fcri

Miquel Pairolí

Joan Oró

Joan Oró

Col·lecció Biografies

"Quan era adolescent ja volia estudiar l'origen de la vida..."

fcri Col·lecció Biografies

Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació

La Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació és una institució privada sense afany de lucre que té per finalitat disseminar la ciència i impulsar la investigació i la innovació per posar-les al servei de la societat del coneixement.

Col·lecció Biografies de la Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació

TÍTOLS PUBLICATS

- Ramon Margalef
- Fèlix Serratosa i Palet
- Jordi Sabater i Pi
- Joan Oró
- Antoni M. Badia i Margarit
- Manuel Cardona i Castro
- Lluís Santaló
- Miquel Batllori
- Oriol de Bolòs
- Martí de Riquer
- Creu Casas
- Josep Egozcue
- Manuel Ballester

Joan Oró

Miquel Pairolí

fcri
Fundació
Catalana per a
la Recerca i la
Innovació

Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació
Passeig Lluís Companys, 23
08010 Barcelona
Tel. 932 687 700

© Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació

Primera edició: octubre 1996
Segona edició: desembre 2022
Edició: Enciclopèdia Catalana, SLU
Fotocomposició: Marquès, SL
Impressió: GRUPO AKOMA
Dipòsit legal: B. 21903-2022
ISBN: 84-89570-09-4

Índex

Presentació 7
Pròleg 9
1. Orígens familiars. Els anys de la infantesa 13
2. Estudiant a la Universitat de Barcelona 27
3. Els anys de postgraduat 35
4. El doctorat. Professor a la Universitat de Houston 41
5. El descobriment de la síntesi de l'adenina a partir del cianur d'hidrogen 51
6. La vida dels cometes. La vinculació amb la NASA 59
7. El programa Viking d'exploració de Mart 67
8. Les propostes per tornar a l'Estat espanyol 75
9. Cinc converses amb Joan Oró 85
9.1. La societat nord-americana 85
9.2. L'estudi de l'origen de la vida 89
9.3. L'existència de vida extraterrestre 93
9.4. El paper de l'home a l'Univers 100
9.5. El coneixement científic 105
10. Epíleg 113

Resum del currículum *vitae* de Joan Oró
1. Títols acadèmics 121
2. Activitat docent i professional 121
3. Participació en comitès de recerca 122

4. Principals premis, honors i distincions rebudes 123
5. Congressos, simposis i cursets que va organitzar 124
6. Síntesi dels descobriments científics 126
7. Llibres i monografies 129
8. Articles científics publicats 131
9. Resums de comunicacions a reunions de societats científiques 162
10. Tesis doctorals dirigides 183

Presentació

El 2023 celebrem el centenari del naixement de Joan Oró, bioquímic extraordinari, lleidatà universal, que va desenvolupar la seva carrera principalment a la Universitat de Houston. La Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació (FCRI) va editar una biografia de la seva vida i obra l'any 1996. Aquesta segona edició de la seva biografia abraça fins a l'any 2004, quan va morir. Es veu complementada, doncs, amb un nou capítol sobre els seus darrers anys en què no va deixar de ser actiu i prolífic.

Malgrat ser un científic pioner en els avenços de l'astrobiologia a escala mundial, a partir de la dècada dels 1950 i en endavant, i haver contribuït decididament a aquesta disciplina quan el 1960 va descobrir la síntesi prebiòtica de l'adenina a partir del cianur d'hidrogen, mai no va oblidar els seus orígens ni la seva terra. Durant els anys 1970 va intensificar els contactes amb Catalunya i, amb altres, va tirar endavant nombroses iniciatives per al progrés de la ciència al nostre país. Entre les quals, va impulsar la creació de l'FCRI que es materialitzaria el 1986. El seu compromís amb Catalunya el va portar a ser diputat del Parlament de Catalunya en la primera legislatura.

En l'àmbit més personal el recordo com una persona extremadament tenaç, treballador incansable i amb una extraordinària voluntat de perfecció. La seva voluntat de saber, i a la vegada de compartir el coneixement, el feien una molt grata companyia per

a la conversa. Aquests mateixos trets el convertien en un gran comunicador i divulgador científic. Sabia transmetre la seva passió per la ciència allà on anava, alhora que l'estimació pel país el feia un gran ambaixador de Catalunya.

No sorprèn que la seva curiositat sobre l'origen de la vida el portés a explorar els límits de la matèria, l'Univers, els estels i la Lluna. Els interrogants sobre l'origen de la vida a la Terra han sacsejat moltes generacions. Per tot el que s'ha descobert fins avui, i per totes les incògnites que encara queden per revelar. Tenim la convicció que la carrera científica i experiència vital de Joan Oró és inspiradora per a tots els públics. Desitgem que aquesta segona edició dedicada al doctor Joan Oró desperti en vosaltres fascinació i interès d'un temps passat, i il·lusió i esperança per un temps futur.

Dr. Jordi Mas i Castellà
Director de la Fundació Catalana
per a la Recerca i la Innovació

Pròleg
A la 1a edició

El doctor Joan Oró és un científic rigorós i alhora un home popular, conegut. És una coincidència remarcable perquè no sol ser habitual que el treball i la personalitat dels homes de ciència, en aquest cas d'un bioquímic, per notables que siguin, tinguin fama més enllà dels cercles universitaris o professionals de la seva especialitat. A aquest fet hi han contribuït sobretot dos factors: la facilitat de comunicació del doctor Oró, la seva habilitat per parlar de temes científics amb mots planers i assequibles a profans i de saber convertir-los en qüestions atractives, i el fet que ha participat de primera mà, directament, en una de les empreses més fascinadores que s'ha proposat l'home en aquest segle: la investigació espacial.

Més ençà de la seva intervenció en el projecte Apollo, que va dur per primer cop a la història un home a la Lluna, i en el projecte Viking, que va suposar la primera exploració del planeta Mart, Joan Oró té una biografia que s'inicia a Lleida, el 1923, en una família menestral, i que el du, tres dècades després, fent un gran salt i després de circumstàncies diverses, a instal·lar-se als Estats Units, a Houston, com a investigador en bioquímica. És una trajectòria vital en què destaquen tres elements: la voluntat, el treball i l'atzar.

La voluntat. Joan Oró va renunciar a seguir l'ofici familiar de forner i a dur una vida resolta i còmoda per causa d'unes inquietuds intel·lectuals, en un principi mig filosòfiques i mig científiques,

després declaradament científiques, que l'esperonaven. Aquestes inquietuds, que a grans trets es podrien resumir en aquelles qüestions fonamentals i irresoltes de qui som, els homes, què ens constitueix i d'on venim, quins passos ha seguit la nostra evolució, han estat l'esquer de les investigacions de Joan Oró. Contribuir a esbrinar l'origen de la vida. En aquests mots es resumeix l'objectiu primordial de la seva labor investigadora, que ell va fixar-se ja de molt jove. Ara bé, a Oró, li va caldre una força de voluntat tenaç per anar vencent els obstacles que la vida li imposava per dur a terme aquesta intenció. De vegades va haver de cedir un pas per, més endavant, poder-ne avançar dos.

La biografia d'Oró presenta, doncs, un esforç de la voluntat, però també una constància en el treball, del qual pot donar una bona idea el currículum de publicacions que tanca aquest llibre. Aquests articles, sovint d'unes poques pàgines, sintetitzen moltes hores d'estudi i moltíssimes hores de laboratori, passades, això sí, amb la satisfacció de qui ha aconseguit treballar, dedicar la vida, a allò que l'apassiona.

Finalment, l'atzar. Disposar d'un atzar favorable, d'una dosi més o menys generosa de bona sort, és imprescindible a la vida per poder dur a terme allò que hom s'ha proposat. Si un dia o altre no es produeix aquesta combinatòria positiva dels factors, de vegades la voluntat sola no hi val. Joan Oró, en algun moment cabdal de la seva vida, també ha gaudit d'aquesta empenta alada i benefactora de la bona sort.

Aquesta biografia, doncs, que no pretén ser exhaustiva, que ha estat escrita amb esperit divulgatiu i tenint present que s'adreça a un lector no especialitzat, no pas exclusivament a científics, ressegueix la trajectòria vital del doctor Oró i, d'alguna manera, aspira

a completar, per al públic en general, la imatge que existeix del científic. És un fet que, més enllà del català que ha treballat per a la NASA, hi ha altres diversos aspectes científics que Joan Oró ha investigat, que no són tan coneguts i que també són fonamentals en la vida del bioquímic. És el cas, per exemple, dels seus descobriments en la síntesi d'aminoàcids o de les seves investigacions de l'estructura i els elements cel·lulars. De tot això en parlem en aquest llibre.

La base de la biografia han estat les converses que vam mantenir amb el doctor Oró, a més, naturalment, de la consulta de material escrit d'ordre molt variat, articles, entrevistes, etc. Voldria agrair, doncs, finalment, la generositat que va tenir Joan Oró d'explicar la seva vida a un desconegut, com era jo per a ell, aleshores, i tinc l'esperança que ara ja no ho sigui tant.

Miquel Pairolí
5 d'octubre de 1996

1. Orígens familiars. Els anys de la infantesa

El doctor Joan Oró i Florensa va néixer a Lleida el dia 26 d'octubre de 1923. Va ser el petit de cinc germans, l'únic nen. Les seves germanes es deien Joana, Maria, Rosa i Teresina. Els seus pares, tots dos originaris del Segrià, de les terres situades als límits amb les Garrigues, s'havien conegut i casat a Barcelona. La família paterna era d'Alcanó, dedicada a la feina de pagès. El pare del doctor Oró, que es deia Joan Oró i Vallverdú i que havia nascut el 1885, davant el fet de la nombrosa germanor que tenia, de les perspectives limitades que oferia el treball al camp i empès per un afany d'obrir-se camí a la vida, va marxar cap a Barcelona als primers anys del segle. Allà hi va aprendre l'ofici de forner i hi va treballar durant uns anys.

Va ser justament a Barcelona on Joan Oró i Vallverdú va començar a festejar una noia de Torrebesses, la qual havia conegut unes circumstàncies familiars similars —en particular pel que fa a l'abundància de germans— i havia seguit si fa no fa el mateix camí que Joan Oró i Vallverdú d'emigració cap a la capital catalana, on treballava d'assistenta. Aquesta noia, Maria Florensa i Rué, nascuda el 1883, seria la mare del doctor Oró.

Joan Oró, pare, i Maria Florensa es van casar a Barcelona, a la basílica de la Mercè, l'any 1910. Un cop casats, a Joan Oró i Vallverdú li rondava pel cap la idea de marxar cap a l'Amèrica del Sud, on comptava, essent home d'ofici, de poder-se guanyar bé la vida

i prosperar. A Maria Florensa, però, que se sentia més vinculada a la terra natal i que no posseïa l'esperit aventurer del seu marit, no li feia gens de gràcia el projecte. El matrimoni, però, coincidia a no voler restar a Barcelona i així, en lloc d'anar cap a Amèrica, a la fi van posar-se d'acord a tornar cap a les terres de Lleida, originàries de tots dos.

