

# GREGOR MENDEL: APROXIMACIÓ HISTÒRICA A LA SEVA VIDA. EL MÈTODE CIENTÍFIC

CARLES PLA I ZANUY

Professor de Genètica. Col·legi Universitari de Girona.  
Universitat Autònoma de Barcelona

## Introducció

Aquest any se celebra la commemoració del centenari de la mort de Gregor J. Mendel, considerat per molts com el fundador de la Genètica, ocorreguda el 6 de gener de 1884.

En aquest sentit, la seva obra –junt a la de Ch. Darwin (1809-1882)– constitueix la base sobre la qual es fonamentà l'inici de la biologia moderna, encara que, durant molts anys, ambdues teories restessin enfrontades. No fou sinó fins al 1937 quan Dobzhansky aconseguí reunir-les en la que s'anomenà "síntesi moderna del darwinisme", exposada en el seu llibre **Genetics and the Origin of Species**. En canvi, la història del redescobriment dels treballs de Mendel ens ensenya que no sempre hi ha hagut una relació directa entre la importància d'un treball i el seu reconeixement per la comunitat científica de l'època. Realment, i com tothom sap, durant 34 anys els treballs de Mendel sobre la manera com es transmetien els caràcters hereditaris restaren desconeguts. Aquests treballs, publicats el 1866, no foren tinguts en compte fins al 1900 en què tres investigadors (De Vries, Correns i Tschermak) trobaren, de forma independent, resultats idèntics als de Mendel.

Quines foren les causes que portaren a això? Es pot considerar, des d'aquest punt de vista, que Mendel és el veritable fundador de la Genètica? Quina seria doncs la veritable importància dels treballs de Mendel? Aquestes seran les qüestions que intentarem respondre en el decurs d'aquest article, amb la pretensió de què, al final, aconseguim transmetre la nostra inquietud i el nostre pensament i oferir una mica de claror al panorama mendelià de la Genètica. Per a respondre, serà necessari considerar les referències que ens ofereix la història i veure quin era el marc històrico-científic en què Mendel s'educà i on desenvolupà tota la seva tasca.

## El marc històric

Gregor Johann Mendel (1822-1884) neix a Hyncice (Moràvia, Txecoslovàquia). D'una família pagesa, amb pocs recursos econòmics, Johann aconseguí anar a estudiar el batxillerat a Opava. Un accident del seu pare l'obligà a posar-se a donar classes per a poder acabar els seus estudis. Això li provocà l'aparició d'unes crisis nervioses en els moments claus de la seva vida, que no l'abandonaran ja mai més. Continua després els seus estudis a l'Institut de Filosofia d'Olomouc, on realitzà els dos cursos previs per a accedir a la Universitat. En aquest Institut té com a professor de Física a F. Franz, antic resident del monestir-abadia de Brunn (actual Brno), del qual n'és un dels millors alumnes. És ell qui l'aconsella que –a la vista de les seves dificultats econòmiques– la millor solució per a poder portar a bon termini tots els seus anteriors èxits escolars, seria que ingressés al sacerdoci. Mendel accedeix i, recomanat per Franz, entra al monestir de Sant Tomàs de Brno, a Moràvia, que estava regentat per monjos agustins.

Aquesta institució religiosa controlava pràcticament tot l'ensenyament de Moràvia i, a la vegada, participava en la planificació agrícola d'aquesta regió per mitjà de la seva estació experimental agropecuària. Quan Mendel va entrar al monestir, el seu abat Napp era el president de la Societat Pomològica de Brno i havia organitzat i promogut la millora vegetal a Moràvia.

Mendel es matriculà en els cursos de fruticultura i viticultura i, en acabar, fou enviat de professor de Matemàtiques i Literatura a l'Institut d'Ensenyament Mitjà de Zuojmo, prop de Brno. Per a poder tenir aquesta plaça en propietat, va haver d'anar a la Universitat de Viena a passar un examen d'estat, el qual es componia de dues parts: Ciències Físiques i Ciències Naturals. La primera, la realitzà molt bé, però en canvi va suspendre la corresponent a Naturals, per la qual cosa l'abat Napp va acceptar que es matriculés a Viena a finals de 1851 com alumne oïdor. Aquí va romandre durant dos anys i adquirí els sòlids coneixements de Física, Estadística i Botànica, per mitjà dels professors Doppler, Von Ettinghausen i Unger (Sajner, 1978) que li serviren pel desenvolupament teòric i pràctic dels seus treballs sobre hibridació en els pèsols. En aquest moment en Mendel s'unien dues vessants: la científica –adquirida a Viena– i la pràctica –adquirida a Brno–, les quals posteriorment s'han revelat fonamentals pel plantejament experimental i posterior interpretació dels seus treballs.

