

(agenda i crònica)



Barcelona, de gener a juny
"Curso de organización y gestión de la investigación" OGEIN-81

Organitzat per la Fundació de l'Institut Nacional d'Indústria i l'Escola Superior d'Administració i Direcció d'Empreses (ESADE). El curs està dirigit específicament a directius d'investigació i desenvolupament en les empreses i a directius de centres oficials d'investigació o responsables de planificació i foment d'aquesta, en organismes de política científica i desenvolupament tecnològic. El curs tindrà lloc als locals d'ESADE, avda. de Pedralbes, 60-62. Per a més informació podeu dirigir-vos al professor Pere Batallé, ESADE, avda. de Pedralbes, 60-62 Barcelona (34), Tel. (93) 203.78.00

Lleida, del 4 al 6 de juny
III Congrés Internacional
d'Història de la Medicina
Catalana

L'organitza la facultat de medicina de Barcelona, la Reial Acadèmia de Medicina de Barcelona, la Societat Catalana d'Història de la Medicina, el Col·legi de Metges de Lleida i l'Institut d'Estudis Ilerdenses. El congrés tindrà lloc a l'antic Hospital de Santa Maria de Lleida. La secretaria és al departament de medicina legal i toxicologia, carrer Casanova, 143, Barcelona (36) Tel. (93) 253.86.23.



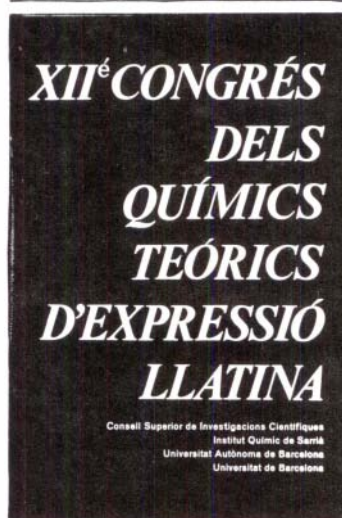
Barcelona, del 15 al 20 de juny
Acció a distància relativista. Aspectes clàssics i quàntics

Organitzat per la secció de física de la Societat Catalana de Ciències (Institut d'Estudis Catalans), Universitat de Barcelona i Universitat Autònoma de Barcelona: L. Bel (Inst. Henri Poincaré, París), *Predictive Relativistic Mechanics and Fiels Theory*; P.H. Droz-Vincent (Collège de France, París), *Multi-time formalism*; R. N. Hill (Univ. of Delaware, Newark): *The origin of the Predictive Relativistic Mechanics*; G. Longhi (Inst. Física Teòrica, Florència); *The Lagrangian approach to Relativistic Dynamics*; F. Rohrlich (Syracuse University, Siracusa) i I. Todorov (Inst. Recherches Nucleaires, Sofia): *Constraint Hamiltonian Dynamics*. Per a més informació podeu dirigir-vos a X. Fustero, J. Gomis i J. Llosa, departament de física teòrica de la facultat de física. Diagonal, 647, Barcelona, Tel. 33073111 ext. 296 i 297.

Barcelona, del 19 al 21 de juny.
Col·loqui sobre l'estudi de la cultura popular

L'organitza l'Institut Català d'Antropologia. A més a més de quatre ponències a l'entorn de l'estudi de la cultura popular, hi haurà un cinquè bloc que agruparà les comunicacions lliures. En aquest sentit es convoca els investigadors i els estudiosos interessats

a aportar comunicacions. Per a més informació, podeu dirigir-vos a l'Institut Català d'Antropologia, Urgell, 259, Apartat de Correus 24.067, Barcelona (36).

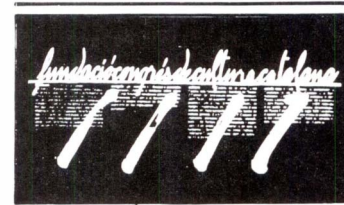


Barcelona, del 28 de setembre a l'1 d'octubre
XIIè congrés dels químics teòrics d'expressió llatina

Organitzat per l'Associació de Químics de l'Institut Químic de Sarrià, en col·laboració amb el Consell Superior d'Investigacions Científiques, Institut Químic de Sarrià, Universitat Autònoma de Barcelona i Universitat de Barcelona i presidit pel professor J.I. Fernández Alonso (Universitat de Madrid). Per a inscripció i més informació podeu adreçar-vos a: Emma Fernández, secretària tècnica del congrés, Associació de Químics I.Q.S., c/ Institut Químic de Sarrià, s/n, Barcelona-17, Tel. 203.89.00.

Beques d'ampliació d'estudis a l'estranger. Fundació Congrés de Cultura Catalana

Es convoquen, per al curs 81-82, cinc beques per a llicenciats o



doctors. Es concediran per als següents àmbits i països: matemàtica aplicada (país a proposar pel becari); dret financer (amb referència al desenvolupament autònom; país a proposar pel becari); medicina (país a proposar pel becari); agricultura (país a proposar pel becari); economia (Gran Bretanya). La durada de cada una de les beques serà de deu mesos i consistirà en una dotació mensual de 650 \$ EUA, més un viatge d'anada i un de tornada. El límit de presentació de sol·licituds serà el 30 d'abril del 1981. Per a qualsevol ampliació d'informació hom es pot adreçar personalment o per escrit a la Fundació Congrés de Cultura Catalana, c/ Mallorca, 283, Barcelona-37.



Tercer premi literari Centre Excursionista de Catalunya

Destinat a una obra inèdita que contribueixi a fer conèixer i estimar la natura als nois i les noies. L'import del premi és de 100.000 pessetes. Per al coneixement de les bases podeu dirigir-vos al Centre Excursionista de Catalunya. Club Alpí Català, c/ Paradís, 10 pral.

NOTICIARI CIENTÍFIC



GENERALITAT DE CATALUNYA

Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació
Tecnològica (CIRIT)

AJUTS A CURSETS ESPECIALITZATS A CELEBRAR A LA SEU DE L'INSTITUT D'ESTUDIS CATALANS

La Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica, que presideix el president de la Generalitat, Jordi Pujol i Soley, ha consignat **divuit ajuts** destinats a societats filials de l'Institut d'Estudis Catalans, o bé a llurs seccions.

Aquests ajuts consisteixen a sufragar les despeses dels viatges a Catalunya i d'estada al país durant uns quinze dies —a part d'una dieta de 3.000 ptes. diàries— a reconeguts especialistes, catalans o no, que resideixen a l'estranger; el camp de treball d'aquests científics, si és possible, hauria de tenir interès per al nostre país.

Dins dels pressupostos oficials d'enguany han estat consignades subvencions a les filials següents:

Institució Catalana d'Història Natural, tres ajuts: un a la Secció de Botànica, un a la Secció de Geologia i un altre a la Secció de Zoologia.

Societat Catalana de Biologia, dos ajuts: un destinat a les Ciències Biològiques i l'altra destinat a les Ciències Mèdiques.

Societat Catalana de Geografia, un ajut.

Societat Catalana de Ciències Físiques, Químiques i Matemàtiques, quatre ajuts: un a la Secció de Física, un a la Secció de Química, un a la

Secció de Matemàtiques i un a la Secció d'Enginyeria.

Societat Catalana d'Estudis Històrics, tres ajuts: un a la Secció d'Història, un a la Secció de Llengua i Literatura i un altre a la Secció d'Art i Arqueologia.

Societat Catalana d'Estudis Jurídics, Econòmics i Socials, tres ajuts: un a la Secció Jurídica, un a la Secció d'Economia i un a la Secció de Sociologia.

Societat Catalana d'Ordenació del Territori, un ajut.

Societat Catalana d'Estudis Litúrgics, Amics de l'Art Romànic i Societat Catalana de Musicologia, un ajut. La persona que s'hagi d'encarregar de fer aquest cursset serà proposada d'una manera conjunta pels presidents d'aquestes societats, en un acte presidit pel president de l'IEC.

Els científics convidats, els hauran d'escollir les societats filials i hauran de donar durant el seu sojorn a Catalunya un cursset especialitzat a la seu de l'Institut d'Estudis Catalans.

En el supòsit que aquests ajuts puguin ésser utilitzats aquest any per les societats abans esmentades, caldrà que la seva resposta sigui lliurada al Palau de la Generalitat, adreçada al vice-president de la CIRIT, abans del dia 30 de juny. L'organització del cursset anirà a càrrec de la societat filial corresponent i en el programa caldrà que figuri que la seva celebració ha estat possible gràcies a l'ajut o a l'encàrrec d'aquesta comissió governamental.