Abans d'instal·lar-se a la mateixa ciutat de Lleida, la família Oró Florensa va viure, en pocs anys, en diversos indrets de les comarques lleidatanes. Primer fou a Torrebesses, el poble de Maria Florensa, on, amb l'ajut de qui aleshores era l'alcalde de la població, van obrir un forn. Allà, el 1911, va néixer la primera de les filles del matrimoni, Joana. Després van anar cap a Torres de Segre, al Segrià, on en aquella època —parlem de la segona dècada del segle— s'hi estava construint un canal, per la qual cosa s'hi havien instal·lat colles de treballadors als quals calia abastar de pa. Allà els Oró van obrir un altre forn i, parlem ja del 1912, van tenir la segona filla, Maria.

Un temps després, els Oró van passar a viure i a treballar a la Bordeta, que és on van néixer els tres fills més petits del matrimoni: Rosa, el 1914; Teresina, el 1918, i Joan, el 1923. Quan va néixer Joan, el seu pare, per celebrar l'esdeveniment, exultant perquè havia tingut un noi, va fer coques i les va regalar a tothom qui en va voler.

EI doctor Oró, però, no té records ni d'aquest estatge familiar ni del següent, que va ser a tocar la plaça de Sant Joan, de Lleida, on els seus pares van regentar, durant un temps, una fonda, en la qual, a la planta baixa, se servia un menú de 2,50 pessetes als carreters, mentre que el dels negociants i viatjants, que s'oferia al pis superior, era de 5 pessetes.

El doctor Oró considera com a casa pairal la que fa cantonada entre els carrers Anselm Clavé i Comtes d'Urgell, a Lleida mateix. Als anys vint aquesta era una zona d'expansió de la ciutat de Lleida.

Joan Oró, pare, va comprar un terreny en la cruïlla d'aquests carrers, que tot just s'estaven traçant, i hi feu aixecar una casa que constava de baixos, entresol, dues plantes i terrat. A cada planta hi havia tres pisos. Aquesta va ser definitivament la casa familiar dels Oró i el lloc on el doctor Oró passaria gran part de la seva infantesa i una bona part de la joventut, descomptats els anys d'estudiant universitari a Barcelona.

Als baixos d'aquesta casa Joan Oró, pare, hi va obrir un forn —una «pastisseria», tal com és costum d'anomenar-lo a Lleida— a la qual va posar el nom de *Panaderia La Radio.* Era el temps —cap a finals dels anys vint— en què començava a popularitzar-se la ràdio i la pastisseria dels Oró va ser un dels primers establiments en què els clients podien disfrutar de música ambiental, gràcies a un altaveu, instal·lat a la botiga, que amplificava el so de la ràdio, situada al pis familiar.

A tocar de la casa dels Oró hi havia el col·legi dels Germans Maristes, que fou l'escola on el petit Joan Oró va aprendre les primeres lletres i on va seguir tot l'ensenyament primari. «Estic content de l'educació que em van donar els Germans Maristes —afirma—. En aquella escola hi vaig rebre una formació sòlida tant pel que fa al llenguatge, la gramàtica castellana, com pel que fa a l'aritmètica. A més, com que teníem un gran pati —que es veia des de casa— jugàvem a futbol i vaig arribar a ser capità de l'equip de futbol dels Germans Maristes, en la nostra categoria.»

Als estius, al temps de vacances escolars, al petit Joan Oró solien dur-lo a Alcanó, el poble patern. Allà vivia a casa d'una tia,

d'una germana de Joan Oró, pare, de nom Maria, casada però sense fills, que el doctor Oró recorda de forma particular per la bondat i el sentiment religiós que posseïa. D'aquests estius rurals en rememora en especial la feina de batre. «El batre, a mi, m'agradava molt. Batien amb cavalls, eugues o mules. Es ventava la palla, a la tarda, aprofitant el vent de garbí, que s'enduia el boll...»

Qui sap si aquesta atracció pel batre tenia una certa relació amb l'ofici familiar, de forner, que el petit Oró havia vist a casa seva, pràcticament de sempre. Com és lògic, les estones que aquell nen, fill de forner, no passava a l'escola o jugant amb els amics, les passava al forn, a la pastisseria de casa. Fou així, d'una forma pràcticament natural, que Joan Oró va aprendre l'ofici de forner. «A mi, de petit, ja em deixaven fer pa —recorda—. M'agradava molt de remenar per l'obrador. Em van posar un petit banc per poder arribar al taulell i així poder ajudar el pare a fer pa. D'aquesta manera vaig aprendre l'ofici de forner essent una criatura, per la meva voluntat, com a distracció, els dies que no anava als Germans Maristes.»

Era un coneixement que, anys a venir, li seria útil en diferents sentits, tant per guanyar-s'hi estrictament la vida com per, donats els peculiars horaris de l'ofici de forner, començar a especular sobre el cosmos, sobre l'Univers, a les matinades, contemplant les estrelles entre fornada i fornada. En parlarem més endavant.

Entre els fets de la infantesa del doctor Oró hi ha un altre record que té un sentit especial i que, passats els setanta anys, conserva amb gran nitidesa. No és estrany, perquè en aquella ocasió va veure de molt a prop la mort. Oró ho explica així:

«Jo devia tenir uns nou anys. Tenia un amic que es deia Pepito Menen. La seva família vivia en un dels pisos de casa. El seu

pare es dedicava al transport, amb un camió. Amb Pepito Menen jugàvem i rondàvem d'una banda a l'altra. Un dia vam anar fins una mica més amunt del pont del ferrocarril, construït sobre el Segre. Allà hi havia el que en dèiem *les comportes,* una presa que retenia l'aigua. Era l'estiu i el riu en duia poca, d'aigua, però hi havia uns clots fondos, unes gorgues de les quals no es podia calcular a simple vista la fondària. Jo encara no sabia nedar. Amb en Pepito Menen, però, vam decidir ficar-nos a l'aigua, que ens arribava a la cintura. Al cap d'una mica, ell va tornar a la ribera i jo vaig continuar caminant per dintre l'aigua. De cop i volta, sense adonar-me'n vaig caure en un d'aquells clots fondos que havia fet la mateixa aigua, en vessar de les comportes. Allà jo no tocava de peus a terra i em vaig començar a negar. M'esforçava a sortir-ne però només aconseguia fer un moviment amunt i avall de l'aigua, com fan els que s'ofeguen. El cos se'm va començar a omplir d'aigua. Va arribar un moment que ja perdia el coneixement. Aleshores vaig tenir una sensació estranya, única, que he recordat sempre més. Vaig veure una blancor pura, neta i vaig experimentar una gran sensació de benestar. Gens de dolor, gens de por, al contrari, una benaurança, una sensació indescriptible. És clar, com que als Germans Maristes ens havien donat una formació religiosa i ens parlaven del cel i tot allò, aleshores a mi em va fer l'efecte que ja me n'anava d'aquest món, però sense gens de desesperació, sense gens de recança. Després he sabut que tothom que s'ofega passa per una experiència similar, la visió d'aquesta cosa blanquinosa i una sensació de serenitat, de benestar que és vertaderament indescriptible. En Pepito Menen m'observava i no en feia cas. Es pensava que jo estava jugant. Finalment va comprendre què passava, es va tornar a ficar a l'aigua, em va donar la mà i va ajudar-me a

sortir d'aquella mena de pou que havia fet l'aigua de les comportes en caure. Ara, jo n'havia beguda tanta, d'aigua, que aleshores no em podia aixecar. Vaig haver d'anar una estona de quatre grapes.»

El juliol del 1936, quan l'adolescent Joan Oró tenia dotze anys, va esclatar la Guerra Civil. Aleshores ja havia començat a estudiar el batxillerat al vell Institut de Segon Ensenyament de Lleida, que era en un edifici molt antic del carrer de Cavallers. D'aquell institut el doctor Oró conserva un bon record del senyor Roca, que era rigorós en l'ensenyament de la Història. Però els anys de l'adolescència són temps de turbulències i encara més en aquells moments en què l'evolució personal coincidia amb una situació del país conflictiva i agitada.

En el record d'aquells anys que conserva el doctor Oró coincideixen elements molt diversos i oposats. D'una banda els jocs, més aviat violents, que practiquen els adolescents; la colla que formaven amb altres companys, com Isidor Terés, Emili Duro, Pepito Menen, Pere Sabater i altres i que se les tenien amb altres colles de vailets per les rodalies de Lleida, pel carrer de Comtes d'Urgell, cap a l'estació del tren, on en aquella època encara hi havia molts solars sense edificar, camps erms, amb séquies.

D'altra banda, l'adolescent Joan Oró començava a tenir unes preocupacions íntimes, a formular-se tot un seguit d'interrogants que més endavant influirien en la seva orientació personal i professional. «En els Germans Maristes —recorda— la formació religiosa era part essencial de l'educació, com corresponia a una escola catòlica, però a favor dels Germans he de dir que no ens ofegaven pas amb grans exigències ni dogmatismes. Ara bé, la formació catòlica, que d'altra banda també m'arribava a través d'algunes persones de la família, com la tia Maria, d'Alcanó, em va provocar

molts interrogants, moltes inquietuds, ja de molt jove, a frec de l'adolescència. Francament, no em satisfeien moltes de les explicacions que em donaven a l'escola per interpretar la realitat. Això és molt freqüent en aquesta edat, però a mi em provocava una frisança molt intensa. Em preguntava què hi faig jo en aquest món, per què m'han creat. Les respostes que em donava la religió no em convencien perquè no venien acompanyades de raonaments, eren respostes de catecisme, no pas filosòfiques. Això em va empènyer a buscar explicacions a les grans qüestions fonamentals de la vida en altres indrets, en llibres que no eren pas els de text, essent encara molt jove.»

Així, empès per aquesta voluntat de conèixer, per aquests enigmes que no li resolien les explicacions religioses, pels volts dels catorze anys, mesos endavant mesos enrere, el jove Oró va començar a comprar llibres on cercar aquestes respostes. Es començava a manifestar, així, una altra de les tendències que s'aniran reiterant en la vida del doctor Oró, com és l'autodidactisme, la voluntat i el gust d'aprendre per un mateix, al ritme que un s'imposa, amb l'ajut de llibres, naturalment, però sense l'esquematisme dels programes d'ensenyament i sense el filtre, de vegades positiu, però de vegades també carregat de prejudicis, dels professors.

Els llibres que comprava el jove Oró, en aquells anys, sovint encara no estava en condicions d'entendre'ls del tot. Era una voluntat de saber una mica magmàtica i desordenada, turbulenta, com és habitual a l'adolescència, que incloïa obres tan diverses com *El món com a voluntat i representació*, d'Arthur Schopenhauer o *La pluralitat dels mons habitats,* de Camille Flammarion, *L'origen de les espècies,* de Charles Darwin, o *La Història de la Creació,* de Haeckel.

