

La doble hèlix

Presentem al lector uns fragments del llibre de D. Watson *The Double Helix* (1968). Es tracta d'un veritable dietari personal en el qual l'autor comenta els esdeveniments més importants que van

intervenir en el procés de recerca que va permetre arribar a descriure l'estructura del DNA, l'àcid desoxiribonucleic.

18 (346/Volum 3/juny 1983)

ciència 28)

Què és la vida: la clau del DNA.

Abans de la meua arribada a Cambridge, Francis només a vegades pensava en l'àcid desoxiribonucleic (DNA) i en el seu paper en l'herència. No era perquè no ho considerés interessant. Ben al contrari. Un factor important del seu abandó de la física i del desenvolupament en ell d'un interès per la biologia havia estat la lectura el 1946 de *What is Life?*, del destacat físic teòric Erwin Schrödinger. Aquest llibre presentava de manera elegant la creença que els gens eren els components clau de les cèl·lules vives i que, per entendre què és la vida, havíem de saber com actuen els gens. Quan Schrödinger va escriure el seu llibre (1944), era admès generalment que el gens eren tipus especials de molècules proteiques. Però gairebé en aquell mateix temps el bacteriòleg O. T. Avery portava a terme a l'Institut Rockefeller de Nova York experiments que demostraven que els caràcters hereditaris podien transmetre's d'una cèl·lula bacteriana a una altra per mitjà de molècules de DNA purificades.

Donat el fet que el DNA se sabia que existia en els cromosomes de totes les cèl·lules, els experiments d'Avery van suggerir plenament que futurs experiments demostrarien que tots els gens estaven compostos de DNA. Si això era cert, volia dir per Francis que les proteïnes no serien la pedra de Rosetta per desxifrar el veritable secret de la vida. En canvi, el DNA hauria de proporcionar la clau que ens permetés descobrir com determinaven els gens, entre altres característiques, el color dels nostres cabells, dels nostres ulls, molt possiblement la nostra relativa intel·ligència i potser fins i tot la nostra capacitat de divertir els altres.

Naturalment, va haver-hi científics que creien que les proves a favor del DNA no eren convincentes i van preferir creure

que els gens eren molècules proteiques. Francis, però, no es va preocupar d'aquests escèptics. Molts eren necis buscant raons que indefectiblement apostaven pels cavalls perdadors. No es podria ser un bon científic sense adonar-se que, contra la concepció popular, abonada pels periòdics i les mares dels científics, un gran nombre de científics no són solament de cervell estret i obtusos, sinó també precisament estúpids.

Francis, tot i això, no estava preparat aleshores per ficar-se en el món del DNA. La seva bàsica importància no semblava causa suficient per ella mateixa per fer-lo sortir del camp de les proteïnes, en el qual només feia dos anys que treballava i que tot just començava a dominar intel·lectualment. A més, els seus col·legues del Cavendish s'interessaven només marginalment pels àcids nucleics i, fins i tot en les millors circumstàncies financeres, s'haurien necessitat dos o tres anys per formar un nou grup d'investigació dedicat en primer lloc a la utilització dels raigs X per observar l'estructura del DNA.

D'altra banda, una tal decisió hauria creat una difícil situació personal. En aquell temps el treball sobre les molècules del DNA era a Anglaterra pràcticament propietat personal de Maurice Wilkins, un llicenciat que treballava a Londres, al King's College.* Com Francis, Maurice havia estat físic i també utilitzava la difracció dels raigs X com a principal eina d'investigació. No haguera semblat gens bé que Francis s'hagués ficat en un problema sobre el qual Maurice feia uns quants anys que treballava. La cosa encara era pitjor perquè tots dos, gairebé de la mateixa edat, es coneixien i, abans que Francis es tornés a casar, sovint havien dinat o sopat junts per parlar de ciència.

* Secció de la Universitat de Londres, que no s'ha de confondre amb el King's College de Cambridge.

Hauria estat molt més fàcil si haguessin viscut en països distints. La combinació del caràcter tancat de la societat anglesa —tota la gent important, si no estava emparentada pel matrimoni, semblava que es coneixien els uns als altres— amb el sentiment britànic del joc net no permetia a Francis de ficar-se en el problema de Maurice. A França, on evidentment el joc net no existia, aquests problemes no s'haurien presentat. Els Estats Units tampoc no haurien permès que es produís una tal situació. No s'hauria esperat que algú a Berkeley hagués passat per alt un problema de màxima importància solament perquè algú a Cal Tech havia començat a estudiar-lo abans. A Anglaterra, però, simplement no hauria semblat bé d'abordar-lo.