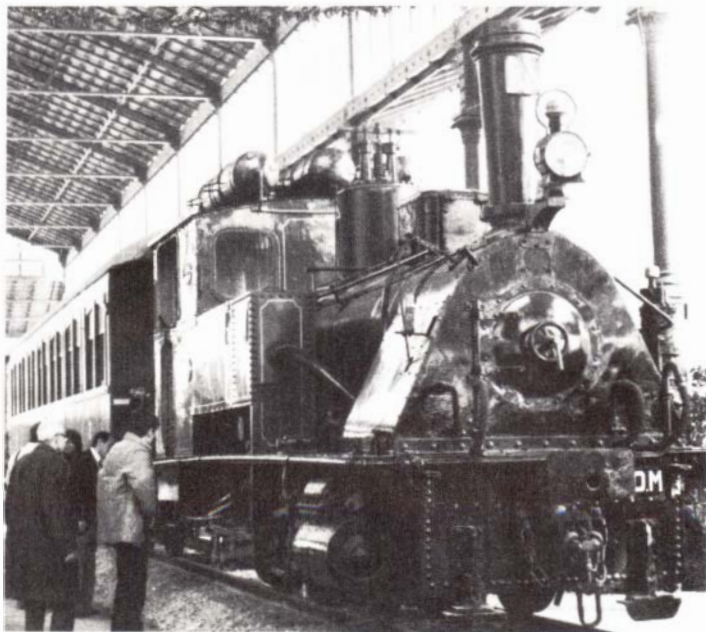
La possible publicació dels cursets —en el supòsit que llur natura i categoria així ho aconsellés— serà estudiada conjuntament entre la Generalitat i l'Institut d'Estudis Catalans. Sobre aquest punt, les societats filials haurien d'estar en contacte amb el seu delegat de l'IEC.

Barcelona, maig del 1981.

L'EMOCIÓ TECNOLÒGICA: ELS TRENS

13 La premsa diària ens diu que els primers quinze dies han passat més de cent mil persones pel Born de Barcelona per veure una exposició. I es tracta d'una exposició de trens i estacions!!

Caldrà abordar amb rigor el misteri de l'atracció que generen els trens en el si de la població. Constatem, però, i hem dubtat llargament a confessar-ho, que compartim la **tendresa** que inspiren els trens i el món que els envolta. El món dels trens és un dels pocs que han creat una solidaritat especial entre els qui hi són involucrats (potser caldria afegir-hi els portuaris o els miners...). Els trens, objectivament, no han estat mai gaire amables amb els ciutadans del món. Ben al contrari; han creat por i recels, soroll i fums,.... L'època del ferrocarril, l'era de la màquina de vapor fou la més negra (en el sentit literal) de la història. La brutícia i l'explotació foren les característiques de les primeres ciutats industrials, tal com assenyala Lewis Mumford. Però l'era del vapor fou paradoxalment també l'inici d'un alliberament parcial dels treballs físics més penosos; fou l'inici de les comunicacions més ràpides, quan, fins i tot, l'avenç del tren creava terres habitables per als ciutadans nord-americans (evidentment, els indígenes d'Amèrica no eren ciutadans...). La història del tren entre nosaltres començà ben aviat. El 1848, relativament poc després d'altres països del món, s'inaugurà la primera línia ferroviària de la península de Barcelona a Mataró. La xarxa peninsular es creà, però, sota unes condicions ben particulars: foren les companyies mines internacionals, interessades a treure ràpidament els seus productes del país les que construïren el nostre ferrocarril. El material que s'utilitzà i el que circulà fou importat de l'estranger de manera gairebé total. D'aquesta manera hi **hagué dues conseqüències** de les quals hom podria dir que no hem **escapat**: no es desenvolupà una indústria siderúrgica al servei del tren i, per consegüent, el ram del



metall hagué de malviure i ho continua fent en certa manera; per altra part, la xarxa que s'establí no fou inspirada per les necessitats de l'estructura productiva del país i, un cop l'explotació de les conques mineres fou considerada no rendible, les comunicacions ferroviàries deixaren de tenir sentit i fins i tot encara avui no s'han adaptat a les necessitats que de manera evident existeixen. Tot això, però, no és explicat a l'exposició del Born. Al Born hi ha tres tipus d'elements. Primer, una exposició del Centre Beaubourg de París sobre el paper social, estètic i cultural de les estacions. Una exposició que ha atret també milers de persones a París i Milà... Una exposició que pateix potser de la seva il·localització aparent en el temps i l'espai, encara que la marca de la cultura francesa hi és ben present. Els organitzadors, la Generalitat de Catalunya i l'Associació d'Amics del Tren i Renfe, sembla que ho compregueren. Així, han complementat l'exposició amb una mostra documental força completa del que són i han estat els trens i les estacions del Principat de Catalunya. Hom hi pot trobar documents gràfics sumament interessants que podrien ser recollits en una possible publicació. Però, a més, hom ha convocat els trens: dins del Born i a l'estació de França (els marcs no podien ser més adequats!) hi ha, silenciosos i majestuosos, els elements del ferrocarril —les màquines, els vagons, els tramvies, maquetes d'estacions,.... I més de mil sis-cents dibuixos fets per infants sobre el tema. Tot plegat, un **festival** no sols per als barcelonins, sinó per a tots els catalans que convergeixen al Born. Per bé que hi trobem a faltar elements crítics, més informació històrica i tècnica, l'exposició dels trens ha de considerar-se un dels esdeveniments de l'any. Els de (ciència) també hi vàrem anar...

(Montserrat Monistrol)

LA NOVA BIOTECNOLOGIA

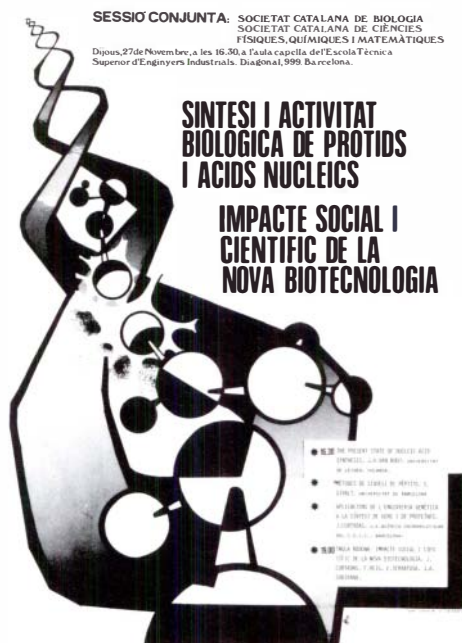
14 L'any 1975 la notícia va sorprendre fins i tot als ambients científics especialitzats: en el laboratori del doctor Khorana, als Estats Units, s'havia sintetitzat un gen. La síntesi química dels àcids nucleics ha avançat espectacularment aquests darrers deu anys; s'ha passat de la síntesi d'oligonucleòtids de dues, tres... quatre bases, a la síntesi de gens codificant la seqüència total de proteïnes, la qual cosa significa centenars, si no milers, de bases. El premi Nobel de química concedit l'any 1980 a Sanger i Berg és un reconeixement d'aquesta tasca, que no hauria estat possible sense el desenvolupament paral·lel dels mètodes de seqüència d'àcids nucleics desenvolupats per Gilbert i el mateix Sanger.

1) Malgrat el seu espectacular progrés, la síntesi d'àcids desoxiribonucleics (ADN) constitueix encara una parcel·la de la química de difícil conreu. La necessitat d'utilitzar grups protectors selectius per als grups alcohol primari i alcohol secundari, la manca de reactius que permetin l'encaix d'uns nucleòtids amb d'altres reaccions secundàries i la dificultat de purificar alguns intermedis de la síntesi són els principals motius pels quals la síntesi d'àcids nucleics amb elevat grau de puresa està encara molt lluny de constituir una tècnica de rutina. La síntesi d'àcids ribonucleics (ARN) encara presenta dificultats addicionals per la necessitat de protegir selectivament un altre grup hidroxil i per la menor estabilitat a la hidròlisi dels ARNs comparats amb els ADN.