Aleshores va arribar, doncs, la Guerra Civil, «Jo formava part d'una colla —recorda el doctor Oró— a qui ens van engrescar a defensar el país, a defensar Lleida contra els possibles invasors provinents d'Espanya i ens van encaminar a construir trinxeres, amb pic i pala. Caminàvem pel carrer com si fóssim soldats —tenia pels volts dels tretze anys—, marcant el pas, amb els pics i les pales a l'esquena i anàvem cridant "POUM, no passaran! POUM, no passaran!". El fet és que vam obrir unes trinxeres cap a la banda de Gardeny, un lloc ben especial, que ja havia vist, molts segles enrere, concretament a la primavera de l'any 49 abans de Crist, la batalla que van guanyar Juli Cèsar i els ilergetes a les tropes de Pompeu, durant una altra guerra civil. Aleshores nosaltres no ho sabíem, tot això, és clar, però també ens preparàvem per evitar una invasió...»

La Guerra Civil va tenir, però, també, d'altres caires més dramàtics que aquesta mobilització juvenil. Lleida va ser bombardejada a la primavera de 1938 i els Oró van decidir marxar de la ciutat i anar cap a Alcanó, el poble de la família paterna, on van viure durant nou mesos, en un mas, fins que les tropes franquistes van creuar el Segre i la guerra va continuar Catalunya enllà. «A Alcanó van entrar les tropes italianes que formaven part de l'exèrcit franquista —explica el doctor Oró— i el general que les manava va instal·lar-se a casa dels oncles, que era una de les més grans del poble. Els italians duien tancs i lluitaven pels plans d'Alfés. Recordo que quan tornaven al poble, després de les operacions militars, aquells joves soldats italians tremolaven, perquè contra ells havien vist lluitar homes a cos nu, amb bombes de gasolina, una mena de còctels Molotov, que se'ls apropaven als tancs i miraven de llançar-los els artefactes incendiaris a dintre. Aquells italians, que en

definitiva eren estrangers, i aquella guerra no era ben bé la seva, no entenien aquell patriotisme, aquella valentia, tant de menyspreu per la vida...»

Uns dies després d'haver creuat el Segre les tropes franquistes, els Oró, pare i fill, i una de les germanes, Rosa, van tornar a Lleida. Era Nadal del 1938. En arribar es van trobar que la casa familiar havia patit els efectes de la guerra. No havia pas estat devastada pels bombardejos però sí pels robatoris. La casa restava dempeus, però era buida, només quedaven les parets. Se n'havien endut tots els mobles de la botiga i dels pisos. Només restava la màquina de fer pa, perquè era molt pesant, i el forn, que era encastat a l'edifici. Res més, la resta s'ho havien endut tot.

Així, pare i fills es van posar amb resignació a la feina de tornar a bastir el forn i la casa. Van obtenir farina a crèdit i van començar a fer pa i a vendre'l, a reconstruir el negoci. Al mateix temps es van ocupar a tornar a aconseguir mobles i a fer habitable el pis. Quan van haver aconseguit els mínims, la resta de la família va tornar d'Alcanó. Així, el jove Oró, després del parèntesi d'Alcanó, encara va passar una bona temporada allunyat de les obligacions i la disciplina escolar, dedicat a treballar de forner i a reconstruir la propietat familiar.

Estava, però, en una edat decisiva de la vida i va haver de començar a triar el camí. «Acabada la guerra —diu— un cop ho vam haver estabilitzat una mica tot, amb el pare, va arribar el moment de prendre algunes decisions importants. Tenia cap a setze anys i es va plantejar un d'aquells dilemes crucials de la vida. La disjuntiva era posar-me a treballar de ple al forn o continuar estudiant. Jo havia anat comprant llibres, de vegades amb els diners que em donava la mare per anar al cinema. El pare, però, em volia deixar

el forn a mi, que jo m'hi quedés i el tirés endavant. Però, és clar, jo ja tenia unes altres preocupacions i no n'estava del tot convençut de passar-me la vida fent de forner. Durant un temps vaig compaginar els estudis i el treball al forn. A la fi, però, vam decidir que acabaria de fer el batxiller i el pare va agafar un aprenent, un xicot que es deia Francesc Oró, que més endavant es va casar amb la meva germana Teresina i que anys a venir van ser els que van continuar el negoci de pastisseria.»

Joan Oró, doncs, va tornar a la disciplina acadèmica i es va matricular a l'Institut de Segon Ensenyament de Lleida, que ja no era al vell edifici dels primers anys del batxillerat sinó en un edifici nou, l'Escola de Treball, que avui està a la cantonada dels carrers Pi i Margall i Alfred Perenya, no gaire lluny de la casa familiar d'Anselm Clavé, a la zona per on la ciutat de Lleida s'anava eixamplant.

Aleshores, a l'institut, Joan Oró va tenir un professor que va exercir una influència important a l'hora de concretar la vocació professional del futur científic i d'orientar-la. Era el professor de ciències naturals, Jordi Sirera, que va fer aficionar Oró a la biologia. «En aquells temps trobava que els filòsofs no donaven respostes satisfactòries a aquelles preguntes cabdals que em formulava des dels anys d'alumne dels Germans Maristes —explica el doctor Oró—. Cadascú defensava la seva posició i refutava la dels altres sense més base que el propi criteri. La filosofia em semblava una mena de prolongació de la religió. No es fonamentava sobre demostracions ni proves incontestables sinó que, d'alguna manera, també exigia fe per creure-hi. La biologia, en canvi, era una altra cosa, tenia uns altres fonaments i oferia unes altres certeses. Es basava en la ciència. Així que em vaig posar a estudiar biologia,

anant més enllà del que exigia el programa de ciències naturals, pel meu compte, seguint un impuls autodidacte. En aquell temps fins i tot vaig comprar ja alguns llibres de bioquímica, de Hally Burton i de Walther Löb.»

Va ser també en aquells anys que el jove Oró va bastir el seu primer laboratori. Inicialment va ser un laboratori fotogràfic, que amb el temps es va anar transformant en un laboratori de química. La fotografia va ser una de les primeres aficions del jove Oró, que disposava d'una càmera Agfa. Aquest laboratori estava instal·lat en una finca que Joan Oró, pare, havia comprat l'any 1936 a la carretera de Torrefarrera. Era una finca que feia vuit jornals i per la qual van pagar aleshores quinze mil pessetes.

Quan la família Oró la va adquirir, la finca estava molt deixada. Hi havia canyes i bardissa i l'envoltava una séquia on es podien pescar crancs i anguiles. A còpia de temps i de treball, pare i fill Oró, amb l'ajut d'un jornaler, ho van netejar i ho van transformar en terra de conreu. Hi van obrir desguassos i hi van muntar un sistema de canonades per regar. Hi van plantar perers, de pera llimonera, i hi van fer construir una casa, que a l'àmbit familiar van passar a anomenar «la Torre» i en la qual hi va anar a viure l'avi del doctor Oró, Joan Oró i Gort, que s'ocupava del bestiar que van posar a la finca, animals domèstics, com ara gallines, ànecs, porcs, una euga i fins i tot un esquirol. En aquesta casa va ser on el jove Oró va muntar el seu primer laboratori.

A més de la fotografia, les aficions del Joan Oró d'aquells anys es relacionaven més aviat amb la natura. De vegades anava a la cacera del conill, amb gos i bastó, amb el seu cosí d'Alcanó. D'altres, acompanyava el seu oncle, també d'Alcanó, que caçava amb furó. L'any de la fi del batxillerat, el 1942, en companyia dels companys

de la seva colla, que ja hem esmentat, van fer una excursió pel Pirineu, cap a Espot, cap al llac de Sant Maurici i els Encantats i cap a la vall d'Aran, que va durar una setmana i en la qual els en van passar de seques i de verdes.

D'aquells anys de final del batxillerat el doctor Oró conserva un bon record d'un altre professor, Josep Solans, que li va ensenyar matemàtiques i càlcul diferencial i integral. Solans era un savi de coneixements diversos i variats. Se sabia de memòria el *De bellum gallicum* de Juli Cèsar, en llatí. Tocava el piano amb habilitat i categoria. Així, amb el bon suport de Solans, l'estiu de 1942, el jove Oró va acabar el sisè de batxillerat, va enllestir el setè, va superar la revàlida i va aprovar a Barcelona el que aleshores s'anomenava l'«Examen d'Estat», prova que s'exigia per poder ingressar a la universitat.

Aquests anys 1941 i 1942 són fonamentals en la biografia del doctor Oró perquè, a més del que ja hem esmentat, es defineix de forma encara més nítida, més precisa, la seva orientació professional. L'atreia la biologia però va ser aleshores que el cercle es va tancar encara més i va delimitar el camp en què volia treballar, allò que volia experimentar. El doctor Oró no recorda el dia exacte, perquè els límits del temps són més esborradissos, però sí el lloc i les circumstàncies en què va veure amb claredat diàfana a què volia dedicar-se.

«En aquella època jo vivia preocupat, gairebé diria angoixat, per trobar una justificació a la vida en general i a la meva en particular. Aleshores recordo molt bé, amb gran exactitud en els detalls del lloc i de la situació, que un dia jo caminava pel carrer d'Anselm Clavé en direcció a l'estació i en passar prop de la cantonada del carrer del Carme, en un indret on hi havia un estanc,

en un moment precís, com si fos una inspiració, ho vaig percebre d'una forma clara i definitiva, rotunda. *Ja sé què faré, vaig pensar, em dedicaré a estudiar l'origen de la vida.* Veient que m'agradava la biologia, veient que hi havia una problemàtica que ni Darwin ni Flammarion ni altres no havien acabat de resoldre tot i que s'ho havien proposat, vaig pensar d'entrar de ple en aquest camp. A més, em vaig adonar ben clarament que no era una qüestió que em convingués afrontar mitjançant la filosofia, que la filosofia no em resoldria els dubtes, al contrari, que me'n crearia més. Havia de capbussar-me en la ciència. Vaig comprendre que si Darwin deia que els éssers més complexos venen dels més simples es tractava d'anar descendint fins a arribar al ser més senzill que pugui existir. Aleshores segur que arribaria a l'última pregunta: i bé, d'on surt aquest ésser tan senzill? Tot això és el que es tractava d'esbrinar. És clar, el raonament lògic és: aquest ésser o ha estat creat o és producte d'una continuïtat, d'un procés d'evolució que ha donat lloc a una criatura molt rudimentària de la qual han anat sorgint totes les espècies. Donant-hi voltes, aquesta darrera proposició em va semblar raonable i així se'm va obrir el camí. Tots els dubtes personals quant a què havia de fer se m'esvaniren. Aquell dia se'm va obrir el cel i aquella disjuntiva entre estudiar o fer de forner es va aclarir, tot decidint-me per la primera possibilitat, encara que les circumstàncies encara em farien retornar, anys a venir, a la pastisseria. Aquell dia, però, vaig saber que volia dedicar-me tota la vida a la biologia i a la química.»