Encara més, Maurice frustrava contínuament Francis perquè mai no semblava prou entusiasmat pel DNA. Feia la impressió que es delectava a treure valor als raonaments importants. No era qüestió d'intel·ligència o de sentit comú. Maurice evidentment tenia les dues coses; la prova és que va comprendre l'essència del DNA gairebé abans que ningú més. Era que Francis tenia la sensació que mai no podria transmetre a Maurice el missatge que un no es movia amb cautela quan un portava una dinamita com el DNA. A més, era cada vegada més difícil fer desviar l'atenció de Maurice de la seva ajudanta, Rosalind Franklin.

No és pas que estigués enamorat de Rosy, com l'anomenàvem. Justament al contrari: quasi des del moment que ella va arribar al laboratori de Maurice, van començar a destorbar-se l'un a l'altre. Maurice, un principiant en el treball amb la difracció dels raigs X, necessitava ajuda professional i esperava que Rosy, una experimentada cristal·lografa, podria ajudar-lo en la seva investigació. Rosy, però, no veia la cosa d'aquesta manera. Reivindicava que li havien as-

per James D. Watson

James D. Watson va néixer a Chicago el 1928. Va estudiar zoologia a la Universitat de Chicago. Entre 1950 i 1953 va treballar a Copenhaguen i a Cambridge, on juntament amb Francis Crick va resoldre el problema de l'estructura del DNA, per la

qual cosa va rebre el premi Nobel el 1962. El 1953 va tornar als Estats Units a treballar a l'Institut de Tecnologia de Califòrnia. Des del 1956 és a Harvard, on ara és professor de biologia molecular i bioquímica.

També és director del Cold Spring Harbor Laboratory, centre de recerca en biologia molecular (Long Island).

(ciència 28

juny 1983/Volum 3/347) 19

signat el DNA com a tasca pròpia i no volia ni pensar de ser l'ajudanta de Maurice.

Sospito que al començament Maurice esperava que Rosy es calmaria. Però la simple observació suggeria que no se sotmetria fàcilment. Voluntàriament no accentuava les seves qualitats femenines. Encara que els seus trets eren durs, bé era prou atractiva i hauria pogut cridar ben bé l'atenció si s'hagués pres un mínim d'interès pels vestits. Però no ho feia. No hi havia mai carmí als seus llavis que contrastés amb els negres i flàccids cabells, mentre que a l'edat de trenta-un anys els seus vestits mostraven tota la imaginació de les adolescents angleses afeccionades a les lletres. Així era molt possible imaginar-se que era el producte d'una mare insatisfeta que donava indeguda importància a la conveniència de carreres professionals que poguessin salvar les noies intel·ligents del matrimoni amb homes estúpids. Però no era així. La seva vida sacrificada i austera no podia ser explicada d'aquesta manera: era filla d'una família bancària molt ben acomodada i erudita.

Evidentment Rosy se n'havia d'anar o ser posada a ratlla. La primera opció era òbviament preferible, perquè, donat el seu caràcter bel·licós, li havia de ser molt difícil a Maurice mantenir una posició dominant que li permetés pensar sense destorbs en el DNA. No és que a vegades no veiés que tenia certa raó de queixar-se: el King's College tenia dues sales de professors, una per a homes i una altra per a dones, certament una cosa del passat. Però ell no en tenia la culpa, i no era cap plaer portar la creu pel fet que la sala de professors de les dones continuava essent petita i fosca mentre que s'havien despesat diners per fer la vida agradable a ell i als seus amics quan prenien el cafè al matí.