2) Un dels avenços més importants d'aquesta segona meitat de segle, el constitueix sens dubte el coneixement del mecanisme utilitzat per la cèl·lula, concretament pel ribosoma, per a la síntesi de proteïnes. Inspirat probablement en aquest mecanisme, Bruce Merrifield publicà l'any 1963 el primer d'una sèrie de magnífics treballs en els quals desenvolupa tota una nova metodologia per a la síntesi de pèptids, compost d'estructura química anàloga a la de les proteïnes però de mesura més petita. La idea consisteix a utilitzar una matriu polimèrica sobre la qual s'encaixen, l'un darrere l'altre, els diferents aminoàcids que formen part de la molècula que es pretén sintetitzar. La utilització del suport sòlid facilita al llarg de tota la síntesi la separació del

producte desitjat de l'excés de reactius o subproductes que no hagin quedat ancorats sobre el polímer, separació que es fa simplement per rentat i filtració del suport polimèric. Acabada la síntesi es trenca l'enllaç que uneix el polímer i el pèptid, i aquest es purifica.

Passats ja disset anys, l'optimisme que inicialment van despertar els primers treballs de Merrifield ha quedat degudament matisat. Tot i les importants millores introduïdes en el mètode original per nombrosos laboratoris d'arreu del món, entre els quals el de Merrifield mateix, el mètode de "síntesi de pèptids en fase sòlida", com es denomina habitualment, resulta molt adequat per a la síntesi de pèptids de mesures moderades, fins a 20-40 aminoàcids segons la seqüència, però és incapaç de conduir a la síntesi de molècules peptídiques de grans mesures amb un elevat grau de puresa. Els intents de síntesi de molècules proteïques com ara la ribonucleasa (124 aminoàcids), i sense menysprear-ne la importància, cal considerar-los com a síntesi de mesclades de composts d'estructura similar a la de la molècula natural, però no com a síntesi de substàncies pures. Actualment som molts els laboratoris que treballen en el desenvolupament de mètodes de síntesi en fase sòlida, no de pèptids, sinó de fragments peptídics protegits que puguin ser convenientment purificats i encaixats finalment els uns amb els altres fins a arribar a la molècula pro-



SESSIÓ CONJUNTA: SOCIETAT CATALANA DE BIOLOGIA
SOCIETAT CATALANA DE CIÈNCIES
FÍSiques, QUÍMIQUES I MATEMÀTIQUES
Dijous, 27 de Novembre, a les 16.30, a l'aula capella de l'Escola Tècnica
Superior d'Enginyers Industrials, Diagonal, 999, Barcelona.

SINTESI I ACTIVITAT
BIOLÒGICA DE PROTEÏDES
I ÀCIDS NUCLEICS

IMPACTE SOCIAL I
CIENTÍFIC DE LA
NOVA BIOTECNOLOGIA

- TEMA: EL PRESENT STATE OF NUCLEIC ACID SYNTHESIS. LA NOVA BIOTECNOLOGIA
- TEMA: EL PRESENT STATE OF NUCLEIC ACID SYNTHESIS. LA NOVA BIOTECNOLOGIA
- TEMA: EL PRESENT STATE OF NUCLEIC ACID SYNTHESIS. LA NOVA BIOTECNOLOGIA
- TEMA: EL PRESENT STATE OF NUCLEIC ACID SYNTHESIS. LA NOVA BIOTECNOLOGIA

teica.
3) És possible modificar controladament el patrimoni genètic d'un individu? És possible utilitzar el metabolisme d'un procarionta per a produir a escala industrial un pèptid o una proteïna d'origen eucariota? La resposta encara és potser negativa, però canviarà en un futur immediat. La realització d'aquest tipus d'experiències requereix dos elements ben diferenciats: En primer lloc, l'utillatge adequat per a la modificació química de l'ADN; aquest utillatge, el constitueix tota una plèiade d'enzims, especialment els anomenats enzims de restricció, que ens permeten tallar, allargar, escurçar, unir... és a dir, modificar quasi a voluntat l'ADN. Avui dia es coneix vora de dos centenars d'enzims de restricció i molts d'ells són comercials, la qual cosa en facilita l'accés per part d'una gran varietat d'investigadors. En segon lloc cal un *vector*, és a dir, un agent encarregat d'introduir la informació continguda en la "nostra" molècula d'ADN dins la maquinària metabòlica de la cèl·lula i aconseguir la seva expressió, és a dir, aconseguir la síntesi de les molècules peptídiques que desitgem. En la major part d'experiències realitzades fins ara han estat els plàsmids els encarregats de dur a terme aquest objectiu.

Les limitacions en aquest tipus d'operacions encara són molt nombroses; a tall d'exemple podem assenyalar les següents:
a) L'origen de l'ADN: si som ca-

paços d'aïllar l'ARN missatger que codifica la síntesi de la proteïna en què estem interessats, utilitzant l'enzim transcriptasa reversa podem obtenir l'ADN corresponent. Aquest mètode, però, no és d'aplicació general. L'altra alternativa és la síntesi química de l'ADN, però, com hem comentat a l'apartat 1, encara és difícil; afortunadament no és imprescindible per a aquests propòsits disposar d'un ADN extremament pur, ja que a posteriori podem seleccionar genèticament els individus amb l'ADN desitjat. b) La necessitat d'introduir els senyals de control necessaris per a l'expressió correcta del missatge genètic: iniciadors, problema de la fase, etc... c) La discontinuïtat dels gens eucariotes si l'objectiu és la síntesi d'una proteïna d'aquest origen. d) La conveniència que la cèl·lula externalitzi la proteïna a mesura que la va sintetitzant. e) Un llarg etc. de petits i grans problemes per a molts dels quals ja es disposa de solucions si bé no representen ni de lluny, per descomptat, les solucions òptimes. Les ratlles precedents podrien resumir les principals conclusions de la reunió que, convocada per la Societat Catalana de Biologia i la secció de química de la Societat Catalana de Ciències, celebrarem el passat 27 de novembre un grup de químics, biòlegs i metges sota el títol genèric de "Síntesi i activitat biològica de proteïnes i àcids nucleics". El doctor van Boom, de la universitat holandesa de Leyden, desenvolupà el tema "The present state of nucleic acid synthesis", que correspon a l'apartat 1 dels paràgrafs anteriors. Qui escriu aquestes ratlles intentà cobrir el tema "Mètodes de síntesi de pèptids i proteïnes" (apartat 3). La segona part de la sessió va ser dedicada a una taula rodona sobre el tema "Impacte social i científic de la nova biotecnologia". El doctor Serratosà cridà l'atenció sobre el fet que la síntesi d'ADN, com a patrimoni genètic, no pot ser considerada com la síntesi d'una altra qualsevol substància pura orgànica; el conjunt de l'ADN d'un individu pot ser considerat com una molècula *única* i en la seva originalitat rau el principi d'identitat de cada individu. La doctora Reig il·lustrà amb exemples variats l'impacte de la síntesi de pèptids en la farmacologia moderna; sintetitzats als laboratoris de química orgà-

nica i potser produïts en gran escala a les "bioindústries" del futur, els péptids provoquen un gir de 90 graus en el tractament i diagnòstic d'una gran quantitat de malalties, des de la diabetis fins a l'esquizofrènia. El doctor Subirana comentà la incidència de la nova biotecnologia en diverses àrees científiques i industrials, especialment en el camp de la biologia molecular, on la disponibilitat de composts model "sintetitzats a mida" pot fer possible un coneixement més detallat d'alguns sistemes biològics de gran interès. El doctor Cortadas comentà tota la problemàtica sorgida de la necessitat d'un control adequat de les condicions d'experimentació en el camp de l'enginyeria genètica; després que els científics s'han posat d'acord sobre com cal treballar per tal d'evitar al màxim els riscos de contaminació, queda, però, una qüestió

oberta: ¿Hi ha garanties que l'ús que la societat donarà als nous descobriments serà el més adequat per a la humanitat? Quin ha de ser el paper del científic en el control de l'ús que hom fa dels seus descobriments? Ja durant el col·loqui final sorgiren noves preguntes que foren també analitzades i discutides. ¿No hi ha en l'escepticisme o en el pessimisme del científic un cert grau d'esnobisme? El doctor

Mezquita defensà una visió optimista pel que fa a les aplicacions mèdiques de la nova biotecnologia...

Havien passat gairebé cinc hores d'ençà del començament de la reunió i calia cloure-la. El col·loqui, però, resta obert.

(Ernest Giralt)

LA CONSTITUCIÓ DE LA COMISSIÓ INTERDEPARTAMENTAL DE RECERCA I INNOVACIÓ TECNOLÒGICA

15 El propassat onze de febrer se celebrà l'acte de constitució de la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació dependent de la Presidència de la Generalitat. La nostra revista féu públic un comunicat a la premsa que fou reproduït a alguns mitjans informatius i que diu:

"Declaració de (ciència) davant la constitució de la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica.

