se requería otra cosa que proclamarse celoso intérprete de aquellos genios de la Antigüedad.

La Revolución de Octubre en Rusia, mostró desde sus inicios gran interés por la ciencia. Lenin, aun comprendiendo la defectuosa organización de la Academia Imperial de Ciencias, ordenó se conservara intacta mientras se le daba nueva organización y puso el mayor empeño en formar investigadores y dotar institutos y laboratorios de investigación.

Para los años treinta, la ciencia soviética había progresado notablemente. y en el campo de la genética aunque muy poco se había hecho al respecto antes del final de la Primera Guerra Mundial, contando posteriormente con la colaboración de Muller y Bridges, era mundialmente estimada, destacándose nombres tales como de Dubinin, Chetreykov, Sokolov, Tinjakou, Navashin, Shmalhuasen Karpechenko, Zhebrak, Kotzov, etc. y el de Nicolai I. Vavilov (fig. 33), que al frente del Instituto de Botánica Aplicada de Leningrado y como Presidente de la Academia Lenin de Ciencias Agrícolas impulsó grandemente los estudios genéticos especialmente orientados a la mejoría de las plantas cultivadas, sobre cuyo origen y dispersión realizó investigaciones que se consideran clásicas.<sup>111</sup>

La estimación mundial que la ciencia rusa disfrutaba en ese campo, se puso de manifiesto al decidirse que el VII Congreso Internacional de Genética se reuniera en Moscú en 1937. Sin embargo como, luego veremos la situación para entonces había cambiado y las autoridades soviéticas cancelaron la invitación para el Congreso. Lo que no impidió que al reunirse finalmente en Edimburgo en 1939, se designara Presidente del mismo a N. I. Vavilov, que se vio precisado a rehusar.

La razón detrás del cambio que se iniciaba, y que llegaría a extremos increíbles, estaba en las discrepancias que algunos biólogos soviéticos tenían con las ideas clásicas de la genética. Proyectadas al terreno filosófico, al presentar las tesis genéticas —peyorativamente llamadas “mendelo-weismanismo-morganismo”— como idealistas, metafísicas y opuestas al materialismo dialéctico, convirtieron el punto a debate en asunto político.

El líder de este movimiento fue Trofim D. Lysenko (fig. 34). Nacido en 1898 y formado en el campo de la botánica, especialmente en relación con problemas agrícolas. Fue alumno del Instituto de Agricultura de Kiev en los años veinte, cuando Dobzhansky era instructor en el mismo, quien recuerda <sup>112</sup> que uno de los profesores, el fisiólogo vegetal Votchal —discípulo de Timiriázev— le aconsejaba abandonar los estudios genéticos; lo que aunque no influyó en él, posiblemente sí tuvo repercusión en Lysenko. Para fines de la década, éste había comenzado a alcanzar notoriedad, especialmente por sus supuestas contribuciones a mejorar la producción agrícola. Pero cuando Harland<sup>113</sup> tuvo oportunidad de conocerlo en Odessa, su impresión fue que era “. . .notoriamente ignorante tanto en fisiología vegetal como en genética”. Y cuenta que al hablar con él Vavilov le sirvió de intérprete y le dijo al terminar: “Lysenko es de una especie colérica; todo el progreso del mundo lo han hecho hombres coléricos; en consecuencia dejémoslo trabajar... No hace daño y algún día puede hacer algún bien”.

Lysenko sin embargo, convencido de que la genética formal era errónea e inadecuada para el progreso de la agricultura soviética, emprendió una campaña enérgica contra la misma, postulando que no se ajustaba a la filosofía materialística-dialéctica ni seguía las enseñanzas de Darwin —como él las entendía— ni las rutas marcadas por Timiriázev y Michurin que eran sus profetas.

Fig. 33 Nicolas I. Vavilov.

“ 34 Trofim D. Lysenko.

“ 35 Portada de un folleto de Vavilov.

“ 36 Portada de la edición española del libro de Lysenko acerca de la herencia.



Una primera controversia en 1936 en la redacción de la revista Bajo la bandera del marxismo, mostró la gravedad del conflicto y fue la causa para no celebrar en Moscú —como ya se dijo— el proyectado Congreso Genético Internacional. Para 1938 el grupo había adquirido fuerza suficiente para desplazar a Vavilov de la Presidencia de la Academia de Ciencias Agrícolas Lenin y colocar en su lugar a Lysenko. Otra controversia en 1939 les dio más fuerza, y Vavilov fue desplazado definitivamente de la escena, no sólo perdiendo la dirección del Instituto de Botánica Aplicada y del Instituto de Genética, sino prácticamente desapareciendo, para fallecer en 1942 en circunstancias que no se han aclarado.

Vavilov, entre otras cosas —cuando dirigía el Instituto de Botánica Aplicada—organizó una serie de expediciones científicas para coleccionar variedades de plantas de cultivo en los que se suponían sus sitios de origen, y acumular así materiales para cruzamientos que le permitieran obtener mejores variedades. A fines de 1930 encabezando una de esas expediciones, visitó, México y tuvimos la satisfacción de conocerlo. Lo escuchamos hablar no sólo con el entusiasmo de un hombre de ciencia sino con la pasión de un marxista convencido, que veía en las aplicaciones científicas la manera de lograr el adelanto de la Unión Soviética, como lo expresaba en un folleto que nos obsequió entonces (fig. 35) y que reproducía una conferencia sustentada poco antes en Estados Unidos.

Sin embargo, doce años después moriría acusado de sustentar ideas contra-revolucionarias!

Controlando los órganos científicos más importantes en su ramo, Lysenko se sintió suficientemente fuerte para convocar en julio-agosto de 1948 una sesión especial de la Academia de Ciencias Agrícolas Lenin, para examinar la situación de las ciencias biológicas en la URSS.

En esa ocasión, él y sus partidarios atacaron rudamente a los seguidores de la genética clásica, llamándolos “mendelo-weismann-morganistas”, calificándolos de idealistas, antimarxistas, que negaban a Darwin —tal como ellos lo interpretaban— y no se ajustaban a las normas marcadas por Timiriazev y Michurin, únicas guías posibles para la investigación científica.