Desgraciadament, Maurice no veia cap manera decent de despatxar Rosy. Per

començar, se li havia fet creure que tenia una col·locació per a uns quants anys. A més, no es podia negar que era intel·ligent. Si almenys pogués controlar-se les emocions, hi hauria una gran possibilitat que realment el pogués ajudar. Però simplement desitjar que milloressin les relacions era prendre part en un joc arriscat, ja que Linus Pauling, el fabulós químic de Cal Tech, no estava subjecte a les normes del joc net britànic. Tard o d'hora Linus, que acabava de fer cinquanta anys, havia d'intentar guanyar el més important de tots els premis científics. No hi havia dubte que hi estava interessat. Els nostres primers principis ens deien que Pauling no podia ser el més gran de tots els químics si no s'adonava que el DNA era la més preciosa de totes les molècules. A més, hi havia una prova clara del seu interès. Maurice havia rebut una carta de Linus demanant-li una còpia de les fotografies de difracció per raigs X del DNA cristal·lí. Després de vacil·lar un xic, li va contestar dient que volia mirar millor les dades abans de permetre la publicació de les fotos.

Tot això era molt torbador per a Maurice. No s'havia passat a la biologia només per trobar-la personalment tan molesta com la física, amb les seves conseqüències atòmiques. La combinació de Linus i Francis bufant-li el clatell sovint li feia difícil agafar el son. Però almenys Pauling era sis mil milles lluny i fins i tot Francis estava separat per una distància de dues hores en tren. El problema, doncs, era Rosy. No es podia deixar de pensar que el millor lloc d'una feminista era el laboratori d'una altra persona. (*The Double Helix*. Cap. II, pp. 23-27.)

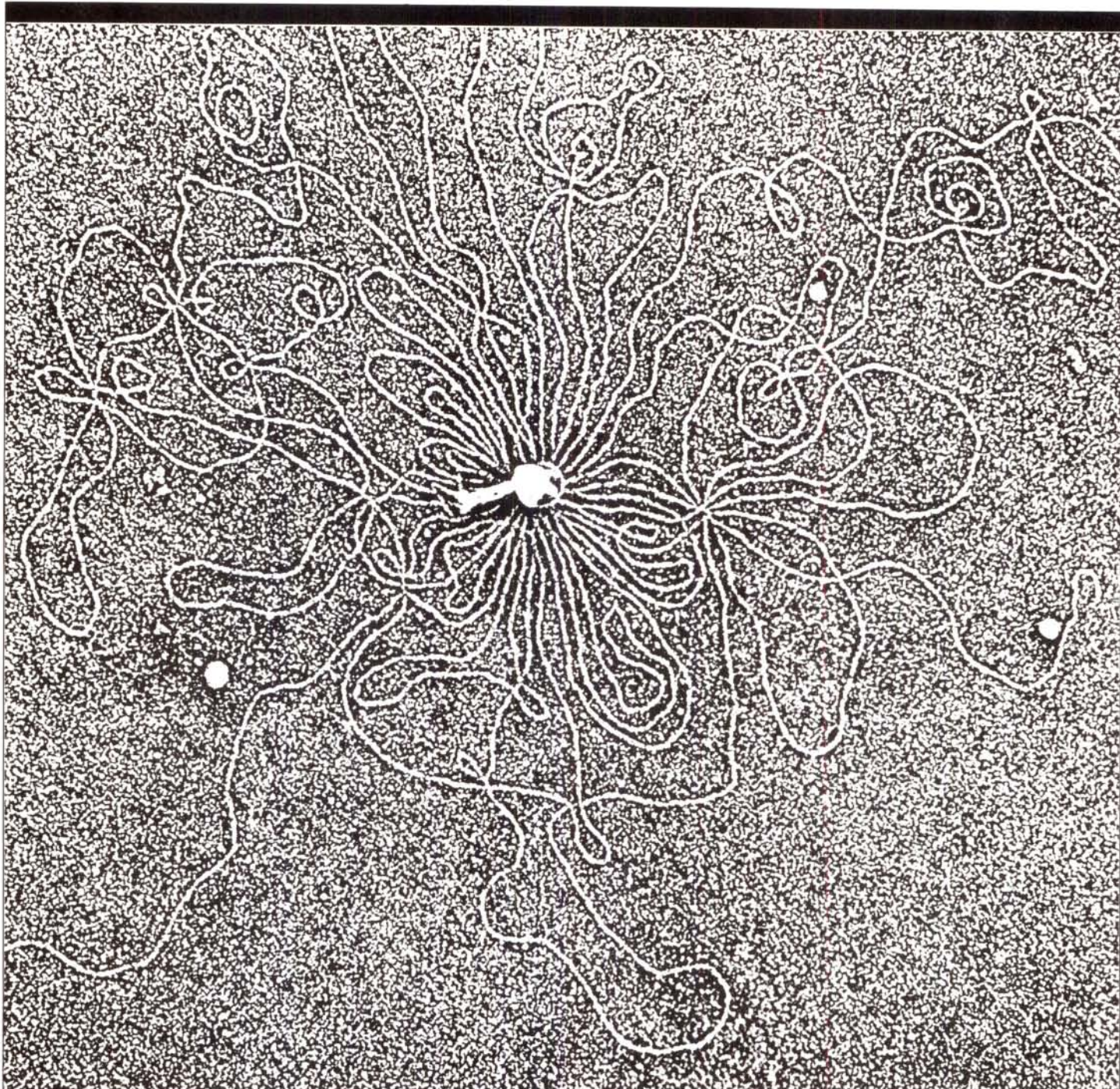
El DNA, centre de tot?