"(ciència), revista catalana de ciència i tecnologia, vol fer pública la seva satisfacció per la constitució, el propassat dimecres, dia 11 de febrer, de la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica de la Generalitat de Catalunya.

"Les paraules pronunciades en l'acte de constitució de la comissió pel president de la Generalitat, senyor Jordi Pujol, sobre la conveniència que la recerca científica passi a un primer pla en les prioritats del país i sobre la necessitat d'articular amb urgència una política científica al servei de la reconstrucció nacional de Catalunya són una esperança que Catalunya disposarà aviat dels mitjans necessaris per a sortir de la greu situació de subdesenvolupament científic i tecnològic en què es troba.

"La comunitat científica catalana, que, recentment, en la "Declaració sobre Recerca i Autonomia" expressava la seva preocupació sobre el futur de la ciència a Catalunya, haurà d'oferir sens dubte tot el suport i esforç il·lusionats amb vista a aconseguir la recerca científica i tècnica que el nostre país necessita."

La comissió és composta per les següents persones: Jordi Pujol,

com a president; Gabriel Ferraté, rector de la Universitat Politècnica de Barcelona, com a vicepresident; els vocals són: Ramon Pascual, director general d'Ensenyament Universitari del departament d'Ensenyament; Josep Bordas, director general de Política Industrial, Tecnològica i Energètica del departament d'Indústria i Energia; Alfons Ortuño, director general d'Impostos i Tributs del departament d'Economia i Finances; Albert Vilalta, secretari general tècnic del departament de Política Territorial i Obres Públiques; Josep Grifoll, secretari general tècnic del departament de Sanitat i Seguretat Social; Francesc Granell, director general de Promoció Comercial del departament de Comerç i Turisme; Josep Tarragó, director general de Promoció i Desenvolupament del departament d'Agricultura, Ramaderia i Pesca; Pere Navarro, cap del servei territorial a Girona del departament de Treball; Eduard Bonet, director de l'Institut d'Estadística i Documentació de la Generalitat; Joan Oró, president del Consell Científic i Tecnològic.

A continuació reproduïm íntegrament el text del discurs del president de la Generalitat, molt honorable **Jordi Pujol**:

"Voldria començar aquestes paraules tot afirmant que la ciència i la tècnica formen i han de formar cada cop més una part molt important de la cultura, de la cultura universal i de la cultura de Catalunya.

"La civilització, tal com la coneixem actualment, no es pot comprendre sense considerar els aspectes científics i tècnics que la configuren i la modelen.

"El coneixement i el mètode

científic, bases de la nostra cultura científica, influeixen de manera decisiva l'orientació intel·lectual, política, material i àdhuc moral de la nostra evolució. "Per assegurar el futur de Catalunya com a comunitat amb personalitat pròpia i continuïtat hem de vetllar pel seu to cultural i, per tant, per la qualitat del seu sistema educatiu i pel nivell i extensió del seu desenvolupament científic i tècnic.

"En aquest sentit, la tasca educativa no podria assolir els nivells de qualitat i d'autenticitat necessaris si no fem arrelar al nostre país una recerca científica i tècnica fonamentalment vinculada a les necessitats vitals de Catalunya. Per altra part, el nostre país s'ha d'enfrontar a una profunda transformació de les seves estructures econòmiques i socials per tal d'adaptar-se a la realitat d'un món en crisi. Aquest plantejament comporta, així mateix, que la recerca científica passi a un primer pla en les prioritats del país com a recurs vital per al manteniment del seu grau d'avenç i per tractar de millorar-lo.

"La recuperació de l'autonomia de Catalunya ha de recollir, necessàriament, els esforços que es feren en el passat en matèria científica.

Sempre que Catalunya ha disposat d'autonomia, sigui durant la Mancomunitat o bé en la Generalitat dels anys trenta, ha donat un fort impuls a la ciència, del qual potser la prova més palpable fou la creació de l'Institut d'Estudis Catalans.

"Aquesta importància que vàrem donar a la recerca en el passat ha d'ésser ara molt més gran quan estem reconstruint Catalunya,

donant-li l'estructura d'un país modern. La dedicació a la recerca científica dels catalans, ho demostren noms com August Pi i Sunyer, Eduard Fontserè, Pius Font i Quer, Pere Bosch i Gimpera, Josep Trueta i tants d'altres que han fet contribucions significatives a la ciència.

"Actualment, i des d'una situació d'escassetat primeres de matèries i de recursos energètics insuficients i cars, l'única viabilitat de Catalunya passa per una decidida política de foment de la recerca i de la innovació tecnològica. Així ho han comprès els països d'Europa que, tot i partir de situacions molt més avançades que la nostra, no paren de donar impuls als temes de recerca pura i aplicada, conscients de la seva importància per a la supervivència.

"Per realitzar una política de foment de la recerca hem de ser conscients que heretem una situació doblement deficitària. Per una banda ens trobem formant part d'un Estat que tradicionalment ha prestat una quasi nul·la atenció al tema de la recerca i al seu finançament. No ha comprès mai la importància real de la ciència i pressupostàriament ha concedit a la investigació un dels percentatges més baixos d'Europa, molt per sota del que tocava a un país de l'estructura econòmica d'Espanya. D'altra banda els pocs recursos materials dedicats a la recerca s'han acumulat a Madrid, deixant en una situació completament precària la resta de l'Estat, i per tant, també Catalunya.

"El primer d'aquests déficits s'ha agreujat aquests darrers anys quan després de no haver augmentat significativament les despeses de recerca que tot just han superat el 0,3 per cent pel producte interior

brut, s'ha passat a una situació alarmanant de falta de mitjans i de definició de perspectives.

"El segon dèficit és greu per a Catalunya, especialment perquè som un país industrialitzat. La nostra situació en aspectes de recerca i innovació tecnològica provoca greus interrogants a la situació de les nostres indústries de cara a l'entrada a la Comunitat Econòmica Europea. Cal tenir en compte que el desenvolupament industrial espanyol i en particular el català s'han fet a base d'importar tecnologia estrangera, com a conseqüència de la marginació de la nostra recerca bàsica i aplicada. Això ens ha conduït a la situació actual de forta dependència de l'estranger en aquestes matèries. L'Estatut de Catalunya contempla la investigació com una competència exclusiva de la Generalitat. Si bé en els traspassos dels serveis de recerca que faran realitat aquesta competència exclusiva ja treballa la comissió mixta de traspassos, hem de ser conscients que la nostra situació deficitària no quedarà solucionada miraculosament. Els traspassos ens permetran d'administrar i utilitzar millor els pocs recursos existents, permetent-nos alhora una bona coordinació amb la comunitat científica espanyola i internacional, i mai aïllant-nos d'ella com s'ha volgut fer entendre.

"Hem d'ésser conscients de la injustícia a què ha estat sotmesa Catalunya en l'atribució dels recursos destinats a recerca i per això cal que en efectuar-se les transferències es contemplin els recursos necessaris per a pal·liar la discriminació a què hem estat sotmesos. La solució als dèficits en matèria de recerca que pateix Catalunya ha de venir també de la nostra decidida política científica que empenyi l'Estat a realitzar despeses com a mínim tres vegades més grans, o sigui de l'1 per cent del producte interior brut, en els propers 5 anys.

"Aquesta comissió és una primera pedra per impulsar i establir l'estructura investigadora a Catalunya i haurà de reunir i coordinar els esforços investigadors de les distintes institucions i departaments, tot impulsant la recerca i permetent una òptima distribució i aprofitament dels recursos, així com vetllant perquè s'efectuï una avaluació dels resultats assolits. És per això que aquesta comissió ha de comptar amb l'assessorament de la comunitat científica i de les institucions de recerca, cosa que tindrà a través del Consell Científic i Tecnològic ja creat i de constitució propera.

"Molta és la tasca que haurà de fer aquesta comissió, comptant amb l'assessorament del Consell Científic i Tecnològic. Ens hem de preocupar de dotar Catalunya



d'una infraestructura de recerca adequada i hem d'assolir unes condicions d'entorn que facin la recerca desitjable i necessària.

"Una de les primeres accions de la Generalitat haurà d'ésser aconseguir que tota la infraestructura existent a Catalunya estigui en condicions de treballar amb normalitat i eficàcia. Caldrà establir una política de demanda de responsabilitats i aconseguir al més aviat possible la consignació de pressupostos mínims de manteniment de la nostra estructura investigadora.

"Ens haurem de preocupar de la comunitat científica. La tasca investigadora no es pot basar en una actuació marginal. S'ha de lluitar per unes condicions econòmiques dignes per als investigadors, en consonància amb la seva responsabilitat, experiència i lliurament a la tasca. La creació d'un ambient de treball estimulant són indispensables per a la consecució d'una política eficaç.