El grupo lysenkista negaba la validez de los fundamentos de la genética clásica y proponía en cambio una extraña teoría de la herencia, desarrollada por Lysenko en un libro publicado en 1943<sup>114</sup> cuya lectura resulta difícil (fig. 36) y le hace a uno compartir la idea de Harland referente a la ignorancia del autor con respecto a los hechos fundamentales de la biología general y la genética. Básicamente, Lysenko postula la posibilidad de variar a voluntad las características hereditarias de las plantas, acepta la herencia de los caracteres adquiridos y supone pueden obtenerse híbridos vegetativos por injerto. Desgraciadamente, los experimentos en que dice fundar sus aseveraciones no se presentan con suficiente claridad, carecen de los controles necesarios y en muchas ocasiones no se justifica su interpretación teórica.

Casi unánimemente fueron rechazados por los geneticistas de otros países, lo que sus partidarios atribuyen a prejuicios de carácter político-ideológico. Pero cuando Lysenko —después de la muerte de Stalin— comenzó a perder fuerza, incluso varios investigadores soviéticos, entre ellos algunos que lo habían apoyado previamente, pusieron en duda los resultados de sus trabajos.

Más que en el terreno científico, la discusión se llevó a cabo en el aspecto ideológico, calificando al mendelismo de teoría mística, metafísica, idealista y opuesta al materialismo dialéctico tal como lo expusieron Marx y Engels. En lugar de discutir los resultados que los partidarios de aquella han elaborado desde que los trabajos de Mendel fueron redescubiertos a comienzos del siglo, los opositores no hacían sino —una y otra vez— acusarlos de no apegarse a las enseñanzas de Timiriazev (fig. 37) ni seguir los métodos implantados por Michurin (fig. 38), un genial cultivador y horticultor ruso autodidacto, que logró éxitos notables en la producción de especies mejoradas de frutales, pero que carecía de conocimientos biológicos, como puede verse leyendo sus trabajos<sup>115</sup> (fig. 39), esfuerzo penoso para quien está acostumbrado al lenguaje de la ciencia moderna.

Sin embargo, el resultado de la memorable sesión fue que se proscribiera la genética clásica tanto en la investigación como en la enseñanza, se clausuraran los centros a ella dedicados, y se desplazara a excelentes geneticistas soviéticos como Dubinin, Navaschin y otros.

No es necesario entrar en detalles acerca del desarrollo de la controversia porque las actas taquigráficas de la correspondiente Sesión de la Academia de Ciencias Agrícolas Lenin, fueron publicadas ampliamente y traducidas a diversos idiomas<sup>116</sup> (fig. 40).

Igualmente existe una abundante literatura en que se analizan los orígenes desarrollo y resultados de la pugna mendeliana-michurinista, no sólo en artículos muy numerosos, sino inclusive en libros bien documentados, como los de Ashby,<sup>117,118</sup> Huxley<sup>119</sup> o Zirkle,<sup>120,121</sup> donde el lector que lo desee puede encontrar amplia información.

El triunfo de Lysenko se debió al apoyo que recibió de Stalin<sup>122</sup> y por algún tiempo se convirtió en dictador indiscutido de la ciencia soviética. Sin embargo, era inconcebible que en un país donde otras ramas científicas florecían en forma tan vigorosa —por ejemplo la física que ha permitido notables adelantos en la conquista del espacio— pudiera la biología mantenerse en la situación de retroceso y pseudociencia en que la había puesto Lysenko.

A la muerte de Stalin, su valimiento comenzó a decrecer, y actualmente parece terminado. La ciencia soviética vuelve a tomar el sendero de la verdadera investigación en el campo de la genética. Especialmente, porque las promesas de Lysenko de lograr un grandioso desarrollo de la agricultura no se cumplieron, mientras que en otros países —con la aplicación de los principios mendelianos— se lograban aumentos tan considerables en la producción básica, como los derivados del empleo del maíz híbrido.

Unas cuantas referencias tomadas al azar, parecen demostrar lo anterior. En 1955 se publicó en Moscú un libro de 360 páginas, ilustrado, con la traducción de una serie de artículos seleccionados sobre maíz híbrido,<sup>123</sup> que eran



“tabú” para los michurinistas. A principios de 1956 Lysenko renunció a la presidencia de la Academia de Ciencias Agrícolas Lenin. Garaudy<sup>124</sup> en la sesión inaugural del Centro de Estudios e Investigaciones Marxistas expresaba refiriéndose a los argumentos esgrimidos por los michurinistas-lisenkistas que varios de los experimentos en que se apoyaban se ha comprobado eran inexactos, criticando los errores metodológicos en la argumentación y el haber pretendido anticiparse a la experiencia en nombre de la dialéctica.

Y apenas el año pasado el *New York Times*<sup>125</sup> reportó un artículo del *Komsomolskaya Pravda* que afirma que: “La Unión Soviética encara el problema de reeducar a 80 000 maestros de biología que fueron educados en la doctrina de Lysenko . . . El educador soviético tendrá también que reescribir los textos y materiales auxiliares”.

Finalmente hace pocos meses el Prof. M. D. Keldysh, Presidente de la Academia de Ciencias de la URSS —el cuerpo científico de mayor significación— declaraba:<sup>126</sup> “La posición exclusiva mantenida por el académico Lysenko no debe continuar. Sus teorías deben someterse a libre discusión y verificación normal. Si creamos en biología la misma atmósfera científica normal que existe en otros campos, excluiríamos toda posibilidad de repetir la mala situación que contemplamos en el pasado”.

Fig. 37 Klimet Timiriázev.

“ 38 Ivan V. Michurin.

“ 39 Portada de la edición en inglés de los trabajos de Michurin.

“ 40 Portada de las Actas de las sesiones de la Academia de Ciencias Agrícolas Lenin, en 1948 donde se discutió la genética.



Parece esto, y así lo deseamos, punto final de uno de los más absurdos episodios en la historia de la ciencia contemporánea.

Y realmente no podía ser de otra manera ya que, como acertadamente hacía notar Sonneborn<sup>127</sup> quince años atrás: "...los lisenkistas no tienen una nueva genética que pueda tomar el lugar de la genética que se acepta en todas partes".

Para finalizar este artículo dedicado a analizar el impacto que en el mundo de la ciencia tuvieron los trabajos de Mendel, es conveniente hacer algunas referencias en relación con su repercusión en la República Mexicana, así como la manera en que, al cumplirse el presente año el Primer Centenario de tan memorable acontecimiento, el mundo entero rindió homenaje a su modesto, y por tantos años olvidado autor.

