

# LA CONTRIBUCIÓN DE MENDEL

Sir Gavin de Beer\*, F. R.S., F.S.A. 1965. Span, 8(3):125-127.

\*Corresponsal del Institut de France.

[www.produccion-animal.com.ar](http://www.produccion-animal.com.ar)

[Volver a: Genética en general](#)

No fue sino hasta 1865, dos siglos después que Newton había comenzado a introducir un cierto orden en las ciencias físicas, que Mendel ofreció al mundo una explicación acerca del mecanismo de la herencia. Hasta entonces no se poseía dato alguno acerca de la herencia, aunque se sostenía un punto de vista plausible aunque completamente erróneo según el cual se suponía que los caracteres de la progenie constituían un punto medio entre los de los padres.

Esta idea de la 'herencia mezclada', era lo único que se podía tomar como base desde el siglo XVIII, hasta que por fin se reconoció observando a la mula y al mulato que ambos padres contribuyen a formar los caracteres de la progenie, y esto pareció verse sustentado porque los cruces entre diferentes variedades de plantas y animales frecuentemente producían mestizos. Fue sólo durante la década de 1870 que Hermann Fol y Oskar Hertwig demostraron que durante la fecundación un espermatozoo se funde con el núcleo de un óvulo, siendo la creencia antigua (contándose Darwin y muchos otros entre los que lo creían) que muchos espermatozoo formaban parte en la fecundación de un solo óvulo. En el estado general de ignorancia prevaleciente en ese entonces, la 'herencia mezclada' era considerada un punto de vista con sentido común que nunca había sido probado por la experimentación, aunque ciertos pensadores se debieron haber preguntado cómo era posible que la progenie con los mismos padres (que no fueran gemelos) difería entre sí, ya que la herencia del mismo padre y madre desde ese punto de vista debía ser la misma.

Un gran número de jardineros y geneticistas habían realizado cruzamientos de variedades de la misma especie con muchos caracteres diferentes, y también con miembros de diferentes especies que diferían en un número aún mayor de caracteres, pero los resultados obtenidos fueron caóticos, sin consistencia y contradictorios, y no llevaron a la formación de ningún principio general. Esto se debió a que no tenían noción alguna de la condición genética del material con que trabajaban. El genio de Mendel consistió en reducir el problema a su forma más simple cruzando los padres que poseían sólo dos caracteres diferentes cada vez, investigando la herencia de estos caracteres a través de muchas generaciones, y expresando el resultado de sus cruzamientos en forma de proporciones matemáticas. Aún así, tal vez no hubiera descubierto y comprobado la exactitud de sus leyes si no hubiese partido de una idea, resolviendo el problema en su mente.

Mendel suponía que cada carácter se hallaba controlado por un factor discreto, una partícula, de las que cada individuo poseía dos, una procedente de cada padre, y que estos factores siempre mantenían su integridad y nunca se contaminaban entre sí. Luego presupuso que cuando un organismo formaba sus células germen, los dos miembros de cada par de factores que controlan un carácter se separaban, o segregaban, de manera que solo un factor de cada par llegaba a formar parte de una célula germen. De allí pasó a suponer que el número de células germen que contenían un miembro de un par de factores era igual al número que contenía el otro, y que toda célula germen tenía las mismas posibilidades de fecundar o ser fecundada por cualquier otra célula germen, de manera que sus factores se volvían a combinar en todas las formas posibles. De esta manera, Mendel introdujo las matemáticas y la teoría de la probabilidad en la biología.

Cuando se llegó a la etapa de realizar cruzamientos experimentales, Mendel descubrió que con el material por él elegido estos cruzamientos daban resultados constantes, lo que constituía un gran paso hacia adelante en comparación con los resultados caóticos de sus predecesores. Al obtener individuos de la primera generación filial, él observó que se asemejaban a uno u otro de los padres, al que llamó dominante. Al autofecundar estos individuos, descubrió que una parte de la progenie (75 por ciento) se parecían al abuelo dominante, y el resto (25 por ciento) al otro abuelo, al que llamó recesivo.

Adoptando la notación factorial A para un factor (causante del carácter dominante) y a para el otro (recesivo), los padres originales serían AA y aa, y el F<sub>1</sub> Aa en su constitución genética. Cuando estos individuos F<sub>1</sub> produjeron células germen, Mendel esperaba que aparecerían números iguales de aquellos conteniendo A y de aquellos conteniendo a, de manera que si se les daba las mismas oportunidades de fecundación al azar, los resultados podrían ser expresados en la forma (A + a) x (A + a) la cual, al ser expandida, será 1 AA : 2 Aa : 1 aa. Pero en los casos en que un carácter domina sobre el otro los individuos AA y Aa no se distinguen al inspeccionarlos visualmente y por lo tanto se los agrupa, resultando así en tres dominantes por cada recesivo.