"La xarxa d'institucions científiques i la de serveis auxiliars tals com biblioteques i bancs de dades, centres de documentació, laboratoris d'anàlisi, d'assaig i de control hauran de rebre una especial atenció, tot vetllant per no tenir instal·lacions infrautilitzades.

"És aquest augment substancial dels recursos el que s'haurà d'aplicar a compensar els desequilibris territorials i el que haurà de permetre que Catalunya disposi dels mitjans necessaris per a sortir de la greu situació científica i tecnològica en què es troba.

"El remodelatge i l'expansió del nostre sistema investigador s'haurà de fer amb seny, tenint en compte les limitacions existents. Per una part les estructures de recerca i el personal investigador no s'improvisen; per l'altra, els pocs diners que gasta l'Estat no són lliures, sinó que en la seva major part s'empren a pagar personal o despeses corrents dels centres existents. De tota manera, el fet que Catalunya sigui tan deficitària en matèria de recerca representa una oportunitat única de crear estructures funcionals i posa una responsabilitat gran a les mans de la Generalitat. Una oportunitat com l'actual no tornarà a presentar-se en els propers cinquanta anys. Si no reeixim ara, probablement no reeixirem mai. Però també hem de ser conscients que els diners, si bé són necessaris, no ho són tot. Per arribar a sortir dels nostres dèficits hem d'aconseguir animar la nostra petita, però valuosa comunitat científica, a iniciar un esforç il·lusonat. I hem d'aconseguir aquesta animació mitjançant una inversió imaginativa i eficaç dels pocs recursos de què disposem. Aquesta necessitat d'emprendre accions encaminades a un clar i decidit suport a la recerca ja fou sentida pel Parlament de Catalunya en la resolució que va prendre per unanimitat el passat dia 2 d'octubre, impulsant la creació de l'Institut d'Investigació Aplicada. Aquesta necessitat va ser recollida i ampliada pel Consell executiu de la Generalitat i per donar-li compliment fou decretada la creació de la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innova-

ció Tecnològica que avui constituïm.

"Caldrà estudiar i impulsar mesures legislatives que facin que la recerca, en el món de la producció i dels serveis, sigui desitjable. Així, per exemple, mitjançant la promulgació de normes de qualitat i la creació de xarxes d'institucions que tinguin com a missió el control d'aquesta qualitat, o l'encoratjament del disseny i de la innovació a través d'una adequada política fiscal, d'estímul o d'ajut creditici.

"El desenvolupament d'una veritable acció investigadora queda totalment fora de les possibilitats d'un gran nombre de les nostres empreses. S'hauran d'establir tota una sèrie de mesures que capgirin aquesta situació. El foment de la cooperació entre les institucions públiques de recerca i el sector industrial i de serveis, la investigació cooperativa, l'establiment de sectors prioritaris a potenciar segons les seves possibilitats reals en els mercats interiors i exteriors, etc. són algunes de les vies que ens podran ajudar en aquest sentit.

"El món de la ciència i de la tècnica han d'ésser harmònics. En aquest sentit caldrà donar la importància necessària a les anomenades ciències bàsiques. El seu conreu a les universitats i centres d'investigació del país és vital, car, deixant de banda la seva importància intrínseca, el coneixement acurat i suficient aquestes és essencial per a accedir plenament als seus camps d'aplicació.

"Catalunya és un tot. Hem de fer una política descentralitzadora a tots nivells. Aquesta política haurà de tenir en compte que certs temes requereixen una concentració de mitjans, mentre que d'altres d'incidència directa sobre zones concretes aconsellaran la instal·lació dels centres de recerca a les pròpies comarques afectades. Les comarques no poden restar alienes a la tasca investigadora, tant pel que fa a activitats d'àmbit nacional com a les d'interès específicament propi.

"Insisteixo, però, que tots els mitjans necessaris i l'estructura més perfecta no seran eficaços si no hi ha la col·laboració i l'esforç imaginatiu de tots. Els polítics, des dels seus llocs al Parlament i al govern, i els investigadors, des dels seus llocs silenciosos, moltes vegades poc gratificadors, als laboratoris. Entre tots hem d'aconseguir d'arribar a uns nivells de recerca semblants als dels països als quals ens volem assemblar i que permetin fer avançar la ciència i que donin als sectors productius i de serveis, a l'agricultura, la indústria, les obres públiques, la sanitat..., la tecnologia necessària per a poder competir des de situacions cada vegada millors."

ELS PREMIS NOBEL

Cada any tots els mitjans de comunicació es fan ressò d'una manera prou àmplia de la concessió dels premis Nobel. Aquests premis s'atorgaren per primer cop el 1901 i han arribat a establir les principals línies d'avenç de la ciència mundial. Generalment s'han dirigit als camps més d'avantguarda, en els quals s'implica de manera més agosarada el coneixement del món. I per això el públic els acull amb una sensibilitat especial, la que potser cal enfront de l'espectacle de la recerca més avançada. Hi ha, en definitiva, una aurèola en el sentit que allò que els Nobel premien és coneixement científic. No ens prodrem estar de dir que la mateixa opinió pública ja ha tingut temps de relativitzar la cientificitat dels Nobel: hi ha, per exemple, els premis de la pau, alguns dels quals han estat, com a mínim, discutibles; el mateix podríem dir de molts premis de literatura. I, potser ja és obvi, hom podria dir el mateix dels premis científics: algun dia (ciència) encarregarà un article que faci el balanç dels Nobel dins el context dels grups dominants i la ideologia que sostenen, en l'àmbit de les institucions científiques mundials. Malgrat tot, i potser precisament per aquestes raons, cal fer-se ressò de la concessió dels premis Nobel.

Entre nosaltres, la referència als Nobel es limita per a la majoria a la notícia fugaç dels diaris i d'algun setmanari. Hem encarregat comentaris dels premis científics a diversos professionals catalans: han escrit, sobre el *premi Nobel de medicina*, Jordi Vives, cap del servei d'immunologia de l'Hospital Clínic i Provincial de Barcelona; sobre el *premi Nobel de física*, Pere Pascual, catedràtic de física teòrica de la Universitat de Barcelona; sobre el *premi Nobel de química*, Jordi Cortadas, investigador de la unitat de química macromolecular de l'Institut de Química Bioorgànica del CSIC.

EL PREMI NOBEL DE MEDICINA

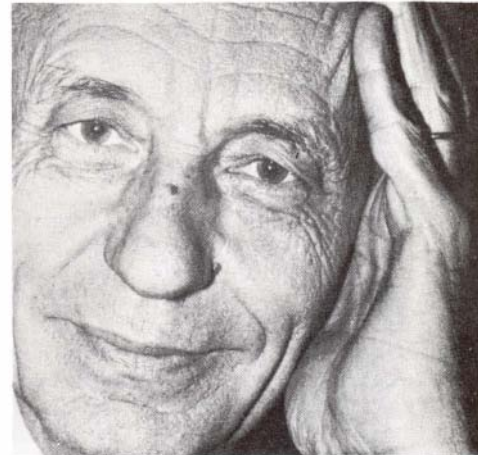
George Davis Snell



Baruj Benacerraf



Jean Dausset



Les diverses aportacions fetes per George Snell, Baruj Benacerraf i Jean Dausset sobre el control genètic de la resposta immune els ha valgut la concessió del premi Nobel de medicina d'enguany.

De bell antuvi sembla que les aportacions d'aquests autors estiguin totalment desconectades entre si. Això no és cert, car els descobriments fetes per aquests autors tenen una relació molt estreta i no haguessin pogut tenir lloc els uns sense els altres. Va ésser durant la dècada dels anys trenta quan Snell, tot treballant a Bar Harbour, EUA, observà com la implantació de tumors murins en els ratolins donava lloc, en alguns casos, a la mort d'aquests, mentre que altres ratolins rebutjaven el tumor. Fent una anàlisi genètica i estudis amb trasplantació de pell, Snell demostrà que els

tumors no eren rebutjats a causa de la presència d'antígens a les membranes de totes les cèl·lules i que eren codificats genèticament formant un sistema antigènic denominat H-2. A partir d'aquestes troballes, Snell va fer una sèrie d'interzigots que va anomenar *congenic resistant lines*. Poder disposar d'aquestes soques ha estat d'una gran utilitat en molts camps de la biologia, ja que es podien analitzar moltes variables en una població totalment homogènia.