2. Estudiant a la Universitat de Barcelona

Decidida l'orientació cap a la biologia i cap a la química, i amb la intenció de dedicar-se en particular a estudiar l'origen de la vida, el jove Oró va matricular-se el curs 1942-1943 a la Universitat de Barcelona, per seguir-hi la carrera de química que, dintre de les possibilitats que oferia la distribució de carreres universitàries d'aleshores, era la que s'ajustava més als seus interessos.

La decisió d'iniciar els estudis superiors va suposar un doble canvi en la vida d'Oró. D'una banda, representava començar a estudiar en una nova institució docent amb unes característiques i un funcionament molt diferents del que havia conegut fins aleshores. De l'altra, suposava marxar de Lleida, separar-se, per primer cop, de l'ambient familiar, per bé que el noi petit de la família Oró va anar a viure a casa d'una de les seves germanes, Joana, que era casada amb Eugeni Tamarit i vivien a Cornellà de Llobregat. Des d'allà l'estudiant cada dia es desplaçava fins a la Universitat de Barcelona amb bicicleta, a través d'una Diagonal a penes sense trànsit de cotxes.

L'adaptació a la vida d'universitari va ser un xic desconcertant per al jove Oró, fins al punt que als primers mesos només pensava que arribés Nadal per tornar cap a Lleida. A la universitat, al primer curs de química, hi havia una gernació d'alumnes matriculats. A l'entorn de dos-cents, dels quals, cinc anys després acabarien la carrera només trenta i escaig. S'hi donaven assignatures de biolo-

gia, de física, de química general, etc. D'aquests primers cursos el professor més destacat en el record del doctor Oró, el més competent, és Isidre Polit, de física. Estudiar en aquelles condicions, però, no era agradable. A més hi havia la qüestió de l'enyorança. «Era la primera vegada que havia passat una temporada llarga separat dels pares i de la gent de casa. M'enyorava. A més, ja havia vist com anava la universitat. Així, quan va arribar Nadal vaig decidir d'agafar les maletes —me n'havia endut set, amb el laboratori de fotografia i tot— i tornar cap a casa. Però me les vaig deixar a la consigna de l'estació del Nord pensant que ja me les durien. L'endemà, més les van portar. No en sabia gaire d'anar pel món, aleshores. Va passar Nadal i Cap d'Any i em vaig quedar a Lleida, a estudiar pel meu compte, i quan va tocar vaig presentar-me als exàmens com si no hagués deixat Barcelona. Ningú no s'havia adonat de la meva absència a classe. Com que a primer curs no hi havia pràctiques, això es podia fer. Vaig passar el curs sense problemes. Sempre he pensat que hi ha moltes coses que es poden estudiar per part d'un mateix, sense necessitat de professors, fent un exercici de responsabilitat. De vegades fins i tot resulta més profitós.»

Al curs següent, però, superat el cop del primer contacte amb la universitat i de l'allunyament de casa, el jove Oró ja es va instal·lar a Barcelona i va seguir regularment els cursos successius de la carrera. Durant aquests anys va viure primer en dues pensions, una al carrer de Muntaner i una altra al carrer d'Urgell. Després va viure al carrer d'Anglesola, a casa d'una altra de les germanes, Maria, vídua d'Ignasi Guiu i casada, per segona vegada, a Barcelona, amb Modest Clavé.

Els entrebancs sovint representen un estímul, provoquen el sobreesforç necessari per superar-los si es disposa de força de vo-

luntat. Així no és estrany que un entrebanc específic, com fou un suspens en l'assignatura de química analítica, provoqués en el jove Oró un tal afany de superar-lo que va acabar convertint-lo en un especialista en el treball de laboratori. «Aquell suspens, que em va donar un professor que es deia Capitán —recorda el doctor Oró—, em va afectar molt, tant que fins i tot, amb un mecanisme psicològic habitual a la joventut, vaig arribar a pensar a suïcidar-me. Jo em plantejava els estudis amb molta exigència i trobava que aquell suspens era una gran injustícia, si més no atenent al meu esforç. Per a mi era tan important arribar a fer el que volia, a estudiar allò que m'havia proposat, que aquell suspens em va donar un gran disgust i em va deixar molt desorientat. Aleshores vaig reaccionar, però, pel cantó positiu i el suspens encara em va estimular a prendre'm els estudis amb més rigorositat. De manera que a l'estiu em vaig construir un laboratori al terrat de casa, al carrer d'Anselm Clavé-Comtes d'Urgell, i allà em vaig dedicar a aprendre química analítica a fons, tot sol, dedicant-hi moltes hores.»

Superat aquest escull, el jove Oró va anar completant la carrera de química amb regularitat i amb bones qualificacions. Entre els professors que va tenir en els cursos superiors valora en especial Josep Pasqual Vila, de química orgànica; Ibarz, de química general i fisicoquímica, temut per la seva exigència; o el professor Vericat, que era un home amb un sentit de l'humor una mica particular, que es dirigia a l'alumnat amb l'expressió: «Señoras y caballos...».

«La química que vaig aprendre a la Universitat de Barcelona —afirma el doctor Oró— va ser una bona química, un ensenyament de prou qualitat si es consideren les condicions d'aquella universitat i d'aquella època. D'això me'n vaig poder adonar amb

claredat anys més tard, als Estats Units. Hi tenia molt a veure el fet que els manuals que s'usaven a la Universitat de Barcelona eren textos clàssics, sobretot alemanys, traduïts al castellà. Al darrer curs vam estudiar química orgànica amb tractats de Pablo Karrer i de Holleman-Richter, traduïts de l'alemany, i amb un text anglès, el Fieser & Fieser, escrit per uns professors de Harvard, on, els que vam voler, vam aprendre molt.»

A la Universitat de Barcelona d'aleshores no es podia estudiar bioquímica com a especialitat, que hauria estat l'opció escollida pel jove Oró. Davant d'aquesta impossibilitat Oró concentrava l'esforç a aprendre sobretot química orgànica, que era, a més, la seva assignatura preferida. Aleshores la bioquímica existia com a assignatura en algunes carreres, com ara medicina i farmàcia, orientada, però, a l'aplicació preferent en aquests camps. La bioquímica no va formar part de la carrera de química fins anys després, a la dècada dels cinquanta, gràcies a la dedicació del professor Fernando Calvet.

A més d'estudiar química, el jove Oró estudia, durant aquests anys universitaris, la llengua alemanya. El seu interès per l'alemany venia del temps de l'Institut de Lleida. Ja aleshores, amb gramàtiques i manuals, havia començat a estudiar alemany pel seu compte i fins i tot s'havia subscrit a una revista alemanya, *Die Naturwissenschaften.* Quan es produeix la decisió d'estudiar bioquímica, aquest interès per l'alemany es va accentuar, ja que en els anys trenta i quaranta els principals treballs d'aquesta ciència es publicaven en llengua alemanya i era a Alemanya on la investigació en bioquímica havia arribat més enllà. El predomini de l'anglès, com a llengua vehicular de la comunitat científica internacional, i el lloc capdavanter dels Estats Units en la investigació bioquímica no es

van consolidar fins després de la Segona Guerra Mundial, amb el triomf de les armes aliades i la destrucció d'Alemanya.

Així, en els anys d'estudiant universitari, Joan Oró va ampliar els seus coneixements d'alemany tot assistint a classe a Barcelona amb una professora alemanya que s'havia exiliat del seu país, fins al punt que aleshores Oró va arribar a llegir i a parlar correctament aquesta llengua.

Aquests anys que van del 1942 al 1947 i que Oró passa estudiant la carrera de química a la Universitat de Barcelona van tenir, a més, altres fets molt rellevants en l'esfera privada, íntima, de Joan Oró. En primer lloc es va produir la mort de la mare, l'11 de febrer de 1944. Maria Florensa va morir tot seguit d'una intervenció quirúrgica, com a conseqüència d'una embòlia cerebral. La mort de la mare va ser un cop dur per al seu fill, separat de la família, a més, per causa dels estudis a Barcelona. «Em va afectar molt la mort de la mare, que va ser tan inesperada perquè ella encara era prou jove. A més, la intervenció no era tan greu que fes témer per la seva vida. Però la fatalitat va passar i quan jo tornava a Lleida des de Barcelona i em trobava que ella no era a casa jo no m'ho creia, no ho podia entendre. Aquesta sensació estranya em va durar molt de temps. Em va costar molt fer-me càrrec de la mort de la mare.»

La vida, però, en el seu contrapès de ventures i tragèdies, continuava i així va ser també en aquells anys, fins i tot abans que morís la mare, que Oró va fer coneixença de qui seria la seva esposa, Francesca Forteza i Gasol, una persona que anys a venir esdevindria fonamental per a la seva vida i per al desenvolupament professional del científic, el suport segur i amorós, en l'àmbit privat, de la projecció pública i laboral del doctor Oró.

Francesca Forteza, que va treballar com a mestra tant a Catalunya com als Estats Units, era de les Borges Blanques, filla d'una família en què el pare era originari de Mallorca, on conservaven força parents. El pare es deia Jaume Forteza i Aguiló, dos cognoms que no deixen dubtes sobre la vinculació illenca de la família. L'estudiant Joan Oró va conèixer Francesca Forteza —que aleshores també era estudiant però a l'escola de la Sagrada Família de Lleida— gràcies al fet que una de les germanes d'Oró, Rosa, tenia amistat amb la família Forteza, fins al punt que van proposar a Francesca de ser la padrina de la filla de Rosa, que es diria Núria. El padrí nomenat fou el jove Joan Oró. El bateig va ser el juliol de 1943.

Tot i aquesta coincidència, més o menys provocada per les famílies, l'enamorament entre Joan Oró i Francesca Forteza no va ser a primera vista. Va passar un temps en què l'estudiant Oró fins i tot va festejar més o menys amb una cosina de Francesca, de nom Isabel i molt atractiva, a la qual aquell estudiant de química a la Universitat de Barcelona trametia cartes d'amor. Les cartes que responia Isabel les escrivia en realitat Francesca —que tenia més instrucció que la seva cosina—, per indicació d'ella. Va arribar un moment en què es va aclarir tot l'embolic i en què els sentiments van anar orientant-se en la direcció en què finalment havien de consolidar-se, de forma que Joan Oró i Francesca Forteza van començar un nuviatge formal, amb moltes passejades pel Terrall de les Borges Blanques, que acabaria en casament el maig de 1948, prop d'un any després que Joan Oró es llicenciés en química a la Universitat de Barcelona.

En aquells anys d'estudiant, Oró va haver d'afrontar també les obligacions militars. Aleshores els universitaris tenien la possibilitat de complir el servei militar de forma fraccionada, als estius,

sense interrompre, així, els estudis. Aquesta fou l'opció triada per Oró, que va repartir el servei militar en diversos períodes que van tenir lloc a Lleida i a Campdevànol.