En aquells temps, els dos hibridistes més coneguts eren els alemanys Kölreuter i Gärtner que simbolitzaven la creença en el fixisme de les espècies. En canvi, un dels seus professors a Viena, el botànic Unger, professava idees evolucionistes igual que el monjo Klácel –company seu en el monestir– el qual dirigia el jardí experimental i treballava sobre els aspectes d'herència i evolució. És possible que l'intent de discernir sobre aquestes dues postures (Olby, 1966; Castrodeza, 1984b) fos el detonant que va fer començar a Mendel els seus experiments sobre hibridació en plantes. Per altra part, això també podia respondre a la preocupació que tenia per entendre quines eren les lleis sota les quals es regien els híbrids, car en aquell temps la principal riquesa econòmica de Moràvia la constituïa l'horticultura i el conreu del pomer.

## Els treballs d'hibridació

Els treballs de Mendel començaren el 1854 i acabaren el 1863. Durant aquest temps va conrear al voltant d'unes 27.000 plantes de 34 varietats. Examinà amb cura unes 12.000 i en total foren unes 300.000 llavors les que passaren per la seva observació (Blanc, 1984). Per mitjà de dues conferències celebrades el 8 de febrer i el 8 de març de 1865, donà a conèixer els seus resultats davant la Societat de Història Natural de Brno i foren publicats, en forma d'article de 44 pàgines, el 1866 en els *Annals de la Societat*. Aquesta va enviar-los a diverses institucions de Berlín, Viena, Estats Units i Londres (la Royal Society). Per altra part, existien referències dels seus treballs en l'obra de W. O. Focke "Els híbrids vegetals", 1881 (Castrodeza, 1984b). A més, Mendel va comunicar els seus resultats al botànic alemany Nägeli, un dels més famosos de l'època i que treballava amb hibridacions entre plantes del gènere *Hieracium*, del qual n'era un especialista.

Amb totes aquestes pautes, no es pot dir, de veritat, que el treball de Mendel hagués restat oblidat per desconegut. Tampoc es pot al·legar que ell fos un desconegut, car va arribar a assolir un destacat lloc en l'estudi de la meteorologia, que el portà a fer en 1877, per primera vegada a Europa Central, previsions meteorològiques per a l'agricultura morava i fins i tot l'Observatori Central de Viena li encarregà diversos treballs.

## Causes del desconeixement del treball de Mendel

Totes les causes que es puguin citar tenen dos rerafons: la circumstància històrica de Moràvia respecte al context cultural del moment i el propi coneixement científic de l'època respecte als treballs d'hibridació i les diverses teories sobre l'herència que existien. De la primera d'elles no ens estendrem aquí (veure l'excel·lent article de Castrodeza, 1984b), sinó tan sols dir que, malgrat la tradició intel·lectual morava que podia representar el monestir de Brno, aquesta institució era considerada amb un rang acadèmic de segon ordre i les seves activitats tenien poca transcendència, almenys dins de l'àrea d'influència germànica.

Respecte a la segona, són vàries les causes que ho poden explicar. Una podria ser el fet de què en comunicar els seus resultats a Nägeli, aquest li insinués la conveniència de provar-ho amb altres plantes com els hieracis. Efectivament, Mendel mai no va poder aconseguir amb aquestes plantes els mateixos resultats que amb els pèsols, entre altres raons perquè avui sabem que aquelles tenen un tipus de reproducció anormal: la partenogènesi. Aquesta reproducció es caracteritza perquè es dona sense que hi hagi intervenció de l'espermatozou, mentre que els resultats de Mendel són exclusius del tipus de reproducció sexual. La incomprensió per part de Nägeli arribà a l'extrem de no citar Mendel en el seu llibre sobre l'evolució que publicà en 1884.