Cap als anys seixanta, Benacerraf estudià la resposta immune d'aquestes soques enfront de diverses substàncies simples, i va veure que la capacitat de resposta immune era controlada genèticament i es transmetia segons les lleis mendelianes. Aprofundint en aquest camp va demostrar que no hi havia tan sols un control genètic de la capacitat de resposta,

sinó també de la capacitat d'induir la formació de cèl·lules supressores de la resposta immune. És a dir, hi havia un control genètic de la regulació del sistema immunològic. Mitjançant la utilització de recombinats genètics es demostrà que els gens reguladors de la resposta immune eren situats en l'interior de la regió cromosòmica que codificava el sistema H-2. En el mateix període de temps es comprovà que perquè tingués lloc la resposta immune era necessària una col·laboració cel·lular entre les diverses cèl·lules que intervenien en la resposta immune, és a dir, els limfòcits T, els limfòcits B i els macròfags. Aquesta col·laboració només pot tenir lloc si les cèl·lules posseeixen els mateixos gens de resposta immune. Es demostrà, doncs, d'aquesta manera el paper fonamental que juguen els antígens H-2 en el funcionalisme immu-

nològic i l'estret lligam que hi ha entre aquests antígens i el control genètic de la resposta immune. El fet que una trasplantació entre individus H-2 diferents indueixi a un rebuig d'aquesta va motivar que el sistema H-2 fos denominat el sistema principal d'histocompatibilitat. Posteriorment s'ha demostrat que sistemes antigènics semblants es troben a totes les espècies, àdhuc a les més primitives, i s'ha observat que, per exemple, les espores i els coralls necessiten tenir una identitat antigènica en les seves membranes perquè es pugui establir un contacte permanent entre les seves cèl·lules. És a dir, aquests sistemes antigènics deuen haver representat un avantatge positiu en el curs de l'evolució. L'home, en efectuar trasplantacions, ha pogut descobrir aquests antígens, i a causa dels seus efectes els ha anomenat histocompatibles. Però

hem de tenir en compte que la trasplantació és quelcom introduït per l'home i que no ha constituït mai cap pressió evolutiva. La denominació més correcta hauria estat la de sistema antigènic de reconeixement cel·lular.

L'any 1958, Jean Dausset, a París, descobrí el primer antígen d'histocompatibilitat en l'home. A partir d'ací es va anar definint

el sistema d'histocompatibilitat humà, denominat HLA i que és l'equivalent a l'H-2 murí. El sistema HLA és el sistema més polimòrfic existent en l'home i la forta associació d'alguns antígens d'aquest sistema amb moltes malalties autoimmunes és una prova indirecta que va a favor de l'existència en l'home de gens lligats al HLA, els quals serien reguladors

de la resposta immune. La gran heterogeneïtat de la població humana ha impedit que els coneixements en aquest camp avancesin amb la mateixa rapidesa que a d'altres espècies, com la murine on es disposa de les soques descrites anteriorment i produïdes per Snell. Totes les dades apuntades més amunt ens evidencien de nou com, malgrat que l'heteroge-

neïtat dels fenòmens biològics ens ha obligat a analitzar aïlladament els diversos processos, s'arriba a situacions en què per a poder avançar en el coneixement cal fer una labor de síntesi. És així com s'ha creat la immunogenètica, que és una disciplina que engloba una part de dos amplis camps de la biologia com són la immunologia i la genètica.

Jordi Vives Puiggròs

cap del servei d'immunologia de l'Hospital Clínic i Provincial de Barcelona

LA VIOLACIÓ DE LA SIMETRIA CP PREMI NOBEL DE FÍSICA

Enguany el premi Nobel de física ha estat concedit a James W. Cronin i Val L. Fitch pel descobriment de la violació del CP a les interaccions febles, que va tenir lloc l'any 1964 quan els físics esmentats, juntament amb els seus col·laboradors James H. Christenson i René Turlay, estudiaven la desintegració d'una partícula elemental, denominada kaó neutre, en un experiment realitzat en el Brookhaven National Laboratory, als Estats Units. És la nostra intenció explicar, amb el llenguatge més senzill possible, la importància d'aquest descobriment. D'ençà dels anys trenta d'aquest segle se sap que a la natura hi ha quatre interaccions o forces fonamentals. La més ben estudiada de totes elles és la interacció electromagnètica. Ja els grecs coneixien l'existència de fenòmens elèctrics i magnètics, però va ésser necessari esperar fins a principi del segle passat perquè Oersted demostrés que hi ha una relació entre els dos tipus de fenòmens. Els treballs d'Oersted i molts altres físics culminaren, en la segona meitat del segle passat, amb la teoria de Maxwell que explica de manera unificada totes les interaccions electromagnètiques. Posteriorment, Feynman, Schwinger i Tomonaga crearen, poc després d'acabada la segona guerra mundial, l'electrodinàmica quàntica, fonamentada en la quantificació de les equacions de Maxwell, i que és, sens dubte, la teoria més precisa de tota la física. En aquesta teoria la interacció electromagnètica entre dos electrons és deguda al bescanvi de fotons, els quals atès que tenen massa zero donen lloc a la força de Coulomb que disminueix molt lentament en augmentar la distància i se sol dir que aquestes forces tenen un abast infinit. És precisament el seu abast infinit la raó per la qual les forces electromagnètiques són conegudes des de fa molts segles. Avui dia sabem que són les responsables



James Watson Cronin

principals de tota l'estructura atòmica i molecular. El segle XVII, Newton va donar una fórmula per a descriure la interacció gravitatòria entre dos cossos. També ara la força és d'abast infinit, però són molt més febles que les interaccions electromagnètiques, de manera que quan les dues actuen simultàniament, les forces gravitacionals són totalment menyspreables. Per això la gravitació no té cap importància en l'estudi de l'estructura dels àtoms i de les molècules. No obstant això, són les responsables, entre altres coses, del moviment de tot el sistema solar, ja que ni el Sol ni els planetes no tenen càrregues elèctriques i per tant les forces electromagnètiques no actuen. El 1916, Einstein donà una versió definitiva de la seva teoria del camp gravitatori, la qual permeté explicar petites discrepàncies entre el moviment real dels planetes i el deduit de la llei de Newton. Molts aspectes d'aquesta teoria encara no han estat sotmesos a comprovació experimental. Avui dia sabem que per a explicar tots els fenòmens observats a la natura necessitem dos nous tipus de forces, que són d'un abast extraordinàriament curt i que per això no han estat descobertes fins aquest segle. Considerem, per exemple, el nucli d'un àtom de



Val Logsdon Fitch

carboni, que és compost de sis protons i de sis neutrons. Aquestes partícules s'atrauen entre si gravitacionalment, però les forces repulsives electrostàtiques entre els protons, que són molt més fortes, farien que aquest nucli fos inestable en contra de l'evidència experimental. L'única manera d'explicar la seva estabilitat és suposar que entre totes les partícules components del nucli existeixen forces atractives capaces de compensar la repulsió electrostàtica i per tant més fortes que aquestes. Les noves forces són una manifestació del que es denomina interacció forta. Aquesta és de l'ordre de cent vegades més intensa que l'electromagnètica i té un abast de l'ordre del radi nuclear, és a dir, una mica més de 10^{-13} cm. Aquestes són les forces dominants en l'estructura dels nuclis atòmics. Sabem que no tots els nuclis són estables i que molts d'ells es desintegren donant origen al que se'n diu raigs alfa, beta i gamma. Les desintegracions alfa són dominades per les interaccions fortes i electromagnètiques, mentre que les desintegracions gamma són degudes a les electromagnètiques. Per a poder donar compte de les desintegracions beta dels nuclis és necessari introduir unes noves forces que es denominen interac-

cions febles, ja que són més febles que les electromagnètiques, encara que molt més fortes que les gravitacionals.

Els últims deu anys s'ha avançat extraordinàriament en el camí d'entendre aquestes interaccions. L'any passat, el premi Nobel de física fou concedit a S. L. Glashow, A. Salam i S. Weinberg per haver formulat una teoria unificadora de les interaccions febles i electromagnètiques. La nova teoria, dita electrofeble, implica que no pot existir una d'aquestes interaccions sense l'altra. Les forces electrofebles són degudes al bescanvi de quatre tipus de partícules: el fotó, el mesó Z^0 i els mesons W^+ , dels quals solament el primer ha estat detectat en el laboratori. Els altres tres tenen una massa molt gran, de l'ordre de cent vegades la massa del protó, la qual cosa explica per què encara no han pogut ésser trobades i per què les interaccions febles tenen un abast molt més curt que les fortes.