Des del meu primer dia al laboratori vaig saber que no me n'aniria de

Cambridge durant molt temps. Marxar hauria estat una idiotesa, perquè immediatament havia descobert que era divertit parlar amb Francis Crick. Trobar algú al laboratori de Max que sabia que el DNA era més important que les proteïnes era una veritable sort. A més, m'era un gran alleujament no passar tot el temps aprenent l'anàlisi per raigs X de les proteïnes. Les nostres converses a l'hora de dinar ràpidament es van centrar en com s'unien els gens. Al cap de pocs dies de la meua arribada, ja sabíem què fer: imitar Linus Pauling i batre'l en el seu propi terreny.

L'èxit de Pauling amb la cadena polipeptídica naturalment havia suggerit a Francis que els mateixos trucs podrien anar bé també amb el DNA. Però mentre ningú dels que el rodejaven no cregués que el DNA era el centre de tot, les possibles dificultats personals amb el laboratori del King's li impedien entrar en acció amb el DNA. A més, encara que l'hemoglobina no era el centre de l'univers, els anteriors dos anys que Francis havia passat al Cavendish no havien pas estat inútils. Continuament apareixien problemes relacionats amb les proteïnes que requerien algú amb afecció a la teoria. Però llavors, amb mi al laboratori sempre volent parlar dels gens, Francis ja no va tenir més les seves idees sobre el DNA en un racó del cervell. Tot i això, no tenia cap intenció de deixar el seu interès pels altres problemes del laboratori. Ningú no s'havia de preocupar si, passant unes quantes hores la setmana pensant en el DNA, m'ajudava a resoldre un problema molt important.

A conseqüència d'això, John Kendrew aviat es va adonar que jo no era probable que l'ajudés a esbrinar l'estructura de la mioglobina. Com que no era capaç d'obtenir cristalls grans de mioglobina de cavall, al principi tenia l'esperança que jo podria tenir-hi més traça. No va costar gens, però, de veure que les



Molècula de DNA d'un bacteriofag.

meves manipulacions al laboratori eren menys hàbils que les d'un químic suís. Unes dues setmanes després de la meua arribada a Cambridge, vam anar a l'escorxador local a cercar un cor de cavall per a una preparació de mioglobina. Si estàvem de sort, el deteriorament de les molècules de mioglobina que impedia la cristallització seria evitat congelant immediatament el cor del cavall. Però els meus subsegüents intents d'obtenir la cristallització no van pas tenir més èxit que els de John. Fins a cert punt, gairebé em vaig sentir alleujat. Si n'haguessin tingut, John em podria haver posat a fer fotografies de difracció per raigs X.