En segon lloc, ens trobem amb el fet de veure quin era el coneixement que sobre l'herència existia en aquells moments. La idea més acceptada era l'herèn-

cia de les barreges, la qual havia ja provocat problemes a Darwin per a poder-la fer compatible amb el manteniment d'una certa variabilitat heretable entre els individus d'una espècie, com a base de la seva teoria de la selecció natural. És per això que Darwin va recórrer a la formulació de la seva teoria sobre la Pangènesi –variant de la teoria dels caràcters adquirits formulada anys abans per Lamarck–. Els resultats de Mendel no concordaven amb aquesta teoria, generalment acceptada, i és així que podem entendre les objeccions de Nägeli el qual era un defensor de l'herència de les barreges.

Cal fer esment que ja en aquell temps hi havia científics, com Galton, que haguessin pogut entendre aquests resultats. Aquest investigador anglès, cosí de Darwin, va voler provar la teoria de la pangènesi i trobà resultats negatius. Galton va ser un dels autors que va treballar més sobre l'estudi de les lleis de l'herència, encara que, al contrari que Mendel, escollí caràcters complexos i es fixà més en les semblances que en les diferències. Com opinen Stern i Sherwood (1973), si els resultats de les anàlisis de Mendel haguessin arribat a Galton, possiblement les lleis de l'herència podrien haver quedat establertes vint-i-cinc anys abans del que ho foren.

A més, encara que els seus resultats concordaven amb les conclusions de Kölreuter i Gärtner sobre els seus treballs, el concepte de Mendel de què un organisme era un conjunt de caràcters independents no podia ser mai assumit pels híbridistes de l'època, els quals opinaven que el conjunt de caràcters que definien una espècie formaven un tot indivisible. Únicament el francès Ch. Naudin en el 1863, va passar molt a prop de les conclusions de Mendel treballant amb espècies properes de *Datura*. Ara bé, la dificultat en poder tabular les grans diferències que li sortien, va fer que només fes un diagnòstic qualitatiu de la segregació.

## Redescobriment dels treballs de Mendel

Podem suposar que en temps de Mendel ja existia un cert pensament sobre la particularització dels caràcters d'un organisme. Així ho proven els treballs de Naudin i els dels agrònoms de l'època, els quals intentaven la hibridació però únicament en funció de la millora de tal o qual caràcter. Efectivament, els grans problemes del moment es centraven en els processos evolutius, en el desenvolupament dels organismes i en com l'herència controlava aquests processos, en lloc de com s'heretaven els caràcters de generació en generació. És per això que el redescobriment es dona en un moment en què el pensament biològic, quant a l'acceptació d'aquest concepte particular dels factors hereditaris, comença a ser notable. Així, l'herència de les barreges i la dels caràcters adquirits és definitivament refusada a partir del treball del biòleg alemany A. Weissman. Pel que acabem de dir, no és estrany que en un moment determinat tres autors, de manera independent, puguin deduir el mateix davant uns resultats com els que va tenir Mendel.

Es pot, doncs, considerar que realment Mendel és el fundador de la Genètica? Encara que els seus treballs siguin un model de claredat i bona exposició, la

realitat és que passaren més o menys, sinó desconeguts, sí oblidats. Per altra part, en la seva hipòtesi no formulà la teoria de l'herència de la forma moderna amb què s'explica per mitjà d'un parell de factors. Mendel únicament contemplà la possibilitat dels dos factors en l'híbrid com a conseqüència de què en aquest els factors rebuts del pare i de la mare eren diferents. A més, en aquest cas, exigia que un dels factors fos dominant i l'altre recessiu. Pels casos dels caràcters purs, Mendel ho expressava amb un sol factor. També afegia que els factors es fusionaven en l'híbrid i que sols es separaven en les cèl·lules germinals com a conseqüència de la repulsió que s'originava en ser els factors diferents, ja que serien incompatibles. Quan això no succeïa, aleshores els híbrids originarien una descendència homogènia i es comportarien com races pures. Per tant, és evident que l'aportació de Mendel al coneixement de les lleis que regulen l'herència dels caràcters d'una generació a l'altra, queda disminuïda: ja perquè en el seu moment no fou tinguda en compte, ja perquè posteriorment aquesta teoria ha estat remodelada. Avui, l'aprofundiment en l'estudi d'aquestes lleis ha portat a veure que, tot i essent verdaderes, el nombre d'excepcions a les mateixes era notable. Fins i tot, es podria dir que el que és normal són els altres casos i que les excepcions són les lleis de Mendel.