També sabem ara que les interaccions fortes entre els protons i els neutrons són en realitat una manifestació indirecta d'una interacció més fonamental que té lloc entre els components d'aquestes partícules, que són els denominats quarks. La teoria que descriu la interacció forta entre els quarks es denomina cromodinàmica quàntica i tot just s'acaba d'iniciar. Les forces entre quarks són degudes al bescanvi de vuit partícules sense massa, denominades gluons. S'espera que sigui capaç de descriure observacions tan importants com el fet que els quarks es comporten pràcticament com partícules lliures a distàncies molt petites i que la força entre dos quarks creix en augmentar la distància entre ells, de manera que queden sempre confinats, és a dir, que els quarks no poden aparèixer com a partícules lliures. No entenem bé tot això i no sabem com deduir de la cromodinàmica quàntica la força observada entre un neutró i un protó, per exemple. Molt esforç s'està dedicant avui

dia per tractar d'aconseguir una teoria unificada de totes les interaccions, és a dir, trobar una teoria en què les forces esmentades siguin sols aspectes diferents d'una única força fonamental. Ja existeixen models, dits de gran unificació, en els quals s'unifiquen les interaccions electrofebles i la cromodinàmica quàntica. Una conseqüència d'aquestes teories és que el protó és una partícula inestable amb una vida mitjana molt llarga però a l'abast de les tècniques experimentals modernes. També és important fer notar que aquestes teories expliquen el fet que les càrregues elèctriques de totes les partícules siguin múltiples enters d'una càrrega elemental. Sembla que encara som lluny d'assolir una teoria totalment satisfactòria que unifiqui les quatre interaccions.

Quan en un procés físic es coneix la dinàmica que el governa és molt útil conèixer les simetries del sistema físic que s'estudia, ja que això acostuma a simplificar extraordinàriament el tractament matemàtic del problema. Així, per exemple, és molt convenient en estudiar el moviment del sistema Terra-Sol tenir en compte que el sistema és invariant sota traslacions i rotacions. En els problemes en els quals la dinàmica és mal coneguda o desconeguda és fonamental trobar les seves simetries, ja que aquestes poden ajudar molt a descobrir les lleis dinàmiques que els regeixen. No passarem revista a totes les simetries que són útils a la física, sinó només a aquelles que tenen una relació directa amb la violació de CP. Es diu que un sistema és invariant sota l'operació de paritat P si un procés i la seva imatge en un mirall són regits per les

mateixes lleis dinàmiques, o dit amb altres paraules, si preparam un sistema físic amb unes certes condicions inicials i al mateix temps preparam un sistema idèntic amb unes condicions inicials que siguin la imatge en un mirall de les primeres; aleshores els dos sistemes evolucionen de manera que en tot temps un d'ells és la imatge en el mirall de l'altre.

Durant molts anys es va creure que la paritat era una bona simetria de totes les forces que regeixen el comportament de les partícules elementals. Va ésser el 1956 quan els físics teòrics T.D. Lee i C.N. Yang, per tal de poder explicar alguns fets paradoxals al món de les partícules elementals, postularen que la simetria sota la paritat era violada en les interaccions febles i que a més a més la violació era la màxima possible, o sigui que a les interaccions febles té la mateixa importància el terme que conserva com el que viola la paritat. Resulta així que la desintegració beta d'un nucli no coincideix amb la seva imatge en un mirall. L'any següent, Wu i els seus col·laboradors confirmaren experimentalment la predicció de Lee i Yang i poc després aquests dos físics rebieren el premi Nobel. Una altra simetria de gran interès és la conjugació partícula-antipartícula. L'existència d'una partícula elemental implica la de la seva antipartícula, que té la mateixa massa i el mateix *spin* que la partícula original però que difereix d'ella en el fet que totes les seves càrregues són de signe oposat. En dir totes les seves càrregues vull dir tant la càrrega elèctrica normal com també altres càrregues menys conegudes, com és, per exemple, la càrrega bariònica. Solament quan totes les càr-

regues són nul·les, la partícula i l'antipartícula coincideixen, la qual cosa passa, per exemple, en el cas del fotó. Un procés en el qual la conjugació partícula-antipartícula C fóra una bona simetria seria tal que si hi intercanviéssim totes les partícules per les corresponents antipartícules les lleis dinàmiques dels dos sistemes serien idèntiques. Per exemple, la força electrostàtica repulsiva entre dos electrons és exactament la mateixa que entre dos antielectrons. En la teoria de Lee i Yang es postulava que no solament la paritat era violada al màxim per les interaccions febles, sinó que també succeïa la mateixa cosa amb la conjugació partícula-antipartícula, però en canvi es conservava exactament el producte d'elles CP; si el sistema no solament era reflectit en un mirall sinó que al mateix temps eren canviades les partícules per les corresponents antipartícules, els dos sistemes eren descrits exactament per les mateixes lleis dinàmiques.

Una conseqüència immediata de la invariància sota CP és que una partícula denominada kaó neutre que sol desintegrar-se en tres partícules, denominades pions, mitjançant les interaccions febles no es pot desintegrar mai en dos pions. Cronin i Fitch, juntament amb els seus col·laboradors, planejaren i realitzaren un experiment en el qual varen veure com la desintegració en dos pions també tenia lloc i per tant CP no és una simetria exacta de les interaccions febles. Contràriament al que succeeix en el cas de C i P, la violació de CP és molt petita, d'unes poques parts en mil. Avui dia tenim bona evidència experimental que tant C com P són

simetries exactes o almenys molt aproximades de les interaccions fortes i electromagnètiques.

Encara ens interessa considerar una altra simetria, que és la d'inversió temporal T; en un sistema de partícules elementals, la invariància sota T significa que si fem una pel·lícula del procés que té lloc, també la pel·lícula passada amb direcció contrària descriu un procés físic possible. Hi ha un teorema fonamental que assegura que en totes les interaccions el producte CPT deu ésser una simetria exacta. D'acord amb això, el fet que a les interaccions febles es violi CP implica que deu violar-se també T, la qual cosa avui dia ha estat comprovada experimentalment.

Durant molts anys els físics no han entès massa l'origen de la violació de CP i molts han cregut que era deguda a un nou tipus de força que s'ha denominat superfeble. Avui dia, la creença general és que aquestes forces no hi són i que la violació de CP té una explicació senzilla en el marc de la teoria electrofeble i que és conseqüència del fet que existeixen almenys dues partícules amb propietats totalment idèntiques a les de l'electró però de massa més elevada. Nous experiments hauran de determinar si això és realment així.

Aquesta violació observada de CP, així com la violació de la llei de conservació de la càrrega bariònica, que és implicada pels models de gran unificació, poden ésser els causants que un univers primitiu totalment simètric hagi evolucionat cap a un univers com el present en el qual sembla haver-hi un excés de barions. Per a veure si això és cert, possiblement haurem d'esperar un cert temps encara.

(Pere Pascual
catedràtic de física teòrica)

ELS PRINCIPIS BÀSICS DE L'ENGINYERIA GENÈTICA PREMI NOBEL DE QUÍMICA



a millor manera que hom té per a comprendre la concessió d'un premi Nobel a un determinat autor (almenys pel que fa referència a les ciències experimentals), és la de considerar aquest últim un representant de la disciplina en la qual treballa; és l'esforç dut a terme per la comunitat científica que la compon el que dona lloc a un avenç important en el coneixement: al meu parer, la legitimitat d'un Nobel és donada sobretot per aquest caràcter

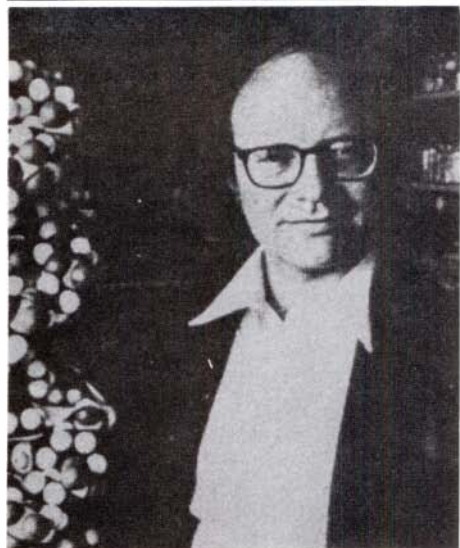
representatiu, ja que, en definitiva, la importància dels treballs d'un autor no pot posar-se de manifest sense tenir en compte la contribució de tots els altres especialistes. Des d'aquesta perspectiva, la concessió dels premis Nobel d'enguany a Paul Berg, Walter Gilbert i Frederick Sanger em sembla un bon encert. Tanmateix, com veurem, els treballs pels quals han estat premiats no poden ser valorats amb els mateixos criteris, ja que el caràcter dels treballs de P. Berg, d'una banda, i de

W. Gilbert i F. Sanger, de l'altra, és diferent. Els tres, però, han contribuït de manera essencial en el desenvolupament de la "nova genètica", que es fonamenta en el coneixement de la química de l'ADN.