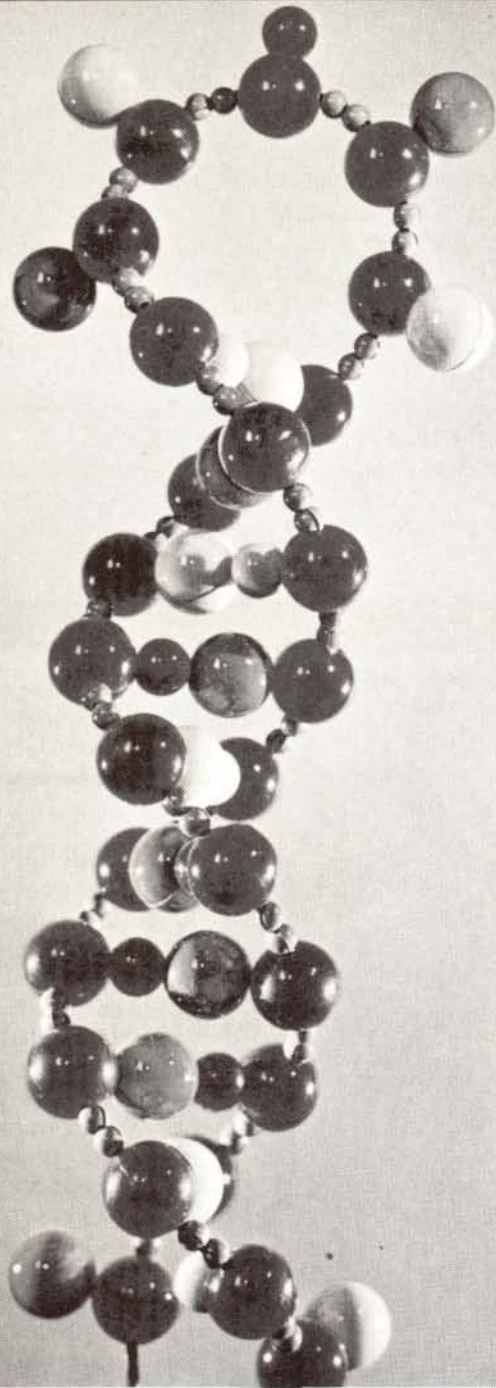
Així res no s'oposava que pogués parlar almenys unes hores cada dia amb Francis. Estar sempre pensant era massa fins i tot per a Francis i sovint, quan estava cansat de les seves equacions, sondejava els meus coneixements sobre bacteriofags. En altres moments Francis inten-

tava omplir-me el cap de fets cristal·logràfics, normalment assequibles només per mitjà de l'ardua lectura de revistes professionals. Especialment importants eren els rigorosos raonaments necessaris per entendre com havia descobert Linus Pauling l'hèlix- α .

Aviat vaig aprendre que l'èxit de Pauling era fruit del sentit comú, no pas el resultat d'un complicat raonament matemàtic. De tant en tant les equacions s'introduïen en la seva explicació, però en la majoria dels casos amb paraules n'hi hauria hagut prou. La clau del sucès de Linus va ser la seva confiança en les senzilles lleis de la química estructural. L'hèlix- α no s'havia trobat només estant-se a mirar fotografies de difracció per raigs X; el truc essencial, en canvi, era preguntar a quins àtoms els agrada col·locar-se a prop els uns dels altres. En lloc de llapis i paper, les principals eines de treball eren un conjunt de models

moleculars que recordaven lleugerament les joguines dels nens de pre-escolar.

Així, doncs, no veïem cap raó per la qual no haguéssim de resoldre el DNA de la mateixa manera. Tot el que havíem de fer era construir un conjunt de models moleculars i començar a jugar —amb sort, l'estructura seria una hèlix. Qualsevol altre tipus de configuració seria molt més complicada. Preocupar-se per les complicacions abans de veure si hi havia la possibilitat que la solució fos senzilla hauria estat una gran bestiesa. Pauling no va arribar enlloc buscant-se embolics. Des de les nostres primeres converses donàvem per segur que la molècula de DNA contenia un elevat nombre de nucleòtids enllaçats linealment d'una manera regular. Altra vegada el nostre raonament es basava en part en la senzillesa. Si bé els químics orgànics del laboratori d'Alexander Todd, veí del nostre, creien que aquesta era la disposició bà-



sica, estaven molt lluny encara de demostrar químicament que tots els enllaços internucleòtids eren idèntics. Si no era així, tanmateix, no veïem com les molècules de DNA s'ajuntaven per formar els agregats cristal·lins estudiats per Maurice Wilkins i Rosalind Franklin. Així, si no era que trobéssim bloquejat tot futur avanç, el millor sistema era considerar l'esquelet sucre-fosfat altament regular i buscar una configuració helicoidal tridimensional en la qual tots els grups d'aquest esquelet tinguessin entorns químics idèntics.