Es interesante ver cómo uno de nuestros biólogos más progresistas, el Prof. Alfonso L. Herrera (fig. 41) —el más brillante de fines del siglo XIX y comienzos del actual— se mantenía perfectamente al corriente de la literatura mundial del ramo, y sabía valorizar las nuevas contribuciones que se reportaban. En efecto, en su obra sobre biología —escrita para servir de texto a la cátedra de Biología General recientemente fundada por él en la Escuela Normal y la primera del país— aparecida en 1903,<sup>128</sup> así como en la edición francesa de la misma preparada por Renaudet, con nuevos datos y publicada en Berlín tres años después,<sup>129</sup> se hace ya una breve exposición de las Leyes de Mendel, siguiendo trabajos tan recientes como los de Castle y Cuboni, aparecidos en 1903. Desgraciadamente, el maestro Herrera no se mantuvo muy ligado en el futuro con el desarrollo de la genética —a la que su ideología anticlerical le hizo mirar con cierta desconfianza por ser obra de un monje— y cuando en 1924 publicó su nuevo texto de biología<sup>130</sup> prácticamente no encontramos en el otra cosa que lo que ya había expresado veintiún años antes, claramente inadecuado e insuficiente para entonces.

En el terreno de la genética médica, una de las primeras menciones la encontramos en un trabajo de Cosío de 1910,<sup>131</sup> referente a la herencia de las enfermedades transmisibles, mostrando adecuado conocimiento de las leyes mendelianas, y haciendo referencia a trabajos de De Vries y de Cuenot.

Tres años después, al publicar Reiche su texto de Botánica<sup>132</sup> hace una breve referencia a las Leyes de Mendel pero sin mencionar el nombre del autor.

En general, puede decirse que el cultivo de la genética no despertó mucho interés en nuestro país. Por ejemplo, en las “Memorias de la Sociedad Científica Antonio Alzate”—transformada después artificialmente en Academia Nacional de Ciencias— el más importante órgano de publicidad científica del país en la primera mitad del presente siglo, no encontramos en ese período ningún artículo que directamente enfoque temas de genética.

Aunque desde hace largo tiempo aparecen en la literatura mexicana referencias a trabajos de mejoramiento de plantas de cultivo, no hemos podido localizar citas precisas en la literatura a la aplicación de los principios mendelianos en los primeros tiempos de su redescubrimiento. González Gallardo<sup>133</sup> dice que alrededor de 1908 “. . . empezó a llegar literatura relacionada con los descubrimientos de Mendel; pero no fue sino hasta los años 20 cuando comenzamos a sentir inquietud por los métodos modernos de investigación. . .”

En el campo animal, una de las primeras contribuciones de que tenemos noticias se debe a Bonansea,<sup>134</sup> que en 1920 escribía, de manera general, acerca de las aplicaciones de la genética a la zootecnia.

Hasta donde sabemos, el primer laboratorio específico de genética animal, fue el que el autor de este artículo incluyó dentro del Instituto Biotécnico de la Secretaría de Agricultura —al crear dicho establecimiento en 1934— y para hacerse cargo del cual invitó al Dr. J. F. Rulfo, distinguido médico veterinario, antiguo Director de la Escuela correspondiente en la Universidad Nacional, quien en 1930 había realizado estudios avanzados en el ramo, al lado del eminente profesor Bellings y otros destacados especialistas en la Universidad de California. Las vicisitudes a que tuvo que hacer frente para organizar y hacer funcionar el laboratorio mencionado, las hemos relatado en otro sitio.<sup>135</sup>

El desagradable episodio lisenkiano, a que antes se hizo referencia —y en el cual la discusión que debió ser puramente científica se desplazó indebidamente al terreno de la ideología y la política— tuvo como era de esperarse curiosas repercusiones.

En 1936, dentro del movimiento para ajustar la educación mexicana al nuevo texto del artículo 3º constitucional —drásticamente reformado dos años antes— la Universidad Obrera publicó la traducción española del libro de M. M. Belyaev (fig. 42) sobre ciencia de la evolución,<sup>136</sup> cuyo capítulo referente a asuntos genéticos se presenta dentro de las normas clásicas del mendelismo; lo que no impidió que en el prólogo que firma el rector de dicha universidad, Lic. Vicente Lombardo Toledano, se diga que se eligió tal texto por “ajustarse al método del materialismo dialéctico”. Mostrado que antes que Lysenko consiguiera que el antimendelismo se convirtiera en dogma que resultaba peligroso negar, un teórico del marxismo tan capacitado como Lombardo Toledano, no

percibía —y en eso tenía razón— ninguna cosa que en la ciencia creada por el monje de Brünn tuviera que tacharse de “metafísica”, “idealista”, “burguesa”, “reaccionarias”, “anticientífica” o tantos otros calificativos con los que Lysenko y sus seguidores —con más pasión que conocimientos— la adornaron en repetidas ocasiones.

En 1953, tres jóvenes intelectuales mexicanos de ideología marxista —dos biólogos y un químico— tradujeron al español el libro de Morton sobre la genética en la URSS,<sup>137</sup> naturalmente favorable a la posición de Lysenko y sostenedor de la llamada “biología michurinista”; y en el prólogo se hace notar, como uno de los méritos del entonces recién desaparecido biólogo mexicano Isaac Ochoterena, que éste comprendía y aceptaba tales conceptos.

Por nuestra parte, seguimos con interés desde un principio esta polémica pues, trabajando por aquel entonces en una obra sobre Lamarck, analizábamos cuidadosa y críticamente todo aquello que pudiera referirse a la transmisión o no transmisión de los caracteres adquiridos —punto crucial del michuro-lysenkismo—. Por ello, y en vista de que en esa época (1945) no se disponía aún de suficientes datos informativos que permitieran percibir la falta de justificación teórica y de correcta comprobación experimental de la tesis de Lysenko aceptábamos que éste: “. . .plantea una serie de problemas interesantísimos de considerar”, aunque no suscribiríamos los injustificados ataque que él y sus seguidores hacían al mendelismo y, desde luego, nnes como Prezent “...pretenden negar toda importancia y fundamento científico a los trabajos magníficos llevados a cabo por los geneticistas clásicos”.<sup>138</sup>

Cuatro lustros después, cuando los trabajos de Lysenko que pedíamos se “consideraran” lo han sido de sobra, demostrando que no tenían base alguna, no queda sino rechazarlos y seguir aceptando los “trabajos magníficos llevados a cabo por los geneticistas clásicos” a que entonces hacíamos referencia.