En un d'aquests períodes Oró va caure malalt i va ser operat d'un abscés a l'hospital militar de Lleida i posteriorment, com que la primera intervenció no havia estat del tot reeixida, fou operat de nou a la Creu Roja. El fet no és irrellevant perquè aquesta malaltia va impedir que Oró hagués d'anar a combatre els maquis a la Vall d'Aran, els quals, fent incursions des de França, havien aconseguit de controlar alguns poblets de la vall. Era la incertesa en què es vivia en el Pirineu en aquella època de postguerra. L'operació militar contra els maquis, a la qual va ser destinada la unitat a què pertanyia Oró, va provocar diverses baixes, tant entre l'oficialitat com entre la tropa, principalment a causa d'un enfrontament en el poble de les Bordes.

L'última part del servei militar Oró va complir-la a Campdevànol, on havia estat destinada la unitat en què llavors era enquadrat. Cansat de l'ociositat de la vida militar, Oró va marxar de Campdevànol cap a Lleida, fins i tot abans d'haver obtingut la llicència, sense que el fet tingués conseqüències disciplinàries ni de cap altre ordre.

Així, enllestits els deures militars, acabada el 1947 la carrera de química a la Universitat de Barcelona, amb el projecte imminent de casar-se, el jove Oró va trobar-se, als 24 anys, en una d'aquelles cruïlles de la vida en què és fonamental que la vocació rebi el suport de les circumstàncies per tal que tot vagi pel camí desitjat. Aquesta coincidència, en el cas d'Oró, no va ser fàcil ni immediata, encara havien de passar uns anys d'incertesa, de temptejar diversos camins fins a trobar el que havia de ser definitivament el seu.

3. Els anys de postgraduat

Llicenciat en química el 1947, casat el maig de 1948, instal·lat altre cop a Lleida, a la casa familiar, Joan Oró va haver de plantejar-se la forma de rendibilitzar la carrera que havia estudiat i d'obrir-se camí a la vida. D'aleshores són alguns intents que no van acabar de reeixir. Així, amb un company, Emili Duro, que també havia estudiat química, i amb un altre xicot que es deia Andrés Andreu, van muntar una petita fàbrica de sabó prop del pont de Torrefarrera. Oró recorda amb ironia que el sabó que fabricaven, a partir de l'oli d'oliva, era massa bo, sobretot per a les exigències de l'època. El projecte se'n va anar en orris.

Després, formant companyia amb Emili Duro, els va sortir la possibilitat de muntar un laboratori per fabricar productes destinats a la indústria farmacèutica. Un empresari que posseïa una petita fàbrica de productes de perfumeria se'n va anar al Brasil i va vendre el negoci a un preu assequible. Duro i Oró van demanar cadascú quaranta mil pessetes a les seves famílies —que aleshores era una quantitat prou apreciable— i van adquirir la indústria, en la qual hi havia aparells d'acer inoxidable de bona qualitat.

Entrats en relació amb la indústria farmacèutica, Duro i Oró van rebre l'encàrrec d'un dels laboratoris més importants de Barcelona de produir una substància anomenada àcid mandèlic, bastant senzilla d'elaborar, que era usada com a antisèptic uretral, per combatre infeccions d'orina.

Els dos joves químics van estudiar la manera de produir l'àcid mandèlic. Es necessitava benzaldehid i cianur d'hidrogen, el qual s'havia d'obtenir a partir del cianur sòdic i l'àcid sulfúric. S'operaven dos passos més i s'obtenia l'àcid mandèlic. Duro i Oró s'havien compromès a vendre el producte a la meitat del preu que aleshores anava a Espanya. Quan havien aconseguit fabricar-ne ja més d'un quilo van rebre un telegrama de la companyia farmacèutica que els l'havia encarregat en què s'anul·lava la comanda tot dient que havien contactat amb una companyia txecoslovaca que els oferia l'àcid mandèlic a un preu encara inferior. Això va suposar la fi de l'empresa incipient dels dos joves químics lleidatans, que no van atrevir-se a demanar més diners a les seves famílies per seguir comprant productes bàsics i per intentar noves operacions.

Així, Joan Oró es va tornar posar a treballar de forner en el negoci familiar, durant tres anys, procurant de fer alguns estalvis per si tenia ocasió d'enfocar la vida cap a una altra direcció, perquè encara li anava rondant pel cap l'antiga idea de dedicar-se a estudiar l'origen de la vida. El forn el regentaven el pare i la germana de Joan Oró, Teresina, i el cunyat, Francesc Oró, casat amb Teresina.

A l'àmbit familiar dels Oró, durant aquests anys, es van produir diversos fets remarcables. D'una banda el naixement dels tres primers fills del matrimoni format per Joan Oró i Francesca Forteza: Maria Helena (1948), Joan (1950) i Jaume (1952). El més petit dels fills, David, neixeria el 1961, quan la família Oró ja vivia a Houston. D'altra banda, es va produir la mort del pare de Joan Oró, el 25 d'abril de 1949. Fou una mort relativament prematura, als 64 anys, víctima d'un càncer ossi, que va començar manifestant-se com un desgastament en una clavícula i a la pelvis i que,

tot i haver estat combatut amb raigs X a Barcelona, a la fi va resultar irreversible.

Les inquietuds científiques que tenia Joan Oró, però, no s'havien apaivagat per més que hagués de passar aquests anys treballant a la pastisseria familiar. En els moments de més escepticisme pensava que devia ser impossible, una quixotada, mantenir una família i dedicar-se a la bioquímica. Però aquells enigmes que s'havien suscitat molts anys enrere a les aules dels Germans Maristes, aquelles preguntes sobre l'origen de l'existència i la posició de l'home en l'Univers continuaven intrigant-lo i encara, curiosament, venien accentuades per algunes condicions particulars de l'ofici de forner, com ara l'horari, que el doctor Oró recorda de la manera següent: «En aquell temps, tant el meu cunyat, Francesc Oró, com jo sempre ens n'anàvem a dormir abans de les onze de la nit. Llavors ell es llevava a les tres de la matinada i preparava la massa de la pasta. Jo m'aixecava abans de les quatre i anava cap a l'obrador, a fer pa. Solíem ser tres a la feina, el cosí, Josepet del Soleràs, en Ricard Siurana i jo mateix, a banda del meu cunyat. Entre tots funyíem la pasta, tallàvem les peces, les barres, els pans, els panets. Més tard tallàvem els llonguets. Posàvem les peces en caixes i, una vegada havien pujat fins al punt de fermentació adequat, llavors el forner les enfornava. Aleshores ens quedava una hora fins que no fèiem la segona pasterada. Eren entre les quatre i les cinc del matí. Als mesos de bon temps, quan per fi s'havia esvaït la boira, hi havia el cel estrellat. Ja no valia la pena de tornar al llit i jo em quedava allí, a la porta de la pastisseria, assegut, i començava a mirar els estels i pensava qui sap si allà dalt hi ha un altre forner que està pensant com tu mateix... I això cada dia, cada dia... Jo veia que fent de forner no tindria cap patiment econòmic, que podria

pujar bé la família, però que no podria acomplir els meus ideals, satisfer aquelles preocupacions que feia tant de temps que m'empenyien. Era un contrasentit haver fet l'esforç d'estudiar la carrera de química per després tornar a fer de forner, com ja m'havia proposat el pare, de jove. Fou així, en aquelles matinades, mirant els estels, que vaig anar madurant la idea que havia de prendre una determinació, que havia d'arriscar-me...»

Joan Oró, a través de la seu barcelonina de l'Institut d'Estudis Nord-americans, va aconseguir l'adreça de més de cinquanta universitats nord-americanes i va enviar una carta a cada una, demanant informació sobre les possibilitats d'estudiar-hi bioquímica o enginyeria química i preguntant si atorgaven alguna beca per durhi a terme el doctorat. Això era entre els anys 1951 i 1952. D'entre les universitats que van respondre a la petició n'hi va haver sis que li oferien l'ensenyament gratuït. A la fi, Oró va estar dubtant entre la proposta del Virginia Politechnic Institut i la del Rice Institut, de Houston. Va decantar-se pel Rice Institut, que va admetre'l com a alumne d'enginyeria química per al curs 1952-1953.

El mes d'agost de 1952, havent debatut i acordat amb la família la separació temporal que suposaria l'anada als Estats Units, i havent fet els tràmits necessaris per a l'emigració, com ara l'obtenció del visat d'estudiant, i l'ingrés a un banc de Houston de la quantitat necessària per mantenir-se durant els estudis, Joan Oró va marxar cap als Estats Units en un vol de la companyia Pan American que feia la línia Barcelona-Lisboa-Nova York.

Tan bon punt va arribar a Nova York, Oró es va adonar que tindria problemes de comprensió lingüística. En aquells anys Joan Oró sabia més alemany que anglès. L'alemany l'havia estudiat durant força temps, l'anglès, no. Havia estudiat anglès pel seu comp-

te, amb gramàtiques i manuals, s'havia subscrit al *Reader's Digest,* havia llegit algun manual de química orgànica en anglès, tenia alguns discos en aquesta llengua i quinze dies abans de marxar cap als Estats Units havia fet una mena de curset accelerat, d'una hora diària, amb un professor d'anglès, que es deia Vidal Quilis. Oró posseïa, doncs, un cert nivell d'anglès escrit i llegit, però gairebé desconeixia l'anglès oral i més en la variant nord-americana. Així, en arribar a Nova York, ja va tenir treballs a fer entendre al taxista el nom de l'hotel al qual volia anar i quan, finalment, va arribar a l'hotel es va trobar amb el mateix problema amb els recepcionistes a l'hora de concretar les característiques de l'habitació. Era qüestió de paciència, d'humilitat i de bon humor.

«Una de les primeres coses que vaig fer a Nova York —recorda el doctor Oró— va ser anar a veure el professor Severo Ochoa, que treballava a l'escola de Medicina de la New York University. Vaig parlar amb ell, em va convidar a dinar i va ser molt amable, molt atent amb aquell jove postgraduat en química que acabava d'arribar d'Espanya. Jo li vaig explicar els meus projectes i li vaig parlar del que havia llegit de bioquímica, sobretot d'aquell vell llibre de Walther Löb que jo havia llegit de ben jove. També li vaig explicar el que pensava sobre el principi de l'evolució i el paper que hi tenien les molècules, és a dir, que a partir de les molècules més senzilles se'n podien haver format de més complexes. Ell aleshores estudiava processos de metabolisme que eren semblants al que jo suggeria. Va trobar correcte i prometedor el que jo proposava i vam estar-ne enraonant. Aquella conversa amb Severo Ochoa va donar-me molts ànims.»

La destinació, però, era Houston, Texas, a on Joan Oró es va dirigir amb autobús en un llarg viatge de més de dos dies de du-

rada. Va arribar a Houston el dia 20 d'agost de 1952 i la primera impressió de la ciutat no podia ser més decebedora per l'extraordinària calor humida, per l'aire calent, opressiu i embafador que fa al mes d'agost a Houston. Joan Oró va instal·lar-se a l'habitació que li havien assignat en el Rice Institut pensant que qui sap si ho suportaria, tot allò.