De seguida vam veure que la solució del DNA podia ser més difícil que la de l'hèlix- α . A l'hèlix- α una sola cadena polipeptídica (sèrie d'aminoàcids) s'enrotlla formant una disposició helicoidal que es manté subjecta per mitjà d'enllaços hidrogen entre grups de la mateixa cadena. Maurice havia dit a Francis, tanmateix, que el diàmetre de la molè-

cula de DNA era més gran del que ho seria si només hi hagués una cadena polinucleotídica (una sèrie de nucleòtids). Això li va fer pensar que la molècula de DNA era una hèlix composta formada per diverses cadenes polinucleotídiques enrotllades l'una al voltant de l'altra. Si era així, llavors, abans de començar seriosament la construcció del model, s'havia de prendre una decisió sobre si les cadenes estaven unides per enllaços hidrogen o per ponts salins que afectaven els grups de fosfats carregats negativament.

Va sorgir una altra complicació pel fet que en el DNA es trobaven quatre tipus de nucleòtids. En aquest sentit el DNA no era una molècula regular, sinó molt irregular. Això no obstant, els quatre nucleòtids no eren completament diferents, ja que tots contenien els mateixos components de sucre i fosfat. La seva singularitat estava en les bases nitroge-

nades, que eren o bé una purina (adenina i guanina) o bé una pirimidina (citosina i timina). Però com que els enllaços entre els nucleòtids només tenien a veure amb els grups de fosfat i sucre, la nostra assumpció que el mateix tipus d'enllaç químic unia tots els nucleòtids no era afectada. Així, doncs, en la construcció dels models donaríem per segur que l'esquelet sucre-fosfat era molt regular i l'ordre de les bases forçosament molt irregular. Si les seqüències de les bases eren sempre les mateixes, totes les molècules serien idèntiques i no existiria la variabilitat que havia de distingir un gen d'un altre.

Encara que Pauling havia obtingut l'hèlix- α gairebé sense l'evidència per mitjà dels raigs X, coneixia la seva existència i fins a cert punt l'havia tingut en compte. Conegudes les dades de la difracció per raigs X, ràpidament es descartaven una gran varietat de configuracions tridimensionals possibles per a la cadena polipeptídica. Les dades de la difracció per raigs X exactes ens ajudarien a progressar més de pressa amb la molècula de DNA construïda més subtilment. La sola observació de la fotografia de difracció per raigs X del DNA evitaria molts punts de partida falsos. Sortosament ja hi havia una fotografia mig bona en la literatura publicada. Havia estat feta cinc anys abans pel cristal·lògraf anglès W. T. Astbury i podia ser utilitzada per començar. Però la possessió de les fotografies cristal·lines de Maurice, que eren molt millors, ens podia estalviar de sis mesos a un any de treball. No podia deixar de tenir-se en compte el fet que les fotografies pertanyien a Maurice.

No es podia fer res més que parlar amb ell. Ens va sorprendre que Francis no tingués cap dificultat a convèncer Maurice que pugés a Cambridge a passar un cap de setmana. I no va haver-hi cap necessitat de persuadir Maurice perquè

La Biologia Molecular a (ciència)

- B.D. Davis: *Les ciències biològiques, avui*, N° 5/6, 1981
E. Giralt: *La nova biotecnologia*, N° 5/6, 1981
J. Cortadas: *Els principis bàsics de l'enginyeria genètica*, N° 5/6, 1981
A. Prevosti: *La manipulació genètica*, N° 10, 1981
E. Loechler, T. Mclellan, R. Parck, D. Shore, S. Thatcher i Ph. Youderian: *Significat del debat sobre el DNA recombinant per a la ciència*, N° 10, 1981
J. Serrasolsas: *Biotecnologies: de Pasteur al "biobusiness"*, N° 10, 1981
Editorial: *Els enginyers de la vida*, N° 10, 1981
A. Prevosti: *Sense selecció natural hi ha evolució biològica?*, N° 17, 1982
J.A. Menovsky: *La màquina de gens*, N° 19, 1982
A. Fondevila: *Un nou DNA*, N° 23, 1983

Estocolm, 1962, en ocasió de la concessió dels premis Nobel: Maurice Wilkins, John Steinbeck, John Kendrew, Max Perutz, Francis Crick i James Watson.

22 (350/Volum 3/juny 1983

ciència 28)



no volia que Rosy parlés per damunt de la meua facultat de comprensió. (*The Double Helix*. Cap. VII, pp. 46-53.)