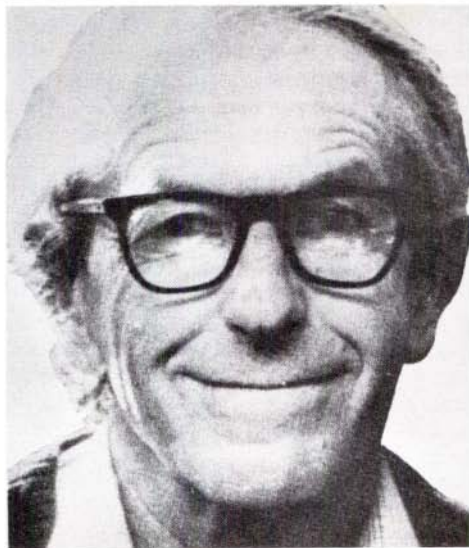
L'enginyeria genètica

Paul Berg i els seus col·laboradors són uns dels pioners del que s'ha denominat "Enginyeria genètica" o "manipulacions genètiques". Aquesta nova tecnologia es basa

fonamentalment en dos punts: 1) L'existència d'un utilatge enzimàtic i químic que permet manipular l'ADN; 2) L'existència d'una maquinària que permet reproduir en milions de còpies una sola molècula d'ADN. Dins d'aquest utilatge enzimàtic cal destacar, per la seva importància, els enzims de restricció. Aquests enzims tallen la molècula d'ADN en punts específics de la seva seqüència de nucleòtids. Així és possible obtenir una població de fragments de restricció d'ADN



Walter Gilbert



Frederick Sanger



Paul Berg

que és reproduïble tantes vegades com sigui necessari; només cal utilitzar els mateixos enzims i ADN de partida. Aleshores, hom pot agafar dos trossos d'ADN d'origen genètic diferent i ajuntar-los mitjançant d'altres enzims (les ligases).

S'obté, doncs, una molècula d'ADN híbrida formada per trossos d'ADN que mai no es troben junts de manera natural. Així, hom pot complementar dues o més informacions genètiques o bé fins i tot "crear-ne" una de nova. La seqüència d'ADN també pot haver estat modificada prèviament per mètodes químics o enzimàtics o, més habitualment, per la combinació d'ambdós. Utilitzant aquests tipus de manipulacions, P. Berg ha estudiat, per exemple, deficiències en l'ADN de SV 40 que feien el mutant inviable, però que podia ser estudiat gràcies a la unió d'aquest ADN amb un complement genètic que permeté la seva propagació i el seu aïllament. Aquest darrer punt va lligat a la segona part de tota manipulació genètica, la qual consisteix a disposar d'una maquinària necessària per a obtenir un nombre de còpies suficients d'aquesta nova molècula híbrida. Aquest pas és necessari perquè, en general, les quantitats utilitzades en la manipulació són insuficients per a estudiar-les detalladament.

L'amplificació d'una molècula híbrida es realitza unint-la amb un tros d'ADN "vehicle" que contingui informació suficient per a replicar-se de manera autònoma. Els vehicles més utilitzats avui dia són els plàsmids i els virus. Els plàsmids són molècules d'ADN circular que es troben en bacteris en forma d'episomes. Tan sols contenen uns pocs gens que els permeten replicar-se i

mantenir-se de manera autònoma utilitzant la maquinària estructural i enzimàtica del bacteri sense integrar-se en el cromosoma bacterià. També és important que aquests plàsmids portin marcadors genètics (com la resistència a determinats antibiòtics), els quals permeten que siguin detectats de manera ràpida en una determinada colònia bacteriana. Mitjançant la utilització d'un enzim de restricció és possible obrir la molècula circular del plàsmid en un determinat punt i unir-la al tros d'ADN que volem estudiar. Es forma novament una molècula circular que, en determinades condicions experimentals, pot ser introduïda a un bacteri. Gràcies a la capacitat autoreplicativa d'aquest plàsmid quimèric, hom pot obtenir-ne milions de còpies per cultiu del bacteri.

En el cas de la utilització d'un virus com a vehicle es construeix un híbrid substituint un tros de l'ADN del virus que no sigui essencial en la seva replicació i propagació per la molècula que volem estudiar. L'obtenció de les còpies es realitza transformant les cèl·lules hostes del virus i cultivant-les a gran escala.

Un punt clau: seqüenciar l'ADN

Utilitzant aquesta tecnologia podem estudiar qualsevol bocí d'ADN. Hom pot estudiar, doncs, l'estructura d'un gen, l'estructura i les funcions de seqüències implicades en la regulació d'aquests gens, o fins l'expressió de gens no bacterians en bacteris. Tot això no hauria estat possible, però, si no es pogués determinar de manera ràpida la seqüència de nucleòtids de qualsevol bocí d'ADN. Coneixent la seqüència d'un tros d'ADN amb informació

genètica és possible determinar exactament quina base o quines bases són importants per la seva funció i com una determinada modificació afecta la seva expressió. La importància que Walter Gilbert, per una banda, i Frederick Sanger, per l'altra, hagin posat a punt dos mètodes per a la determinació ràpida de la seqüència de l'ADN (200 a 300 nucleòtids en un sol experiment) és òbvia. Tanmateix, ambdós mètodes tenen aproximacions tècniques molt diferents.

El mètode d'A. Maxam i W. Gilbert és conegut com el mètode químic. Consisteix a utilitzar reactius que posseeixen les diferents propietats químiques de les bases i tallen l'ADN per aquest punt. La reacció es duu a terme de manera incompleta. Així s'obtenen molècules trencades pels diferents punts on es troba una de les bases, en comptes de ser trencades cada vegada que aquesta base apareix en la seqüència. Utilitzant quatre reaccions diferents, per a cada una de les bases s'obtenen quatre poblacions de molècules diferents. El marcatge radioactiu de l'altre extrem de les molècules permet detectar-les en un gel després de ser fraccionades per electroforesi. Cal tenir en compte que entre dues molècules hi ha un nucleòtid de diferència que correspon a dies bases iguals o diferents. Hom pot, doncs, llegir directament la seqüència en el gel anant de la molècula més petita a la més gran tot examinant les quatre reaccions alhora.

El mètode de Frederick Sanger i el seu grup (conegut com a mètode enzimàtic) consisteix a obtenir una còpia de la molècula original mitjançant un enzim (l'ADN polimerasa) que s'atura seqüencialment. Això s'aconsegueix substituint ocasionalment

un dels nucleòtids trifosfat per un derivat químic (un derivat di-deoxi o un aradinonucleòsid) per tal que l'ADN polimerasa pugui quedar bloquejada alguna de les vegades que es troba la corresponent base a la seqüència. D'aquesta manera s'obté una població de còpies amb llargàries diferents del mateix tipus que en el mètode de Gilbert, excepte que el marcatge es realitza sobre tota la molècula mentre es fan les còpies.

La seqüència es podrà llegir quan s'hagi fet l'electroforesi en gel com en l'anterior mètode.

Entorn del futur de l'enginyeria genètica

Com es pot veure, avui dia és molt fàcil manipular l'ADN. Mitjançant aquestes tècniques hom pot modificar sense gaires dificultats la informació genètica de genomes petits com són els virus, els bacteris, o fins de cèl·lules eucariotes en cultiu. També es poden produir proteïnes eucariotes en cèl·lules bacterianes. És a dir, els bacteris poden ser utilitzats com un reactor biològic de producció de proteïnes tan importants per a la medicina com la insulina, l'interferó, les vacunes... Aquesta tecnologia té grans possibilitats i pot resoldre molts problemes biològics i mèdics. Tanmateix, té els seus perills; perills que no són els de construir monstres, com massa vegades s'ha dit. Cal ser conscients que en un futur no gaire llunyà és probable que aquesta tecnologia s'utilitzi amb finalitats bèl·liques, de la mateixa manera com s'ha inventat la guerra bacteriològica. La responsabilitat que això no succeeixi no és problema exclusiu dels científics, sinó de tota la societat.

Jordi Cortadas

(investigador en la unitat de química macromolecular de l'Institut de Química Bioorgànica del CSIC)