En otro sitio relatamos cómo —de acuerdo con lo sucedido en la última década— todo parece indicar que el injustificado episodio lysenkista ha sido ya superado en la Unión Soviética, y que ésta se prepare a ganar el tiempo perdido durante el reinado de Lysenko, para volver a colocarse en el destacado lugar que anteriormente ocupó en el campo de la genética mundial.

Fig. 41 Alfonso L. Herrera.

- “ 42 Portada de la edición mexicana del libro de Belyaev sobre la evolución
- “ 43 Portada de la “Autobiographia iuvenilis”, escrita por Mendel en 1850.
- “ 44 Estampilla postal conmemorativa de Mendel emitida en 1965.



Muy recientemente —agosto de 1965— para conmemorar solemnemente el centenario de la aportación mendeliana, la Academia de Ciencias de Checoslovaquia, en unión de otros organismos científicos y bajo el patrocinio oficial del gobierno de aquel país socialista —como ya antes indicamos— convocó a un “Simposio en Memoria de G. Mendel” y a un “Simposio sobre Procesos Mutacionales” que iban a honrar las “cacareadas leyes guisantiles de Mendel” como peyorativamente las aludía Prezent en 1948.<sup>139</sup>

A dicho simposio asistieron una veintena de sabios soviéticos. Y leyendo el programa se puede ver entre los nombres incluidos a Dubinin —blanco preferido de los ataques michurinistas por muchos años— así como también a Rapaport, considerado enemigo declarado y a Alijanian, que en la memorable sesión de la Academia de Ciencias Agrícolas Lenin de 1948, acabó retractándose de sus opiniones, proclamándose michurinista convencido y ofreciendo “...liberar toda su actividad científica de las viejas concepciones reaccionarias del weismanismo-mendelismo-morganismo”.<sup>140</sup> También figuraba Iltis el bien conocido biógrafo de Mendel, a quien en 1948 denunciaba Prezent porque “. . .cuando se elevó una estatua a Mendel se inclinó ante sus cenizas”.<sup>141</sup>

Y entre los invitados extranjeros —nada menos que distinguidos con la presidencia de sendas sesiones— figuraban los geneticistas americanos Zirkle y Sonneborn, que no sólo pueden considerarse mendelistas, sino que el primero publicó dos gruesos volúmenes para denunciar enérgicamente la anticientífica campaña en contra de la genética<sup>142</sup> que se estaba llevando a cabo en la URSS, mientras el segundo hacía lo mismo en un documentado artículo.<sup>143</sup>

Junto a esta actitud, que correctamente podemos calificar de justificado “desagravio”, las reuniones en Checoslovaquia estuvieron marcadas por la publicación de varias importantes aportaciones que fueron una

autobiografía juvenil de Mendel (fig. 43), completada por Sajner,<sup>144</sup> una magnífica iconografía mendeliana con 120 excelentes ilustraciones con las explicaciones correspondientes;<sup>145</sup> y una valiosa antología de trabajos; genéticos clásicos que, encabezada con una edición crítica del artículo de Mendel, contiene 27 contribuciones más, todas de gran interés y algunas de difícil consulta en la actualidad.<sup>146</sup>

Y como homenaje culminante a la memoria de ese modesto investigador que fue Gregor Mendel, su efigie, junto con la alegoría a sus trabajos, quedaron consagradas en una estampilla postal, que la República Checoslovaca emitió con motivo del Centenario.<sup>147</sup>

En México —ya lo dijimos al principio— diversas instituciones se unieron al justificado homenaje, y el presente artículo constituye nuestra muy modesta pero ferviente adhesión al mismo.

## NOTAS

1 ARISTÓTELES (siglo IV A.C.) 1933, "Generación de los animales", trad. F. Gallach Palés, Madrid, p. 172.

2 MAUPERTUIS, P. L. M. DE 1745, "Venus physique", París.

3 KOLREUTER. J. G. 1761, 1763, 1764, 1766, "Volrläufige Nachricht von einigen das Geslecht der Pflanzen betreffenden Versuchen und Beobachtungen" (citado según Sachs, véase 11).

4 KNIGHT, T. A. 1799, "An account of some experiments of the fecundation of vegetables", *Phil. Trans. Roy. Soc. London* 31:195-204. Cruzando chícharos blancos con grises, los integrantes de la primera generación híbrida eran todos grises, pero en subsecuentes generaciones aparecían también plantas con el carácter blanco.

5 GOSS, J. 1824, "On the variation in the colour of peas occasioned by cross-impregnation", *Trans. Hort. Soc. London* 5:224-235. Usó también el color, cruzando plantas de flores azules con otras amarillo blanquecino, dominando estas últimas, pero reapareciendo posteriormente el otro color.

6 SETON, A. 1824, "On the variation of the colour of peas from cross-impregnation", *Trans. Hort. Soc. London* 5:236. Reporta observaciones muy similares a las citadas en 5.

7 KNIGHT, T. A. 1824, "Some remarks on the supposed influence of the pollen in cross-breeding", *Trans. Hort. Soc. London* 5:377-380. Es interesante porque comenta los trabajos de Goss y Seton publicados en el mismo volumen, y hace a la vez un resumen de los suyos durante más de 25 años, explicando claramente los fenómenos de dominancia y segregación, pero sin dar énfasis al factor numérico de las proporciones.

8 LECOQ, H. 1845, "De la fecundation naturelle et artificielle des vegetaux et l'hybridization", París.

9 HERBERT, W. 1847, "On hybridization among vegetables", *Journ. Roy. Hort. Soc.* 2:1-28, 81-107.

10 GARTNER, C. F. VON, 1849, "Versuche und Beobachtungen über die Bastard. zeugung im Pflanzenreich", Stuttgart. El trabajo propiamente dicho está precedido de una amplia introducción, y la opinión de Sachs (11) se refiere a ambos.