El model de DNA és a punt

Maurice no va necessitar més que mirar-se el model un minut perquè li agradés. John ja l'havia previngut que era cosa de dues cadenes, unides pels parells de bases A-T i G-C, i per tant així que va haver entrar al nostre despatx va estudiar els detalls. El fet que tingués dues cadenes i no tres no el preocupava, ja que sabia que l'evidència mai no semblava ben definida. Mentre Maurice s'estava mirant en silenci l'objecte metàl·lic, Francis era al seu costat, parlant a vegades molt de pressa de quina classe de diagrama de difracció per raigs X produiria aquella estructura, però després va quedar completament mut quan va adonar-se que el que Maurice volia era mirar la doble hèlix, no pas rebre una lliçó de teoria cristal·logràfica que hauria pogut preparar-se ell mateix. No hi havia cap objecció a la decisió de posar la guanina i la timina en la forma cetònica. Fer-ho d'una altra manera destruïa els parells de bases, i ell acceptava l'argument de Jerry Donohue com si fos un lloc comú.

De l'imprevist dividend de tenir la participació de Jerry un despatx amb Francis, Peter i jo, encara que era obvi, no se n'havia parlat. Si no hagués estat amb nosaltres a Cambridge, jo encara potser estaria buscant una estructura d'elements iguals enllaçats. Maurice, en un laboratori desproveït de químics estructurals, no tenia ningú a la vora que li digués que tots els gravats dels llibres de text estaven equivocades. Si no hagués estat per Jerry, només Pauling hauria pogut fer l'elecció correcta i mantenir les seves conseqüències.

arribés a la conclusió que l'estructura era una hèlix. No solament era evident, sinó que Maurice ja havia estat parlant d'hèlixs en una reunió d'estiu a Cambridge. Unes sis setmanes abans que jo arribés, havia ensenyat fotos de difracció per raigs X del DNA que revelaven una marcada absència de reflexions en el meridià. Això era un tret que el seu col·lega, el teòric Alex Stokes, li havia dit que era compatible amb l'estructura d'hèlix. Donada aquesta conclusió, Maurice va sospitar que l'hèlix la formaven tres cadenes polinucleotídiques. Tot i això, no compartia la nostra creença que el joc de la construcció de models de Pauling resoldria ràpidament l'estructura, almenys no fins que s'obtinguessin més resultats amb els raigs X. En canvi, la major part de la nostra conversa va ser sobre Rosy Franklin. Ara ella li produïa més problemes que

mai. Insistia que ni tan sols Maurice mateix no havia de fer més fotografies de difracció per raigs X del DNA. Intentant posar-se d'acord amb Rosy, Maurice havia fet un mal negoci. Li havia lliurat tot el DNA ben cristal·litzat utilitzat en el seu treball anterior i havia consentit limitar els seus estudis a un altre DNA, que més tard va trobar que no cristal·litzava. S'havia arribat a l'extrem que Rosy no volia ni dir a Maurice els seus últims resultats. Maurice no podia saber com estaven les coses fins a tres setmanes després, a mitjan novembre. Llavors Rosy estava apuntada per donar un curs sobre el treball dels seus últims sis mesos. Naturalment em vaig alegrar molt quan Maurice va dir que jo seria ben rebut a la conferència de Rosy. Per primera vegada tenia un veritable motiu per aprendre un xic de cristal·lografia:



Rosalind Franklin.

el pròxim pas científic a fer era comparar seriosament les dades de difracció per raigs X experimentals amb la figura de difracció pronosticada pel nostre model. Maurice va tornar-se'n a Londres dient que aviat mesuraria les reflexions crítiques. No hi havia cap indicatiu de raucor en el seu to de veu i jo em vaig sentir molt alleujat. Fins a la seva visita m'havia fet por que semblaria trist, perquè li sabria greu que li haguéssim pres part de la glòria que li corresponia enterament a ell i als seus col·legues més joves que ell. Però no hi havia cap traça de ressentiment en la seva cara i, a la seva manera, estava completament emocionat que l'estructura resultés de gran profit per a la ciència.