Castrodeza (1984b) opina que la pugna de Vries-Correns –el paper de Tschermak com a descobridor sembla ser rebutjable (Stern i Stern, 1978)– és la que va originar la transmissió de la paternitat del model de l'herència en no poder resoldre-la cap d'ells a favor seu. Considera que Mendel es va veure erigit en descobridor d'una teoria de l'herència que, en gran mesura, li era aliena en el fons, sinó en la forma.

## L'aportació de Mendel: el mètode científic

Fora, doncs, d'aquesta discussió sobre si es pot considerar veritablement el fundador de la Genètica, la gran aportació de Mendel és la presència del mètode científic en el plantejament del seu treball. Newton havia introduït en el segle XVII el mètode experimental, el qual va provocar el gran desenvolupament experimentat per la ciència, especialment en el darrer segle. És a dir, la possibilitat que una hipòtesi pugui ser comprovada és el que porta a donar un sentit a la mateixa.

L'originalitat del treball de Mendel resideix en el seu mètode hipotètico-deductiu i la utilització de les sèries estadístiques per a donar validesa a la relació numèrica en què apareixen les diferents formes en la descendència  $F_2$ . Justament així comença el treball de Mendel en les seves **Consideracions preliminars**. És a dir, va intentar cercar una llei numèrica de formació dels híbrids que li permetés generalitzar-la a tots els encreuaments que es realitzen entre individus de la mateixa espècie.

La Genètica és fonamentalment una disciplina analítica. La gran majoria de les teories importants han tingut la seva confirmació experimental. En el cas

del treball de Mendel, aquesta analítica hi és present i fins i tot avui dia podem afirmar que en molts dels treballs genètics es segueix encara el seu model d'anàlisi. És a dir, fora de qualsevol altre tipus de reconeixement, el treball de Mendel és un exemple únic de l'aplicació del mètode hipotètic-deductiu característic de les ciències experimentals.

Per acceptar una hipòtesi com a científica ha de poder ésser corroborada. Aquesta corroboració comporta diferents passos que, fonamentalment, són: a) Tota hipòtesi ha de ser coherent amb si mateixa; b) Ha de ser explicativa; c) Ha de ser coherent amb altres hipòtesis, i d) Ha de ser comprovada experimentalment (Popper, 1959). Sobre la comprovació experimental hem de dir que la concordança dels resultats amb les prediccions de la hipòtesi només fa que corroborar-la provisionalment. En altre cas, si no hi ha concordança, es diu que la hipòtesi ha estat refusada. Aquest és un criteri important a tenir en compte sempre que es fa una comprovació i és justament el que separa les ciències empíriques de les altres formes de coneixement.

Les grans qualitats del treball de Mendel com a mostra de mètode científic es poden resumir a continuació. És evident que Mendel tenia una hipòtesi que va voler confirmar experimentalment: la formulació d'una llei general de formació dels híbrids. Aquesta hipòtesi la desenvolupa d'una manera teòrica, en forma d'unes lleis de freqüència numèrica i va dissenyar un mètode experimental que fos apropiat per a la seva confirmació. Fora de les petites diferències i de les suspicàcies que provocaren els resultats de Mendel, la realitat és que el temps ha demostrat que la seva teoria és fonamentalment correcta.

Entre les característiques del seu mètode experimental no ens estendrem i tan sols citarem algunes peculiaritats que demostrin l'encert del seu disseny. Mendel va tenir cura d'escollir un bon material com és el pèsol que és excel·lent per a autofecundar-se però en el què també es pot controlar la fecundació encreuada. Després es va fixar en les diferències entre caràcters en lloc de les seves semblances. Va escollir caràcters molt diferenciats, estables i constants. També veié la necessitat de seguir un sol caràcter en cada generació en lloc del conjunt de caràcters de l'organisme. Es va assegurar que les varietats que utilitzava fossin pures. Finalment, va saber quantificar les diferents classes de la descendència per a veure si aquestes sortien sempre amb les mateixes proporcions.