11 SACHS, J. VON, 1906, "History of Botany". Oxford. 2<sup>a</sup> imp. de la trad. inglesa. p. 427.

12 NAUDIN, C. 1863, "Nouvelles recherches sur l'hybridité dans les vegetaux", *Ann Sci. Nat. Bot.* 4e. ser. 19:180-203. El trabajo es sólo la segunda parte de una contribución que publicó completa (I-II) en *Nouv. Arch. Mus. Hist. Nat. Paris*, 1:25-176, 1865. Las aportaciones de Naudin son de la más citadas entre las anteriores a Mendel, le valieron un Premio de la Academia de Ciencias de Francia, y Darwin se refiere a ellas en forma elogiosa.

13 WICHURA, W., 1865. "Die Bastardfruchtung im Pflanzenreich", Breslau.

14 ZIRKLE. C., 1951. "Gregor Mendel and his precursors", *Isis.* 42:97-103.

15 DZIERZON, J., 1865, "Der Bienen freund aus Schleisien", Brieg.

16 ILLIS, H., 1932, "Life of Mendel", trad. ingl. New York.

17 *Vcela Brnenska*. Brno, 1875. Revista de la Sociedad de Apicultura de Moravia, en que aparece dicha referencia, p. 35.

18 Véase 14. p. 103.

19 Tanto en el libro parroquial donde se asienta su nacimiento, como en el certificado, que solicitó en 1834 para ingresar a la escuela secundaria, se menciona el día 20; pero en muchos documentos posteriores, inclusive su esquela de defunción, aparece el 22.

20 MENDEL, G., 1864, "Meteorologische Beobachtungen", *Verb. des Natursch. Vereines Brünn*, 2: 99-121

21 MENDEL, G. 1871, "Die Windhose vom 13 October 1870", *Ver des. natursch. Vereines Brünn*, 9 229-246.

22 NORDENSKIOLD, E., 1928, "The history of Biology", New York. El párrafo completo en que el ilustre historiador de la biología expresa su opinión, merece incluirse completo, y es el siguiente: "En 1868 fue nombrado jefe del monasterio, o prelado, como se llamaba. Este nombramiento, sin embargo, resultó en su contra. Cuatro años después el entonces Parlamento liberal de Austria trató de reducir las dificultades financieras del país, *inter allia* con un impuesto a los monasterios. Los monjes, al igual que todos los demás grupos reaccionarios del país, consideraron que el impuesto amenazaba los antiguos privilegios de los monasterios y se declararon opuestos al mismo. Eventualmente, sin embargo, la medida se llevó a cabo en varias instancias; pero uno de los que rehusaron aceptarla fue Mendel; por doce años se mantuvo en pie desafiando penas y citatorios de desobediencia, pero finalmente se desplomó por completo en la lucha contrayendo la enfermedad que lo llevó a la muerte en 1884. Así cayó uno de los pioneros de la biología moderna como campeón del clericalismo católico—en cierto modo una ironía del destino". p. 590.

23 KRIZENECKY, J. ED., 1965. "Fundamental genetica", Brno.

24 MENDEL, G., 1965, "Autobiographia iuvenilis" (1850) ed. facsimilar. Además. J. SAJNER, "De Gregorii Mendel vita et doctrina". Portafolio sin foliar. *Universitas Purkniiana Brunnensis*, Brno.

25 OREL, V. *et al.* eds., 1965, "Iconographia Mendeliana", Brno.

26 ILLIS, H., "Gregor Mendel and his work", *Scient. Monthly* 56:133-146.

27 ILLIS, H., 1947 "A visit to Gregor Mendel's home", *Jour. Hered.* 38:162-166. Deseando precisar la afirmación de Illis con respecto al timbre que dice dedicaron los nazis a Mendel, lo hemos buscado en el Catálogo Filatélico Scott, sin encontrarlo.

27a Aunque todo parece indicar que la serie particular de experimentos de hibridización que relató en su memorable artículo de 1865, comenzaron en 1857, su interés en la materia es anterior, pues en un primer artículo científico publicado en 1854 y raramente mencionado ("Über *Bruchus pisi*", *Vehr. zool-bot Ver. Wien.* 4 (Sitzber): 27) refiere ya a sus observaciones en el cultivo de chicharos.

27b FISHER, R. A. 1936 "Has Mendel's work been rediscovered?" *Ann. Sci.* 1:115-138, después de un cuidadoso análisis estadístico del trabajo de Mendel, llama la atención sobre la improbabilidad de que, con el número de observaciones realizadas pudiera establecer tan exactas relaciones numéricas, y llega a suponer que tales resultados pudieran quizá haber sido "arreglados" por algún ayudante en el monasterio. DE BEER, G., en un reciente trabajo ("Mendel, Darwin and Fisher", *Notes and Records of the Royal Society*, 19:192-226, 1964) considera que esa posible alteración —si existió— resultó benéfica pues hizo resaltar el valor de una ley que, con menos precisión en los resultados, quizá no se hubiese percibido tan claramente, por lo que estima que ese ayudante de Mendel que se supone alteró las cifras, resultó ser un "benefactor de la ciencia" (p. 201), ya que al repetirse los experimentos originales por Correns, Tschermak, Hurst, Bateson, Lock, Darbishire y White, el análisis de un total de 195 477 individuos de la generación F2 ¡dio el sorprendentemente exacto ratio de 3.016:1! (p 202).

28 MENDEL, G., 1865 (66). "Versuche über Pflanzen-Hybriden". *Verh. des natursch. Vereines Brünn*, 4:3-47.

29 MENDEL. G., "Experimentos en hibridización en plantas". trad. española, UNAM. México.

30 DORSEY. M. J. 1944, "Appearance of Mendel's paper in American libraries." *Science* 99:199-200. Por su

parte Dobzhansky (véase 31) habla de que 120 ejemplares de la publicación se destinaban precisamente a bibliotecas.

31 DOBZHANSKY, T., 1964. "The Mendel Centennial", *Rock. Inst. Rev.* 2: 1-6 (paginación en el sobretiro). El eminente geneticista considera desastrosa tal recomendación, por la aberrante biología reproductiva de la planta en cuestión.

32 MENDEL, G., 1869. "Ueber einigs. aus künstlicher Beofruchtung gewonnenen. Hieracium-Bastarde". *Verh. des nartursch. Vereines Brün*, 8 26-31.