## TENDENCIA INEVITABLE

La conclusión de que Mendel resolvió este problema en forma mental antes de someterlo a experimentación se basa en el hecho de que en algunos de sus cruzamientos lo que él esperaba como resultado de su sistema no dejaba lugar para la necesaria corrección estadística, debido al reducido número de individuos con los que trabajaba. Como las cifras que publicó seguían muy de cerca a las que él esperaba, pero no a las que debería haber esperado, es obvio que su jardinero o sus ayudantes sabían lo que esperaba como resultado y otorgaron a los experimentos el beneficio de la duda, una falta común en los aficionados entusiastas quienes, sin ninguna falsificación deliberada, no pueden evitar la tendencia que les hace descartar los especímenes malos o los casos dudosos. Sin embargo, las personas que formaron parte en el experimento son dignas de encomio y pueden ser consideradas como benefactores de la ciencia, ya que es imposible, cuando se trabaja con números reducidos, obtener proporciones definidas y fáciles de evaluar. Se necesitó trabajar en 200.000 individuos para obtener una proporción tan buena como 3,016 : 1.

Mendel leyó su trabajo en 1865 y lo publicó en 1866. Cayó en el olvido y se lo volvió a descubrir en 1900, y a partir de ese momento quedó rápidamente demostrado que el sistema de Mendel podía ser aplicado a todas las plantas y animales, y en la actualidad se sabe que es aplicable a las bacterias y los virus. Al demostrar que la herencia se basa en un principio que es a la vez simple y definido, Mendel provocó una revolución que llevó a la fundación de una nueva ciencia: la genética, cuyas consecuencias, tanto teóricas como prácticas son inconmensurables. Esta es la contribución que Mendel ha aportado a la ciencia y a la humanidad, y solo él merece todo el encomio ya que no existieron predecesores.

Las investigaciones realizadas en otros campos han extendido la importancia del trabajo de Mendel. August Weismann hizo resaltar la distinción que se debe hacer entre el cuerpo o *soma* de un organismo y sus células germen o germen. Este último consiste en la corriente de factores hereditarios que ha fluído a través de todos los antecesores en sucesión, constituyendo un plasma germen continuado que cada individuo ha recibido en custodia de sus padres, pero del cual él, al igual que sus antecesores, es solo el custodio de por vida. El soma es afectado por las condiciones ambientales que llevan a lo que se llama variación fenotípica, que no es heredada entre la progenie de los mismos padres. El *germen* no resulta afectado por el medio ambiente (esa es la razón por la cual los caracteres adquiridos no se heredan) sino sólo por cambios en los factores mendelianos en sí, lo que se conoce como mutaciones, repitiéndose los factores en su estado de mutación hasta que vuelven a cambiar.

El efecto de las mutaciones puede ser apreciado en lo que se ha dado en llamar la variación genotípica. Esta se debe al resultado inmediato de las nuevas mutaciones, o a los efectos de las mutaciones previas reflejados en los distintos miembros de pares de factores que se vuelven a combinar en todas las posibles permutaciones en el momento de la fecundación.

Esta distinción entre el soma y el germen explica como es posible que la progenie de los mismos padres pueda diferir entre sí. Son diferentes porque provienen de células germen que contienen factores distintos, lo que subraya el hecho de que la progenie no es el producto de los padres sino del plasma germen; y dichos productos, a través del mecanismo mendeliano de segregación y recombinación de factores pertenecientes a pares distintos, pueden recibir distintos grupos de factores. Debido a este proceso de segregación, la mitad de los factores transportados en el plasma germen de los padres son descartados en cada acto reproductivo.

Por lo tanto no podemos aplicar en el caso de la progenie el dicho “de tal palo tal astilla”: si se asemejan a los padres es debido al hecho de que padres y progenie recibieron factores similares de la misma corriente de plasma germen, mientras que al mismo tiempo pueden recibir, y en realidad reciben, factores disímiles. Los hijos son los hermanos tardíos de sus padres, con el retardo de una generación. Por eso es importante que una futura esposa vea y conozca el mayor número posible de familiares del novio, y viceversa, si desean tener una idea aproximada de su descendencia.