## Conclusió

L'originalitat del treball de Mendel i la gran aportació que ha fet a la Biologia en general i a la Genètica en particular ha estat l'ús del mètode científic. En realitat, l'anàlisi de Mendel, fins al descobriment de la Genètica Molecular entre 1950-1960, ha estat un dels mètodes d'anàlisi genètica per a deduir la presència d'un o més parells de gens i avui dia encara ho és.

## Resum

En el present article l'autor formula un seguit d'interrogants sobre la influència i transcendència de Mendel: Va ser Mendel el vertader fundador de la Genètica? Quina seria la verdadera importància dels treballs de Mendel? Aquestes són les preguntes que intenta de respondre aquest text.

En primer lloc es considera necessari de fer una aproximació històrica a la utilització del mètode científic per part de Mendel. Així mateix hom cerca les referències que ofereix la història i s'observa quin fou el marc històrico-científic on s'educà Mendel i on desenvolupà tota la seva obra.

Hom arriba a la conclusió que l'originalitat del treball de Mendel i la gran aportació que ha fet a la Biologia en general i a la Genètica en particular ha estat la utilització del mètode científic. De fet, el mètode d'anàlisi de Mendel ha estat, fins al descobriment de la Genètica molecular entre 1950-1960, un dels mètodes d'anàlisi genètica per deduir la presència d'una o més parelles de gens, i fins avui dia encara ho és.

## Resumen

En el presente artículo, el autor se formula diversos interrogantes sobre Mendel, su influencia y trascendencia. ¿Fue Mendel el verdadero fundador de la Genética? ¿Cuál sería la verdadera importancia de los trabajos de Mendel? Estas son las cuestiones que se intentan responder a través de este trabajo.

Para lograrlo se considera necesario una aproximación histórica a su vida y a la utilización que hizo Mendel del método científico, se indagan las referencias que ofrece la historia y se observa cuál fue el marco histórico-científico en que Mendel se educó y desarrolló toda su obra.

Se llega a la conclusión de que la originalidad del trabajo de Mendel y la gran aportación que ha hecho a la Biología en general y a la Genética en particular, ha sido el uso del método científico. De hecho, el método de análisis de Mendel ha sido, hasta el descubrimiento de la Genética molecular entre 1950-1960, uno de los métodos de análisis genético para deducir la presencia de uno o más pares de genes, y todavía hoy en día lo es.

## Summary

In the present article the author formulates a series of questions about the influence and importance of Mendel: Was Mendel the real founder of genetics? What is the real importance of Mendel's work? These are the questions which the text attempts to answer.

In the first place it is considered necessary to make a historical approximation to the scientific method as used by Mendel. The author also looks for refe-

rences provided by history, and observes which was the historical-scientific frame in which Mendel was educated, and in which all his work was developed.

The author comes to the conclusion that the originality of Mendel's work and the great contribution he made to biology in general and to genetics in particular was the use of the scientific method. In fact, Mendel's method of analysis was, until the discovery of molecular genetics between 1950-1960, one of the methods of genetic analysis used to deduce the presence of one or more parallel of genes, and still is today.

## BIBLIOGRAFIA

- Blanc, M. 1984. Gregor Mendel: la leyenda del genio desconocido. *Mundo Científico*, 34:274-287.
- Castrodeza, C. 1984a. "Gregor J. Mendel", a *Revista de Occidente*, Madrid, n.º 32.
- Castrodeza, C. 1984b. «Mendel y su entorno científico», a *En el Centenario de Mendel: la Genética ayer y hoy* (compilado por J.R. Lacadena). Ed. Alhambra, Madrid.
- Mendel, G. 1866. «Verzuche Über Pflanzen-Hybriden». S'han consultat les versions castellanes incloses en els llibres de Stern i Sherwood, 1973 i Lacadena (Comp.), 1984.
- Olby, R.C. 1966. *Origins of Mendelism*. Schocken Books, Nova York.
- Popper, K.R. 1959. *The Logic of Scientific Discovery*. Hutchinson, Londres.
- Sajner, J. 1978. *Juan Gregorio Mendel*. Religión y Cultura, Madrid.
- Stern, C. i E.R. Sherwood, 1973. *El Origen de la Genética*. Editorial Alhambra, Madrid.
- Stern, C. i E. Stern, 1978. A note on the «three rediscoverers» of mendelism. *Folia Mendeliana*, 13:237-239.