33 NAEGELI, C. VON, 1866. "Die Theorie der Bastardbildung der k. bayer", *Ak. Wissench. Munchen*, 1:93-127.

34 NAEGELI, C. VON, 1884, "Mechanisch-physiologische Theorie der Abstammungslehre", Munchen.

35 WEINSTEIN, A., 1964. "The reception of Mendel's paper by his contemporaries". *Actes Xe. Cong. Intern. Hist. Science, Paris*, 1: 997-1001.

36 PETERS, J. A., ed., 1959. "Classic papers in genetics", Englewood Cliffs.

37 HOFFMAN, H, 1869. "Untersuchungen zur Bestimmung des Werthes von Species un Varietat", Giessen

38 FOCKE, W. O., 1881. "Die Pflanzen-Mischlinge", Berlin.

39 BAILEY, L. H., 1892. "Cross-breeding and hybridizing", New York.

40 Muy recientemente Krizenencky (véase 23. p. 20) corrige esta versión, explicando que una separata "...había sido enviada a De Vries por Beijerinck, y fue de esta manera como De Vries conoció el trabajo de Mendel, como lo dice el Prof. Stomps"; y explica que la repetida mención a Bailey proviene de una referencia equivocada que el propio De Vries proporcionó a Roberts.

41 Véase 31, p. 120.

41a DE BEER (*op. cit.* no. 27b) no piensa como Dobzhansky, y categóricamente expresa: "Pero si se pregunta cuál hubiera sido el efecto sobre Darwin si hubiera tenido a su disposición el trabajo de Mendel antes del 21 de noviembre de 1866, cuando terminó de escribir el capítulo sobre la pangénesis, es muy dudoso que hubiese comprendido su significado, en parte por su inhabilidad, francamente confesada y lamentada para pensar en términos de simbolización matemática, y en parte porque estaba propundamente imbuido con la idea de la "correlación" en los organismos, lo que imposibilitaba en su idea de la variación afectar una parte sin afectar a las demás por lo que le hubiera resultado difícil concebir las 'unidades-caracteres' y más aun las 'unidades factores'" (p. 215).

42 ZIRKLE, C., 1964. Some oddities in the delayed discovery of Mendelism" *Journ. Hered.* 55: 65-72.

43 CONKLIN, E. G., 1934. "A generation's progress in the study of evolution", *Science*, 80: 147- 156.

44 Dos son los trabajos de de Vries que deben citarse al respecto: "Das Spaltungsgesetz der Bastarde", *Berich der Deutsch. Botanisches Gesells.* 18: 83-90, 1900 —en el que explícitamente cita a Mendel— y otro muy breve en el que el nombre de éste no aparece, y que a pesar de ser cronológicamente anterior en fecha de publicación —por muy poco tiempo— es en realidad un resumen del anterior, siendo su título: "Sur la loi de disjontion des hybrides", *Comp. Rend. Ac. Sc. Paris*, 30: 845-847,1900.

45 CORRENS, C., 1900. "G. Mendel's Regel über das Verhalten der Nachkommenschaft der Rassenbastarde", *Berich. der Deutsch. Botanischen Gessells.* 18: 158-168.

46 TSCHERMAK, E., 1900. "Ueber künstliche Kreuzung bei *Pisum sativum*". *Berichch der Deutsch. Botanischen Gessells.* 18: 232-239.

47 GOLDSCHMIDT, R.,1950. "Fifty years of genetics". *Am. Nat.*, 84:312-340.

48 GARDNER, E. J., 1960. "History of life science", Minneapolis, p. 162.

49 Krizenecky (véase 23, p. 15) opina que: "En relación con la concepción intelectual y las conclusiones



teóricas, la verdad histórica y la justicia requieren que William Bateson, sea citado entre los comunmente descubridores de Vries, Correuss y Tschermak. De hecho, Bateson debe colocarse con justicia después de De Vries, a pesar de que no publicó sus primeros trabajos en genética de plantas y animales (gallinas) antes de 1902”.

50 STRASBURGER. E., 1875. “Zellbildung und Zelltheilung”, Jena. En la 3ª edición (1880) es en la que establece claramente el mecanismo de la mitosis.

51 FLEMMING W., 1882. “Zellsubstanz, Kern und Zelltheilung”, Leipzig.

52 WEISMANN. A., 1892. “Das Keimplasma. Eine Theorie der Verrerbung”, Jena.

53 SUTTON, W. S., 1902. “On the morphology of the chromosome group in *Brachstola magna*”, *Biol. Bull.* 3: 1-24.

54 SUTTON, W. S., 1903 “The chromosomes in heredity”. *Biol. Bull.*, 4:231-251.

55 BOVERI, T., 1902. “Ueber morphologie Mitosen als Mittel zur Analize der Zellkerns”, *Ver. Phys-Med. Gess. Wurzburg, N.F.B.*, 35: 67-84.

56 WILSON, E. B., 1902. “Mendel's principles of heredity and maduration of the germ cels”, *Science N.S.*, 16: 991 993.

57 CANNON, W. A., 1902. “A cytological basis for the mendelian law”, *Bull. Torrey Bot. Club*, 29: 657-661.

58 HENKING, H. VON, 1891. “Untersuchungen über die ernsten Entwickluns vorgänge in den Eiern der Insekten, *Zeitsch. Win. Zool.*, 91: 685-736.

59 Mc CLUNG, C. E., 1902. “The accesory chromosome”, *Biol. Bull.*, 3: 43-84.

60 WILSON, E. B., 1905. “The chromosomes in relation to the determination of sex in insects”, *Science*, 20: 500-502.

61 DOBZHANSKY, T., 1959. “Evolution of genes and genes in evolution, *Cold Spring Harb. Symp. Quantit. Biol.*, 24: 15-30.

62 JOHANSEN, W., 1909. “Elemente der exakten Erblchkeintlehere”, Jena.

63 BATESON, W., & R. C. PUNNET, 1906. “Report to the Evolution Committee”, *Royal Society of London*.

64 BATESON, W., 1902. “Poultry”, *Reports of the Evol. Comm. Roy. Soc. London*, 1: 87-124.

65 CUENOT, L., 1902. “La loi de Mendel et l'heredité de la pigmentation chez les souris”, *Arch. Zool. Exp. Gen.*, 3: 27-30.