Del magnífico trabajo realizado por T. H. Morgan y sus colegas acerca de la mosca de la fruta, *Drosophila*, se sabe que los factores mendelianos o genes, se hallan ubicados en orden lineal en los cromosomas del núcleo de cada célula, y los genetistas hasta han diseñado mapas que indican el lugar o locus ocupado por cada gen. La precisión de estos mapas se ha visto confirmada por la evidencia independiente proporcionada por tales citólogos como C.D. Darlington, quienes también han demostrado que el mecanismo de la división de células, división de cromosomas y repetición, se conforma exactamente a los requerimientos de la distribución de genes en el sistema mendeliano. Investigaciones recientes en bioquímica han revelado la estructura del material genético.

Una consecuencia importante de esta extensión de la genética hasta abarcar los cromosomas ha sido la elucidación del mecanismo que determina el sexo. Los detalles precisos varían en las distintas clases de organismos, pero en general se puede decir que un sexo, digamos el femenino, posee dos cromosomas especiales de un par particular mientras que el otro, digamos el masculino, posee sólo un cromosoma de ese tipo.

En el momento de la formación de las células germen cada óvulo llevará consigo uno de estos cromosomas del sexo, mientras que la mitad de los espermatozoos solo llevarán consigo uno, y la otra mitad ninguno. El resultado promedio en el momento de la fecundación será que la mitad de los óvulos fecundados contendrán dos

cromosomas del sexo y se convertirán en femeninos, mientras que la otra mitad contendrá un solo cromosoma del sexo y se convertirán en masculinos.

Esto no es solo interesante e importante en sí, sino que explica el fenómeno conocido como herencia ligada al sexo, en el cual ciertos caracteres (controlados por genes transportados en el cromosoma del sexo) son transmitidos por las madres solo a los hijos varones, y por los padres solo a las hijas hembras. La hemofilia en el hombre es uno de estos caracteres; y se puede hacer un uso práctico de este mecanismo existente en la reproducción, utilizando como indicadores caracteres particulares visibles, que permiten establecer el sexo de los pollos, por ejemplo, desde el momento de salir del cascarón. Mientras que ciertos genes controlan caracteres que son cualitativamente marcados, tales como arvejas altas o enanas, ratones grises o blancos, otros genes producen efectos cuantitativos y aditivos, y estos generalmente se refieren a caracteres tales como el tamaño, el peso, la pigmentación y la capacidad mental en el hombre. Estos genes múltiples parecen producir una variación continua, pero en realidad operan exactamente igual que los otros genes por segregación y recombinación, aunque se requieren técnicas estadísticas especiales para poder detectarlos a ellos y a sus efectos.

## SELECCIÓN

En los comienzos de la genética se creía que cualquier gen producía invariablemente “su” efecto, y basándose en esta suposición se confeccionaron programas de eugenismo.

Sin embargo, se basaban en un conocimiento incompleto, ya que ahora se sabe, gracias a Sir Ronald Fisher, que los otros genes en un organismo o sea, el complejo de genes, pueden jugar un papel, y en realidad lo hacen, en la modificación de los efectos de cualquier gen en particular. La importancia de esto es que ha demostrado el valor de la selección, tanto en la naturaleza al provocar la evolución exactamente en la forma en que Darwin lo suponía: por la selección natural, como en los viveros y semilleros y las celdas de cría al producir variedades de plantas cultivadas y animales domésticos por medio de la selección artificial. Como en general los organismos contienen un sinnúmero de pares de genes diferentes (es decir, son heterocigóticos), el complejo de genes se vuelve a mezclar en cada generación como un kaleidoscopio, y este entremezclar resulta en ciertos complejos de genes que acrecientan los efectos de un gen en particular, y en otros complejos de genes que los disminuyen. Es así como ciertos genes llegan a controlar los caracteres que han llegado a ser dominantes, y otros genes a los caracteres que se han convertido en recesivos. Cual carácter controlan depende de la viabilidad del producto en el medio ambiente, y de esta manera la selección produce la adaptación al medio ambiente.

Mientras que los organismos naturales son muy heterocigóticos, es posible, haciendo uso del mecanismo mendeliano y llevando a cabo procreación en consanguinidad (por autopolinización de las plantas, por cópula entre hermanos en los animales), obtener material genético que reproduzca fielmente los caracteres deseados. es decir, una línea pura, en la que todos los miembros de pares de genes son similares u homocigóticos. Tal material genético es importante para los experimentos de selección de nuevos tipos debido a su pureza genética.