4. El doctorat. Professor a la Universitat de Houston

Matriculat en el Rice Institut en els estudis d'enginyeria química, Joan Oró va continuar tenint problemes de comprensió lingüística. L'assignatura més important de la carrera la donava un professor de Nebraska, ja bastant gran, que parlava un anglès enrevessat i difícil d'entendre fins i tot per als mateixos nord-americans. L'home anava explicant la lliçó i anava repetint *You get it?*, és a dir, *M'enteneu?* Oró no entenia ni el *You get it?*

Un parell de mesos després, però, Joan Oró va tenir un d'aquells cops de sort que resulten fonamentals per determinar la trajectòria de la vida de les persones i per orientar-la cap a una direcció concreta. Va assistir a una reunió —organitzada per un matrimoni amb qui havia fet amistat— entre estudiants estrangers i membres de l'Escola de Medicina de Baylor, que estava situada a Houston mateix, prop del Rice Institut, tot i que aleshores depenia de la Universitat de Baylor, que tenia la seva seu a Waco.

En aquesta reunió Joan Oró va conèixer el doctor Donald Rappoport, científic i professor a l'Escola de Medicina de Baylor. Oró va expressar a Rappoport la seva voluntat d'estudiar bioquímica, ajornada fins aleshores, ja que estava estudiant enginyeria química a Rice en unes condicions que no l'acabaven pas de satisfer. Les circumstàncies van fer que justament en aquells moments Rappoport estigués buscant un estudiant de bioquímica disposat a fer un doctorat sobre un tema molt concret. A Oró se li van obrir les

portes del cel i pocs dies després va afanyar-se a acudir al laboratori del doctor Rappoport, a Baylor, per parlar de la qüestió amb més detall.

El que li proposava Rappoport no era pas estudiar l'origen de la vida, la vella aspiració d'Oró, sinó un aspecte determinat del càncer, per tal d'aprofitar una beca que concedia l'Institut Nacional del Càncer a l'Escola de Medicina de Baylor. Oró estava interessat en aquesta malaltia des del moment que havia estat el càncer el que havia provocat la mort del seu pare. L'objecte principal de l'estudi que dirigiria el professor Rappoport era fer una recerca entorn d'un teixit sa que tingués unes característiques i un comportament similars a un càncer, en el sentit que les cèl·lules s'hi reproduïssin molt de pressa. Es tractava de poder establir comparacions i d'aprendre, així, quelcom més sobre la naturalesa del càncer. El teixit en qüestió seria el teixit de l'epiteli intestinal, les cèl·lules del qual, per causa del desgast continu que provoquen els processos digestius, es renoven en un 50 per cent cada quaranta-vuit hores. Així, el doctor Rappoport va oferir a l'estudiant Joan Oró la possibilitat de fer el doctorat de bioquímica estudiant aquest model de comportament cel·lular. No cal dir que Oró ho va acceptar encantat. Aleshores es va produir un fet que el doctor Oró recorda amb ironia:

«A més d'oferir-me aquest treball, que per a mi ja era molt, Rappoport em va oferir el que s'anomena l'*assistència de recerca,* que és, per dir-ho així, el sou que es paga a una persona que fa treballs científics, una ajuda de recerca. Suposava cobrar 300 dòlars al mes. Jo em vaig quedar esverat. Era una quantitat important. Ja estaràs a l'altura de justificar aquest sou?, vaig pensar. Així que en vam estar parlant durant una setmana fins que vaig aconseguir que ho

rebaixés a 200 dòlars. Heus ací una prova del meu idealisme, en el qual suposo que també hi tenia a veure la formació que havia rebut i les característiques del país d'on procedia.»

Així, a principis de l'any 1953, Joan Oró va passar d'estudiar enginyeria química al Rice Institut a fer un doctorat de bioquímica, a través de l'esmentat treball sobre el càncer, a l'Escola de Medicina de Baylor, a Houston. Aquestes escoles estan facultades a concedir doctorats en matèries no estrictament mèdiques, com ara la microbiologia o la bioquímica. El director de la tesi de Joan Oró, el doctor Rappoport, s'havia format a la Universitat de Berkeley, a Califòrnia, on havia après les tècniques que aleshores eren més modernes sobre la utilització de carboni radioactiu en l'estudi de les cèl·lules i això és el que va ensenyar al doctorand Joan Oró, el qual ho va aplicar a l'estudi dels teixits de l'epiteli intestinal.

La tesi doctoral de Joan Oró té l'enunciat següent: *^{14}C-Formate Metabolism in Animal Tissues with Special Reference to the Mechanism of Formic Acid Oxidation* i consta de dues parts. Una estudia la incorporació de l'àcid fòrmic radioactiu en teixits animals, específicament l'epiteli intestinal, i l'altra analitza com els éssers vius transformen l'àcid fòrmic en diòxid de carboni.

«És interessant —explica el doctor Oró— que aquests dos aspectes de l'estudi em van donar el millor fonament possible per afrontar després els treballs sobre l'origen de la vida, des d'un punt de vista químic, perquè l'anàlisi de la incorporació de l'àcid fòrmic en teixits animals vius em va conduir al que en diem les bases nitrogenades que formen part dels àcids nucleics o sigui de les molècules genètiques. L'estudi em va permetre seguir la radioactivitat de tots els compostos que s'anaven formant fins a arribar

als compostos derivats de l'adenina. O sigui que aquest treball em va donar un coneixement complet de la síntesi en teixits de cèl·lules vives de les bases nitrogenades que formen part dels àcids nucleics. Aquestes molècules genètiques són les que dirigeixen la reproducció de les cèl·lules i volíem veure realment a quina velocitat es pot arribar a produir la multiplicació cel·lular. D'altra banda, aquest estudi em va donar un coneixement aprofundit de quines reaccions provocava la incorporació de l'àcid fòrmic i de com reaccionava l'organisme davant la presència d'un excés d'aquest àcid, de com el transformava en refús.»

Tot situant la seva tesi doctoral en el moment precís, pel que fa al desenvolupament científic, en què es va produir, el doctor Oró explica: «La bioquímica, en essència, es pot dir que estudia dos grans processos, l'anabolisme, és a dir, la construcció de les molècules, i el catabolisme, la destrucció de les molècules. L'organisme extreu d'allò que mengem el que li convé per integrar-ho a la formació de les molècules de les cèl·lules, per anar-les nodrint. El que no convé és refusat mitjançant el procés de catabolisme. En aquells moments, a principis dels anys 50, s'estava descobrint aquesta biosíntesi de les bases nitrogenades, de les purines, etc. Aleshores jo vaig anar confirmant algun d'aquests treballs —que també és una de les missions del científic— i aprenent una metodologia per analitzar aquests productes des de diversos punts de vista. Per un costat, doncs, vaig confirmar reaccions i comportaments que ja es coneixien, per l'altra vaig descobrir un mecanisme nou, un procés d'oxidació desconegut com és la transformació de l'àcid fòrmic en diòxid de carboni. Això va ser una novetat absoluta.»

Aquesta tesi doctoral va representar per a Joan Oró una base de treball sòlida i de coneixements útils per afrontar en el futur altres

estudis, alguns dels quals eren fins i tot força allunyats del mateix objecte de la tesi. «En efecte, el que vaig aprendre en la primera part de la meva tesi doctoral em va servir per estar segur, uns anys més tard, que havia descobert com es formava l'adenina, que és una de les bases nitrogenades més importants per a la vida —cal pensar solament en els seus derivats, TADN o PATP—, a partir del cianur d'hidrogen, que, curiosament, és un compost letal. Així vam indicar també una de les rutes cabdals per a la formació de molècules bioquímiques a la Terra primitiva, una hipòtesi que fins ara es considera vàlida i que ha estat confirmada per altres científics. D'altra banda, la segona part de la meva tesi doctoral, l'estudi del mecanisme d'oxidació de l'àcid fòrmic, em va ajudar a entendre, més de vint anys més tard, que al planeta Mart no hi havia vida.»

El doctor Oró conserva un gran record d'aquells anys en què treballava en el doctorat. «A Houston vivia en el que allà s'anomena un *garage apartment*, és a dir, un pis a sobre d'un garatge, que compartia amb un altre company de Brooklyn, Nova York. Pagàvem molt poc de lloguer. En aquell temps jo passava amb 50 dòlars al mes. N'estalviava 150. Aquells anys del doctorat van ser els més feliços de la meva vida. Jo estava vivint el meu somni de dedicar-me a la bioquímica i de fer recerca. El descobriment del procés d'oxidació de l'àcid fòrmic el vaig fer els dies de Nadal del 1954. La culminació del descobriment va ser cosa d'una setmana. La major part de la feina la duia a terme precisament els dies de festa, quan ningú no venia a destorbar al laboratori.»

A mitjan 1955, poc més de dos anys després d'haver començat el treball de la tesi doctoral, Joan Oró ja l'havia conclòs, per bé que faltava redactar el text. Aleshores, el degà de l'Escola de Medicina

de Baylor va comentar-li que seria bo per a tothom esperar un any més a concedir-li el títol de doctorat per no provocar la sensació que aquella institució atorgava els títols amb molta facilitat. Oró ho va acceptar i així no obtindria el títol de Philosophical Doctor en Bioquímica fins a l'any posterior, el 1956.

El setembre de 1955, però, sense ser encara doctor, Joan Oró es va estrenar com a professor de la Universitat de Houston. Entre aquesta universitat i l'Escola de Medicina de Baylor hi havia una bona relació. La Universitat de Houston necessitava un professor de bioquímica i els seus dirigents van pensar de fer la proposta a aquell jove doctorand de Baylor. Així, el curs 1955-1956, Joan Oró va començar a treballar de professor a la Universitat de Houston.

«El primer curs de professor a la Universitat de Houston va ser molt dur —recorda el doctor Oró—. Estava escrivint la tesi sense saber prou anglès encara, i a més havia d'impartir cinc assignatures, dos del departament de química i tres classes de pràctiques. Aquell any no dormia. Em posava al llit però estava tan neguitós, tan preocupat per la feina, que no podia dormir.»

Al mateix temps que Joan Oró van entrar dos professors més al departament de química de la Universitat de Houston, els professors Ralph Becker i Albert Zlatkis, l'un especialista en espectrometria i l'altre en cromatografia. Aquesta era una mostra de l'expansió que experimentava en aquells anys la Universitat de Houston, una expansió que comportava alguns problemes estructurals. Aquesta universitat havia estat creada l'any 1927 per un milionari de Houston, dedicat al negoci del petroli, Mr. Cullen, amb una aportació de 25 milions de dòlars. Amb els anys, però, la universitat, de caràcter privat, va anar creixent i a mitjan anys 50 els fills de Cullen es veien obligats a pagar el dèficit que produïa

aquella universitat en expansió. Va ser aleshores quan es van iniciar les gestions per integrar la Universitat de Houston a la xarxa d'universitats públiques, fet que es va produir finalment un temps després. Va ser en el marc de tota aquesta reestructuració que va pertocar al doctor Oró de demanar a l'estat de Texas, que ja s'havia fet càrrec de la institució, la creació d'un nou departament per a la Universitat de Houston, un departament de Ciències Biofísiques, que finalment va ser creat el 1967 i que a l'actualitat s'anomena departament de Ciències Bioquímiques i Biofísiques. El doctor Oró en va ser el cap fins al 1969.