66 CASTLE, E. W. & G. M. ALLEN, 1903. “The heredity of albinism”, *Proc. Am. Ac. Arts & Sc.*, 36: 603-622.

66a Mucho se ha discutido si Mendel conoció la obra de Darwin, y si conociéndola estaba a favor o en contra de las ideas del naturalista británico. DE BEER (*op cit.* no. 27b) llama la atención sobre el número de anotaciones que Mendel hizo en el ejemplar de la traducción alemana que tenía en su biblioteca, y analizando la coincidencia de algunas de las opiniones del fundador de la genética con las expresadas por Darwin, llega a la conclusión de que estaba familiarizado con la teoría expuesta por éste, antes de escribir su famoso artículo (pp. 204-205). En cuanto a la posición adoptada por Mendel, dice de Beer en un pasaje de sagaz apreciación, con el que estamos totalmente de acuerdo: “Si Mendel hubiera mencionado a Darwin por su nombre en su artículo, se hubiera visto obligado a tomar sitio en la controversia y a declararse a favor o en contra de las nuevas ideas. Nada hubiese sido más sencillo para él que adoptar el segundo camino. Por otra parte, si adoptaba el primero, se habría expuesto a medidas represivas de sus superiores políticos y eclesiásticos, sin duda por sus opiniones liberales, y probablemente porque sus actividades al criar ratones y abejas no se consideraban propias de un sacerdote y un Canónigo agustino” (p. 210).

67 DOBZHANSKY, T., 1960. “Evolution and environment” en *Evolution after Darwin*, S. Tax. ed., Chicago, I: 403-428 p. 409.

- 68 DAVENPORT, C. B., 1941. "The early history of research with *Drosophila*". *Science*, 93: 305-306.
- 69 HARDY, G. H., 1908. "Mendelian proportions in a mixed population". *Science*. 28: 49-50.
- 70 WEINBERG, W., 1908. "Ueber der Verebungsein Menschen", *Jahr. Vereines f. vaterl. Natur in Württemberg*, 64: 369-382.
- 71 EMERSON, R. A. & E. M. EAST, 1913. "The inheritance of quantitative characters in maize". *Nebraska Agric. Exp. Sta. Res. Bull.*, 2.
- 72 STURTEVANT, A. H., 1913. "The linear arrangement of six sex-linked factors in *Drosophila*, as shown by their mode of association", *Journ. Exp. Zool.*, 14: 43-59.
- 73 Véase 47.
- 74 MORGAN, T. H., 1910. "Sex-limited heredity in *Drosophila*". *Science*, 32: 120- 122.
- 75 MORGAN, T. H., 1919. "The physical basis of heredity", Philadelphia.
- 76 BRIDGES, C. B., 1923. "Aberrations in chromosomal materials", *Eugenics, Genetics and the Family*, 1: 76-81.
- 77 DOBZHANSKY T., 1930. "Translocations involving the third and fourth chromosomes of *Drosophila melanogaster*", *Genetics*, 15: 347-399.
- 78 MULLER. H. J., 1927. "Artificial transmutation of the gene", *Science*, 66 84-87.
- 79 BRIDGES, C. B., 1925. "Sex in relation to chromosomes and genes", *Am. Nat.* 59: 127-137.
- 80 FISHER, R. A., 1930. "The genetical theory of natural selection", Oxford.
- 81 WRIGHT, S., 1929. "Fisher's theory of dominance", *Am. Nat.*, 63: 274-279
- 82 PAINTER, T. S., 1933 "A new method for the study of chromosome rearrangements and plotting of chromosome maps", *Science*, 78: 585-586.
- 83 PAINTER, T. S., 1934. "Salivary chromosomes and the attack on the gene", *Journ. Hered.*, 25: 465-476.
- 84 BRIDGES, C. B., 1935. "Salivary chromosomes maps", *Journ. Hered.*, 26 60-69.
- 85 LINDSTROM, E. W., 1930. "The genetics of maize", *Bull. Torrey Bot. Club.*, 57: 328-331.
- 86 CREIGHTON, H. B. & B. McCLINTOCK, 1931. "A correlation of cytological and genetical crossing-over in *Zea mays*", *Proc. Nat. Ac. Sc.*, 17: 492-497.
- 87 DOBZHANSKY, T., 1936. "Position effects on genes", *..*, 11: 364-384.
- 88 GOLDCHMIDT, R., 1935. "Cen und Ausseneigenschaft", *Zeits. Ind. Abst. Vererbungs.*, 69: 38-131.
- 89 GOLDCHMIDT, R., 1938: "Physiological genetics", New York.
- 90 HEITZ, E., 1935. "Chromosomenstruktur und Gene", *Z. indukt. Abst. u. Vererbung.*, 70: 402-447.
- 91 DARLINGTON, C. D. & F. L. LA COUR, 1940. "Nucleic acid starvation of chromosomes of *Trillium*". *Journ Gente*, 40: 185-213.
- 92 CALLAN, H. G., 1942. "Heterochromatin in Triton", *Proc. Roy. Soc. London B*, 130: 324-335.
- 93 SONNEBORN, T. M., 1937. "Sex, sex inheritance and sex determination in *Paramecium aurelia*", *Proc. Nat. Ac. Sc.*, 23: 378-385.
- 94 SONNEBORN, T. M., 1938. "Mating types in *Paramecium aurelia*: diverse conditions for mating in different

stocks; occurrence number and interrelations of the types", *Prom. Am. Phil. Soc.*, 79: 411-434.

95 "Con el espectacular descubrimiento de la existencia de tipos de apareamiento en *P. aurelia*, por Sonneborn en 1937, la genética de éste y otros ciliados, entró en una nueva fase. Con este importante hecho en manos de los biólogos, ha sido posible entrecruzar cepas de diversos antecedentes genéticos, exactamente como en los organismos superiores". WITCHERMAN, R., 1953. "The biology of Paramecium", New York, p. 314.

96 SONNEBORN, T. M., 1939. "Paramecium aurelia: mating types and groups lethal interaction; determination and inheritance", *Am. Nat.*, 73: 390-413

97 SONNEBORN, T. M., 1943. "A new system of determination and inheritance of characters", *Records Genet. Soc. Am.*, 12: 53-54.

98 KIMBALL, R. F., 1964. "Physiological genetics of the ciliates" en *Biochemistry and physiology of Protozoa*, S. H. Hunter, ed., 3: 243-275.