Las utilidades prácticas de la genética en la selección de plantas y animales son infinitas: se basan en el mecanismo mendeliano y las técnicas de líneas puras, la hibridación y la selección. En forma empírica, el hombre ha practicado la selección desde el período neolítico, y la selección empírica planeada comenzó en el siglo XVIII. Un ejemplo de esto es la conversión de remolacha forrajera en remolacha azucarera a través de la selección efectuada en Francia por P. P. de Vilmoir; otro ejemplo es la mejora introducida en la lana de las ovejas Wiltshire a través de la importación de ovejas Merino de España efectuada por Sir Joseph Banks, a través de la hibridación. Antes de que se llegara a apreciar el trabajo de Mendel en todo su valor, los criadores se hallaban a oscuras, y es solo en el siglo actual que la genética ha sido aprovechada. En la búsqueda de una variedad de trigo que no tuviera barba, resistente a la roya, de alta producción y calidad molinera, R. H. Biffin hibridizó una variedad resistente a la roya pero de calidad inferior con un tipo con tendencia a la roya pero de alta calidad. Como resultado de la recombinación de los genes en  $F_2$ , se obtuvo una variedad de alto rendimiento y resistente a la roya con carácter recesivo y que por consiguiente se reproducía fielmente, y se la eligió como material genético para reproducción de estos caracteres deseables. Esto es lo que las investigaciones de Mendel hicieron por el pan.

En lo referente al vino, el problema de obtener vides resistentes a la Phylloxera, que devastó los viñedos franceses durante la década de 1870, fue resuelto seleccionando vides americanas resistentes como portainjertos, injertándoles púas de vides francesas que poseían las mejores cualidades vitivinícolas. Esto comprendía lo que se conoce bajo el nombre de selección de clones, ya que se reproducen de sarmientos y estacas por reproducción vegetativa o asexual, cuyos productos se conocen bajo el nombre de clones. Se ha logrado un aumento en la producción de leche llevando un registro de la capacidad de producción de leche de las hijas de reproductores, y utilizando la técnica de inseminación artificial para asegurar la mayor reproducción posible de sus genes seleccionados por su elevado rendimiento.

El vigor híbrido es una cualidad en la progenie que a veces disminuye luego del cruzamiento en consanguinidad pero se puede recuperar con el refrescamiento de sangre (out-breeding). La endogamia no resulta perniciosa en sí, pero aumenta el grado de homocigocidad en la progenie y como los genes recesivos a menudo

son perjudiciales, una dosis doble de genes recesivos, uno de cada padre, puede ser una desventaja y hasta llegar a ser letal. El refrescamiento de sangre o hibridación, aumenta la heterocigocia y resulta en el apareamiento de genes recesivos con sus compañeros dominantes lo que oculta los efectos de los genes recesivos. Este principio es igualmente importante en el hombre. En Inglaterra, alrededor del 0,6 por ciento de los matrimonios se efectúan entre primos hermanos, pero más del 30 por ciento de los casos de alkaptonuria afectan a la progenie de este tipo de unión. Por la misma razón las personas muy pecosas no deben contraer matrimonio con parientes cercanos ya que la progenie tendría tendencia a contraer xeroderma pigmentosum, cáncer de la cara.

El número de caracteres en el hombre que se saben son controlados por genes únicos alcanza a las tres cifras. Algunos de ellos son inocuos, como el color de los ojos, del cabello, o los lóbulos adheridos, pero muchos de ellos son dañinos y patológicos, como la hemofilia y la xeroderma. Los grupos sanguíneos despiertan gran interés ya que se hallan bajo control genético por sistemas simples de genes: algunos de ellos, tales como los grupos ABO, se hallan diferencialmente correlacionados con la fertilidad, la longevidad, la susceptibilidad a la bronconeumonía, la toxemia del embarazo, y las úlceras gástricas y duodenales. Los grupos del factor RH cuando son incompatibles son los responsables de la enfermedad hemolítica en los recién nacidos. El mongolismo se debe a un cromosoma supernumerario y a los genes que transporta.

La aplicación de la genética al hombre es extremadamente difícil. En el eugenismo negativo sirve para prevenir la unión de familias o parientes en las que han aparecido enfermedades recesivas. El positivo adolece de la objeción insuperable de que nadie se ha puesto aún de acuerdo acerca de las cualidades que el hombre ideal debería poseer. Un aviso saludable lo proporcionan aquellos casos en que la cría ha sido dirigida hacia una forma estética en vez de una función y ha resultado en la producción de una raza que necesariamente implica el nacimiento de una proporción definida de formas no viables, como sucede en el caso de la raza ganadera Dexter Kerry, o en individuos imbéciles e histéricos como en el caso de ciertas razas de perros.

Los primeros cien años de la genética mendeliana han mostrado las ventajas que resultan del conocimiento científico preciso, pero aún queda mucho por aprender. Afortunadamente, cada una de las ramas de la ciencia hacia las que la genética se ha extendido promete grandes progresos.

[Volver a: Genética en general](#)