Només feia dos dies que havia tornat a Londres quan va telefonar per dir que tant ell com Rosy trobaven que les seves dades de difracció per raigs X demostraven clarament la doble hèlix. Estaven fent ràpidament una relació dels seus resultats i volien publicar-los conjuntament amb la nostra comunicació dels parells de bases. "Nature" era el lloc adequat per a una publicació ràpida, ja que, si Bragg i Randall defensaven fermament els manuscrits, podrien ser publicats abans d'un mes a partir de la seva recepció. Tanmateix, no hi hauria solament una comunicació del King's. Rosy i Gosling farien l'informe dels seus resultats separadament de Maurice i els seus col·laboradors.

L'acceptació immediata del nostre model per Rosy al principi em va estranyar. M'havia fet por que la seva ment aguda i obstinada, agafada en la xarxa antihèlix feta per ella mateixa, hagués pogut sortir amb resultats impertinents que fomentessin la incertesa sobre la correcció de la doble hèlix. Això no obstant, com gairebé tots els altres, va veure l'atractiu dels parells de bases i va admetre el fet que l'estructura era massa bonica per no ser certa. A més, fins i tot

abans que conegués la nostra proposta, l'evidència de la difracció per raigs X l'havia anat obligant, més del que ella volia, a admetre una estructura helicoidal. La col·locació de l'esquelet a l'exterior de la molècula era exigida per la seva evidència i, donada la necessitat d'enllaçar les bases per mitjà d'hidrogen, la singularitat dels parells A-T i G-C era un fet que ella no veia cap raó per discutir. (*The Double Helix*, Cap. XXVIII, pp. 163-166.)

La publicació del treball a "Nature"

Durant els set dies següents van ser lliurats els primers esbossos de la nostra comunicació de la revista "Nature" i en van ser enviats dos a Londres per demanar observacions a Maurice i Rosy. No hi tenien cap objecció, llevat que volien que esmentéssim el fet que Fraser en el laboratori d'ells ja havia pensat en les bases enllaçades per hidrogen abans del nostre treball. Els esquemes de Fraser, fins aleshores no coneguts per nosaltres detalladament, sempre manejaven grups de tres bases, enllaçades per hidrogen al mig, moltes de les quals ja sabíem que eren en formes tautòmeres errònies. Per això, la seva idea no semblava que valgués la pena de fer-la ressuscitar per haver-la d'enterrar immediatament. Així i tot, quan Maurice va semblar contrariat per la nostra objecció, vam afegir-hi la necessària referència. La comunicació de Rosy i la de Maurice abraçaven més o menys el mateix camp i en cada cas interpretaven els seus resultats per mitjà dels parells de bases. Durant algun temps Francis pensava ampliar la nostra notificació per escriure extensament sobre les implicacions biològiques. Però finalment va veure la conveniència d'un comentari

breu i va redactar la frase següent: "No ens ha passat desapercbut que l'aparellament específic que hem postulat suggereix immediatament un possible mecanisme de còpia per al material genètic."

A sir Lawrence se li va ensenyar la comunicació gairebé en la forma final. Després de suggerir una alteració estilística de poca importància, va expressar amb entusiasme que estava decidit a enviar-la a "Nature" amb una bona carta de presentació. La solució de l'estructura donava una veritable satisfacció a Bragg. Era evidentment un factor el fet que el resultat sortís del Cavendish i no de Pasadena. Però més important era encara la inesperada naturalesa meravellosa de la solució i el fet que el mètode dels raigs X, que ell havia desenvolupat feia quaranta anys, era al centre d'una profunda visió íntima de la naturalesa de la mateixa vida.

La versió final estava llesta per ser mecanografiada l'últim cap de setmana de març. No teníem a mà la nostra mecanògrafa del Cavendish i vam donar el petit treball a la meua germana. No va haver-hi cap dificultat per convèncer-la a passar un dissabte a la tarda d'aquesta manera, ja que li vam dir que participava en l'esdeveniment potser més famós en biologia des del llibre de Darwin.

Francis i jo no ens movíem del seu costat mentre mecanografiava l'article de nou-cents paraules que començava: "Volem suggerir una estructura per a la sal de l'àcid desoxiribonucleic (ADN). Aquesta estructura té característiques noves que són de considerable interès biològic." Dimarts el manuscrit va ser enviat a l'oficina de Bragg i dimecres, 2 d'abril, va anar cap als editors de "Nature". (*The Double Helix*, Cap. XXIX, pp. 170-172.)

James D. Watson