99 GOLDSCHMIDT, R., 1940 "The material basis of evolution", New Haven.

100 LEDENBERG, J., ed., 1952. "Papers in microbial genetics", Madisson.

101 DOBZHANSKY, T., 1951. "Genetics and the origin of species", New York.

102 OCHOA, S., 1960. "Síntesis enzimática del ácido ribonucleico", *Ciencia*, 20: 1-14.

103 KORNBERG, A., 1959. "Nobel Lecture", Stockholm.

104 WATSON, J. D. & F. H. C. CRICK, 1953. "Molecular structure of nucleic acids", *Nature*, 171: 737-738.

105 RAVIN, A. W., 1965. "The evolution of genetics", New York.

106 GUYENOT, E., 1921. "Lamarckisme ou mutationisme", *Rev. Gen. Sc.*, 32: 598-606.

107 PRENANT, M., 1936. "Biologie et marxisme", Paris.

108 BELTRÁN, E., 1945. "Problemas biológicos. Ensayo de interpretación dialéctica materialista", Monterrey.

109 GOLDSCHMIDT, R., 1954 "Different philosophies of genetics", *Science*, 119: 703-710.

110 SONNEBORN, T. M., 1963 "Implications of the new genetics for biology and man", *AIBS Bull.*, 12: s/p. en sobretiro.

111 VAVILOV, N. I., 1949. "The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants", trad. inglesa, Waltham.

112 DOBZHANSKY, T., 1949. "The suppression of a science", *Bull. Atom. Scientists*, mayo, s/p. en sobretiro.

113 HARLAND, S. C., 1949. "Letter", en *Discovery*, 10 enero (citado según Huxley, véase 119, p. 103).

114 LYSENKO, T. D., 1943. "La herencia y su variabilidad", en ruso, Moscú. Trad. inglesa Dobzhansky (1946) y de ésta al español por Morillo Zafa (1946).

115 MICHURIN, I. V., 1949. "Selected Works", Moscú.

116 Academia Lenin de Ciencias Agrícolas de la URSS, 1949. "La situación de las ciencias biológicas". Actas taquigráficas de la sesión del 31 de julio al 7 de agosto de 1948, Moscú.

117 ASHBY, E., 1947. "Scientist in Russia", London.

118 ASHBY, E., 1948. "Genetics in the Soviet Union". *Nature*, 116: 912-918.

119 HUXLEY, J., 1949. "Heredity, East and West", London.

120 ZIRKLE, C., 1949. "Death of science in Russia", Philadelphia.

121 ZIRKLE, C., 1959. "Evolution, marxian biology and the social scene". Philadelphia.

122 El decidido apoyo dado por Stalin a Lysenko, lo pone claramente de manifiesto éste en una nota necrológica publicada en *Pravda* el 8 de marzo de 1953, donde dice: "El camarada Stalin señaló el camino para el desarrollo de la biología materialista michurinista. Que el camarada Stalin se dio tiempo para examinar detalladamente los más importantes problemas de la biología me consta como biólogo. Directamente formuló el plan de mi trabajo 'La situación de las ciencias biológicas'; me explicó detalladamente sus correcciones; me indicó cómo escribir algunos párrafos. El camarada Stalin dio su mayor atención a la sesión de agosto de 1948 de la Academia de Ciencias Agrícolas Lenin" (citado según LONDON, I. D., 1953. "The coryphaeus of Science". *Science*, 118; 32.

123 STEBBINS, G. L., 1956. "New Lock in Soviet genetics", *Science*, 123: 721-722. Traduce la nota bibliográfica que sobre dicho libro publicó D. V. Lebedev en el número de noviembre-diciembre de 1955 del *Botanicheskii Zhurnal*, recordando que desde 1939 Vavilov señaló el gran valor del maíz híbrido, diciendo que el tiempo transcurrido ha demostrado lo acertado de sus afirmaciones. Critica que en el libro que comenta no se mencione el nombre de N. P. Dubinin como autor de la selección y arreglo de los artículos incluidos en la antología, y critica también un párrafo de los editores en el que advierten que aunque el material es valioso "...debe usarse críticamente porque se apoya en la teoría cromosómica de la herencia", lo que le parece absurdo y contradictorio con el esfuerzo para introducir e incrementar el cultivo de maíz híbrido, fruto precisamente de la aplicación de esa "teoría".

124 La referencia a Garaudy está tomada de BOITEAU, F., 1964. "Evolución de las concepciones biológicas", México. p. 69.

125 Citado según HIRSCH, W., "After Lysenko", *Science*, 147: 538.

126 Citado según CASPARI, E. W & R. E. MARSHAK, 1965. "The rise and fall of Lysenko", *Science*, 149: 275-278.

127 SONNEBORN, T. M., 1950. "Heredity, environment and politics". *Science*, 111: 529-539.

128 HERRERA, A. L., 1903. "Nociones de Biología", México.

129 HERRERA, A. L., 1906. "Notions generales de Biologie et de Plasmogenie comparées", trad. G. Renaudet, Berlin.

130 HERRERA, A. L., 1924. "Biología y Plasmogenia", México.

131 COSÍO, J., 1910. "La herencia en las enfermedades transmisibles" *Gac. Méd. México*, 5: 40-48.

132 REICHE, C., 1913. "Elementos de Botánica", México.

133 GONZÁLEZ GALLARDO, A., 1958. "Introducción al desarrollo de la investigación agrícola en México", 1<sup>er</sup> *Simp. Invest. Agríc. en México*, 1-9, p 2.

134 BONANSEA, S., 1920. "Apuntes preliminares de eugénica y genética aplicados a la zootecnia". *Rev. México. Biol.*, 1: 116-123.

135 BELTRÁN, E., 1965. "El Instituto Biotécnico", *Ans. Soc. Mex. Hist. Cienc. y Tecn.* (en prensa).

136 BELYAEV, M. M., 1936. "Principios de la ciencia de la evolución", México.

137 MORTON, A. G., 1953. "La genética en la URSS", trad. española de A. Barrera, N. Bassols B. y R. Martín del Campo, México.

138 BELTRÁN, E., 1945. "Lamarck. Intérprete de la Naturaleza". México. p. 76.

139 Véase 116, p. 545.

140 Véase 116, p. 582.

141 Véase 116, p. 559

142 Véase 120 y 121.

143 Véase 127.

144 Véase 24.

145 Véase 25

146 Véase 23.