No avancem esdeveniments, però. Quan tot just s'havia estrenat com a professor a la Universitat de Houston, Joan Oró va rebre una carta de les autoritats d'immigració que li demanaven que els comuniqués quan marxaria dels Estats Units, ja que s'havia acabat el període d'autorització de residència amb el visat d'estudiant que li havia estat concedit. Oró va plantejar el problema al president de la Universitat de Houston, el qual va adreçar-lo al parlamentari Albert Thomas, un dels polítics més rellevants del Houston d'aquella època, membre de la Cambra de Representants. Thomas va comprometre's a fer una gestió amb el president Eisenhower però el temps anava passant i Oró no tenia notícies de quina era la seva situació legal amb Immigració.

En aquell temps Joan Oró ensenyava castellà als fills adoptats de Hermann Brown i Margaret Root, un matrimoni que pertanyia a una de les nissagues més importants de Texas, posseïdors d'una gran empresa constructora, que fou la que va edificar, per exemple, les bases nord-americanes a Espanya. Joan Oró va demanar a Margaret Root que l'ajudés en l'assumpte de la legalització de la seva residència als Estats Units. Aleshores Margaret

Root en va parlar amb Lyndon B. Johnson, el futur president dels Estats Units, successor de Kennedy. Johnson en aquell temps era el cap del Senat.

Un parell de setmanes després Joan Oró va rebre una carta de Johnson en què li comunicava que havien presentat una llei al Congrés per regular la situació de totes les persones que estiguessin en les mateixes condicions que ell, per tal que adquirissin la residència permanent. Així, Oró, tot seguit, va formular la sol·licitud de residència permanent i va presentar-la a l'Oficina d'Immigració juntament amb la carta de Johnson. A partir d'aquell moment tot va ser fàcil i en vint-i-quatre hores va obtenir la residència permanent als Estats Units.

«Si hi ha un home que ha manat de veritat, en les qüestions legislatives, als Estats Units —explica el doctor Oró—, aquest és Lyndon Johnson. Va elaborar moltes lleis. Ningú no l'ha superat en aquest punt. Kennedy en va tenir sort i se'n va beneficiar molt de la feina de Johnson, tant a l'època que Johnson va ser vicepresident com abans. Johnson era l'home que cercava allò possible. En el meu cas ell va veure que jo no era pas l'únic a tenir aquell problema, al contrari, hi havia molts estudiants i fins i tot professors qualificats als Estats Units que patien molèsties administratives per causa de la rigidesa de les lleis d'immigració nord-americanes. Per això va fer elaborar aquella llei, que va permetre que força persones obtinguessin de sobte la ciutadania. Pere Pi Sunyer en va ser un.»

La concessió de la residència permanent i el treball de Joan Oró com a professor a la Universitat de Houston, que era remunerat amb 600 dòlars mensuals, va permetre que la família Oró es reunís de nou el Nadal de 1957. Havien estat separats —el pare

a Houston, la mare i els fills a Lleida— des que Joan Oró havia marxat cap als Estats Units l'agost de 1952. Durant tot aquest temps, Joan Oró, en disposar només d'un visat d'estudiant, no s'havia atrevit a viatjar a Catalunya en considerar molt arriscat, pensant en les lleis d'immigració, sortir dels Estats Units i tornar-hi a entrar. Així, durant més de cinc anys, el contacte entre el cap de família i els altres membres havia estat sempre en la distància, epistolar sobretot, tret d'un viatge que va fer, enmig d'aquest període, l'esposa de Joan Oró, Francesca, als Estats Units, on va romandre durant uns mesos. Finalment, el Nadal del 1957 Joan Oró va tornar a Lleida i va fer els tràmits al consolat nord-americà de Barcelona per tal de poder dur la família als Estats Units, fet que es va produir a principis de 1958.

«La separació de la família durant tots aquests anys va ser dura per a tots nosaltres —assegura el doctor Oró—. Tots vam patir, per bé que probablement hi havia poques famílies com la nostra que disposessin de les condicions adequades per poder trampejar aquesta situació. La meva dona ajudava a la pastisseria familiar; els nens acudien a escola i anaven pujant. D'altra banda no em sembla pas cruel sinó una veritat estricta dir que la separació de la família, a pesar del greu que a tots ens sabia, per a mi va tenir si més no un cantó positiu: el de permetre'm concentrar-me en la feina fins a un punt que, en unes altres condicions, potser no hauria assolit.»

5. El descobriment de la síntesi de l'adenina a partir del cianur d'hidrogen

L'estudi de l'origen de la vida continuava essent una de les grans il·lusions, un dels projectes pendents de Joan Oró. Enllestit el doctorat i convertit en professor de la Universitat de Houston, en la qual disposava d'un bon laboratori, el doctor Oró va veure que havia arribat finalment l'ocasió de concentrar-se en aquell estudi que duia al cap des de tant de temps. Així va començar a orientar els seus treballs cap a aquest camp, que el durien en pocs anys a un dels descobriments cabdals de la seva carrera científica: el descobriment de la síntesi de l'adenina a partir del cianur d'hidrogen, una troballa que Oró considera com un dels moments més emocionants que li ha proporcionat tota una vida dedicada a la ciència.

El primer dels experiments que va dur a terme el doctor Oró en el sentit que indiquem va ser l'estudi de la reacció de la hidroxilamina amb el formaldehid, en absència de descàrregues elèctriques, que produeix aminoàcids. La interpretació d'aquesta síntesi fou que la hidroxilamina i el formaldehid es combinen tot formant un compost que es diu formaldoxina, el qual perd aigua i es transforma en cianur d'hidrogen. Aleshores el cianur d'hidrogen combinat amb el formaldehid, en presència d'amoníacs, dona glicina. L'interessant de l'experiment era que demostrava que es pot arribar a la formació d'aminoàcids per vies molt distintes, partint de compostos molt senzills.

Aquest estudi, sota el títol d'*A Possible Pathway for the Natural Synthesis of Glycine and Olycinamide*, va ser presentat primer pel doctor Oró, a la cent trenta-cinquena reunió de l'American Chemical Society, division of Biological Chemistry, que va tenir lloc l'any 1956 a Atlantic City. L'estudi, més complet, es va publicar el 1959 a la revista *Archives of Biochemistry and Biophysics*, signat pel doctor Oró i els estudiants que van col·laborar amb ell i es va titular aleshores *Amino Acid Synthesis front Formaldehyde and Hidroxylamine.*

Estava fet, doncs, el primer pas important en una línia d'investigació basada en el concepte d'augment de complexitat, inspirat inicialment en Charles Darwin i Walther Löb, que havia de dur el doctor Oró al descobriment de la síntesi de l'adenina a partir del cianur d'hidrogen. En moltes troballes, però, influeixen de manera determinant no solament les circumstàncies més inesperades i més atzaroses, els capricis del destí, sinó també els fets més purament casuals. El doctor Oró estava en el camí ja de la investigació de la formació d'aminoàcids a partir de compostos elementals però va ser una conversa casual, escoltada a tercers, allò que és a la prehistòria de l'experimentació, que el duria a revelar la nova via de síntesi de l'adenina.

Aquesta conversa es va produir l'any 1959, a Nova York, en un simposi organitzat per les Nacions Unides i anomenat Primer Congrés Internacional d'Oceanografia. En una de les seccions del congrés es debatia l'origen de la vida. El doctor Oró, que participava en les sessions, va afegir-se a una conversa informal entre tres científics molt qualificats: els professors Sidney Fox, Philip Abelson, que anys a venir seria director de la revista *Science,* i el doctor G.E. Hutchinson, un biòleg de molta anomenada, de la Universitat de Yale. En un moment de la conversa, Hutchinson

va preguntar a Abelson: «Què és aquell producte que es forma amb les descàrregues elèctriques en aquell experiment de producció d'aminoàcids que ha fet el doctor Miller?» (El professor Stanley Miller havia aconseguit la formació d'aminoàcids a partir de descàrregues elèctriques sobre la composició d'una atmosfera primitiva feta de vapor d'aigua, amoníac i metà). Abelson va respondre: «Ah, allò és un polímer d'aminoàcids...», sense donar-hi gaire importància. Al doctor Oró, però, aquella conversa li va quedar ballant pel cap i es va proposar, en tornar a Houston, de mirar amb deteniment tota aquella qüestió perquè va sospitar que la cosa podia ser molt més interessant que la displicència amb què ho havia despatxat Abelson.

La primera sorpresa va ser comprovar que el producte al·ludit en la conversa de Nova York i que resultava de seguir els passos de l'experiment de Miller no era un polímer d'aminoàcids sinó més aviat cianur d'hidrogen polimeritzat. Aleshores el doctor Oró va decidir fer un experiment amb cianur d'hidrogen, aigua i amoníac, dels quals van sorgir aminoàcids. El resultat no es va publicar fins al 1961 al número 190 de la revista *Nature,* signat per ell i un estudiant de l'Índia que es deia S.S. Kamat sota el títol de "Amino Acid Synthesis from Hydrogen Cyanide Under Possible Primitive Earth Conditions", quan Oró ja havia publicat altres articles sobre la síntesi de l'adenina i de polipèptids.

Al principi del curs següent, que era el 1959-1960, el doctor Oró va orientar un estudiant a treballar en la recerca de la síntesi de l'adenina partint de la glicina i de compostos senzills, però ja més complicats que els que s'havien utilitzat en l'experimentació anterior. Oró s'havia compromès a presentar un *abstract*, un resum d'aquesta investigació, com a membre que era de la Societat

Nord-americana de Bioquímics, a la reunió de l'anomenada *Federation,* que agrupava bioquímics, fisiòlegs i altres professionals de branques interrelacionades, que havia de celebrar-se pocs mesos després.

Els resultats de la investigació que li presentava l'estudiant, A.P. Kimball, van fer malfiar el doctor Oró. En resultava massa quantitat d'adenina. Aleshores, un cap de setmana, el doctor Oró va fer una anàlisi del treball que s'estava realitzant, va mirar el dissolvent que s'hi utilitzava i va adonar-se que l'estudiant s'equivocava, que allò que ell considerava que era adenina no era res més que l'espectre del dissolvent.

El compromís adquirit amb la *Federation,* però, va empènyer Oró a buscar una solució. Aleshores va recordar que en l'experiment que havia realitzat l'estiu passat, amb el cianur d'hidrogen, l'aigua i l'amoníac —que havien donat aminoàcids— en una zona del paper —el sistema amb què treballaven era la cromatografia de paper—, justament al punt que corresponia al lloc de moviment de l'adenina, hi havia una petita taca d'aquesta substància, però era tan ínfima, tan mínima, que llavors l'havia menyspreada. Aleshores, però, davant l'obligació de presentar l'*abstract* a què s'havia compromès i recordant aquell detall que a l'estiu havia considerat com una simple curiositat, el doctor Oró va pensar per primer cop en la possibilitat que es pogués formar adenina a partir simplement del cianur d'hidrogen. Era una possibilitat remota, que considerava amb molt més escepticisme que confiança, però en tot cas va decidir-se a fer l'experiment.

El doctor Oró va tornar a revisar el material utilitzat a l'estiu, que encara conservava al laboratori, i va partir del raonament que si la quantitat de cianur d'hidrogen usada llavors havia produït

aquella mínima quantitat d'adenina caldria concentrar molt el producte de la reacció per, en conseqüència, multiplicar l'adenina produïda, si la suposició que feia era correcta. El doctor Oró recorda així aquell moment:

«Era un dissabte quan vaig fer l'experiment. Aquell any Nadal queia en diumenge. Per tant ho vaig deixar assecar durant la nit de Nadal i l'endemà al matí, el 25 de desembre de 1959, ho vaig analitzar. Teníem el laboratori en un primer pis i més amunt hi havia unes golfes en què hi teníem un quarto fosc amb una petita làmpada ultraviolada. Vaig posar el paper de cromatografia a la llum d'aquesta làmpada. La llum ultraviolada de 250 micròmetres és la radiació que absorbeixen l'adenina i la guanina, és l'absorció característica de les bases nitrogenades. I allí, en lloc d'aquell puntet que havia vist a l'experiment de l'estiu i que jo havia menyspreat, hi havia una taca grossa, impressionant, d'adenina. Vaig quedar bocabadat. Jo diria que aquell va ser un dels moments més emocionants de la meva vida com a científic. Se'm va posar la pell de gallina. Estava sol, en la foscor, veient el que tenia davant i no m'ho creia.»

Aquest descobriment, aquesta comprovació suposava tocar molt de prop el misteri, sempre, per ara, inefable, de l'origen de la vida. «El cianur d'hidrogen té tres àtoms —explica el doctor Oró—: hidrogen, carboni i nitrogen. Veure que d'un compost tan simple i tan tòxic se'n genera un de tan complex i tan fonamental per a la vida com és l'adenina em va impressionar molt. Quan aconsegueixes una cosa que has perseguit molt i durant molt de temps passa que gairebé no t'ho creus. I allò era com si el Creador m'estigués dient: mira, aquí t'ensenyo la veritat de la natura. De fet era la natura la que m'estava ensenyant una realitat elemental

però que en aquells moments per a mi era excepcional, per tal com s'ignorava.»

L'adenina és una molècula cabdal des d'un punt de vista bioquímic ja que forma part dels àcids nucleics, de les molècules informacionals o genètiques, i també dels coenzims, sense els quals no podrien tenir lloc els processos metabòlics. El doctor Oró va completar l'experiment l'endemà, el dilluns mateix. Els anys de doctorand a Baylor havia estudiat com se sintetitzava l'adenina a través d'una altra via diferent i més complexa de la que acabava de descobrir i quins eren els elements intermedis. Aleshores Oró va raonar que si allò que tenia al davant era adenina, com tot semblava indicar-ho, també apareixerien els compostos intermedis. Així, l'endemà de Nadal va practicar un altre cromatograma en què va acabar de posar els reactius d'anàlisi per determinar la presència dels compostos intermedis i, en efecte, tots van aparèixer, amb la qual cosa es confirmava la validesa de l'experiment.

Els resultats d'aquest treball es van publicar a la revista *Biochemical & Biophysical Research Communications* el 1960 en un article titulat "Synthesis of Adenine from Ammonium Cyanide" i van ser presentats a la reunió de la *Federation* en un ambient d'expectació. Allà es va començar a consolidar públicament el prestigi científic que anava adquirint el doctor Oró.

Un dels primers científics que van reconèixer la importància del descobriment de la nova via de síntesi de l'adenina fou el premi Nobel Melvin Calvin, que va invitar el doctor Oró a treballar, l'estiu de 1962, a la Universitat de Califòrnia, a Berkeley, cosa que va permetre a Oró de fer tres nous descobriments, que van ser publicats a la revista *Nature* el 1963. Fou el mateix Calvin qui va suggerir a la NASA de celebrar un simposi sobre exobiolo-

gia al Jet Propulsion Laboratory (JPL) de Pasadena, Califòrnia, i de comptar-hi, com a invitats especials, amb el professor Frank Drake, astrònom, impulsor de la recerca de civilitzacions extraterrestres, i amb el doctor Oró, entre altres científics.

Més endavant el reconegut químic orgànic de l'Institut Politècnic de Zuric (ETH), Albert Eschenmoscher, ha anat presentant públicament la reacció de síntesi de l'adenina anomenada per ell, en alemany, *Ororsche Reaktion* que d'una forma molt resumida fou publicada pel doctor Oró l'any 1961, al número 191 de la revista *Nature* sota el títol "Mechanism of Synthesis of Adenine from Hydrogen Cyanide under Possible Primitive Earth Conditions".

El descobriment, però, no va pas ser acceptat d'entrada arreu del món per la comunitat científica. A Anglaterra i al Japó diversos científics van dubtar-ne i un viròleg molt famós de Cambridge va posar col·laboradors a treballar al seu laboratori per demostrar que l'experiment no era correcte, amb el resultat que encara van confirmar i van dimensionar més el descobriment d'Oró. Aquests estudis de Lowe, Rees i Markham van ser publicats al número 199 de la revista *Nature* el 1963.

D'altra banda, el descobriment de la nova via de síntesi de l'adenina va tenir una conseqüència comercial curiosa. Hi havia una empresa japonesa que elaborava uns polímers d'acrilonitril en què s'emprava cianur d'hidrogen, els científics de la qual es trobaven que, de tant en tant, els sortia una mala fornada, per dir-ho així, i tot se'ls omplia d'una matèria cristal·lina blanca. Quan es va publicar el treball del doctor Oró aquells científics van comprendre que aquella matèria blanca era adenina. Aleshores van modificar l'experiment. Van treure'n l'aigua i van augmentar la temperatura. Així van obtenir-ne una quantitat més elevada, d'un quinze per

cent de rendiment, aproximadament. Llavors, com que ja havien fet una modificació als passos que suggeria Oró, van patentar el procediment, arreu del món, a nom de l'empresa japonesa, com a mètode industrial per a l'obtenció d'adenina.

6. La vida ve dels cometes. La vinculació amb la NASA

El descobriment de la síntesi de l'adenina a partir del cianur d'hidrogen va ser la base perquè el doctor Oró fes un altre pas en la investigació de l'origen de la vida. És un pas, val a dir, arriscat, més especulatiu i hipotètic que els que havia fet fins aleshores, tot i que, avui mateix, el que va publicar el doctor Oró el 1961 continua constituint una teoria àmpliament acceptada. Es tracta, en essència, d'atorgar als cometes un paper determinant en l'aparició de la vida a la Terra primitiva.

En aquell temps, tot seguit del descobriment de la síntesi de l'adenina a partir del cianur d'hidrogen, el doctor Oró va llegir un breu article de Vasili Fesenkov, membre de l'Acadèmia de Ciències de l'URSS, publicat a *Scientific American* en què s'explicava que el fenomen que va tenir lloc l'any 1908 a la regió de Tunguska, a Sibèria, havia estat l'explosió d'un cometa. Aquest cos celeste, en entrar a l'atmosfera de la Terra, s'havia escalfat i com a conseqüència s'havien volatilitzat els gels que el formaven, tot produint una explosió similar a la d'una bomba atòmica molt potent però sense radiació. L'explosió havia tingut lloc a 8.000 metres d'altura i els arbres d'un bosc siberià, en una àrea de 50 quilòmetres, havien quedat arrasats en posició radial. La primera impressió dels científics era que es tractava de la caiguda d'un meteorit, però no s'havien trobat ni pedres ni cràters, pròpiament. Fesenkov donava una explicació coherent del fet amb la seva teoria de l'explosió

cometària. Altres científics afirmaven que podia tractar-se d'un fragment del cometa Encke.

Aleshores ja se sabia que els cometes porten molt de cianur d'hidrogen a més d'aigua i d'amoníac o sigui que duien tres components que el doctor Oró havia usat per descobrir la nova via de síntesi de l'adenina. De fet, ja el 1910, quan el cometa Halley va passar prop de la Terra, arreu del món es venien pastilles contra el cianogen perquè ja es coneixia l'existència de gran quantitat de cianur d'hidrogen en els cometes i se'n temien els efectes. El doctor Oró va completar la documentació consultant, entre altres, els treballs que havia publicat el doctor Harold Urey sobre la interacció dels cometes amb la Terra.

«Aleshores —explica Oró— vaig fer el raonament següent: si els cometes porten cianur d'hidrogen, si encara aquest segle mateix n'han caigut sobre la Terra, si sembla demostrat que queien sobre la Terra primitiva amb molta més profusió i freqüència que no ho fan ara, és molt lògic pensar que aquests cometes van aportar l'aigua i el material orgànic del qual es poden generar molècules bioquímiques fonamentals per a la vida com l'adenina, la guanina, aminoàcids, etc. Acceptant aquesta hipòtesi simplificàvem el procés per saber d'on venen les molècules progenitores per fer les molècules bioquímiques: d'entrada venen dels cometes que bombardejaven contínuament la Terra primitiva.»

L'article on s'exposava aquesta teoria es va publicar al número 190 de la revista *Nature* el 1961 sota el títol "Comets and tbe Formation of Biochemical Compounds on the Primitive Earth". A l'article se suggereix que una de les conseqüències més importants de les interaccions dels cometes amb la Terra seria l'acumulació en el nostre planeta d'una quantitat relativament gran de compos-

tos de carboni i dels altres elements biogènics, hidrogen, nitrogen, oxigen, sofre i fòsfor, provinents dels cometes, que se sap que es poden transformar espontàniament en aminoàcids, purines i altres compostos bioquímics. Es calculava, a més, que la massa de la biosfera terrestre era equivalent a la massa del cometa Halley.

La hipòtesi que el doctor Oró va formular el 1961 ha estat acceptada a bastament amb posterioritat. Entre els que la reconeixen figura, per exemple, el doctor A.G.W. Cameron, que és un dels més prestigiosos científics actuals en el camp de l'astronomia planetària, defensor de la teoria de la formació del sistema Terra-Lluna com a conseqüència d'un impacte únic, que és una de les més atractives i veraces que s'han formulat per explicar la relació entre la Terra i el seu satèl·lit.

Poc temps després d'haver publicat a la revista *Nature* l'article esmentat, l'any 1963, va començar la vinculació del doctor Oró amb la NASA, l'organisme creat pel govern dels Estats Units el 1958 com a agència governamental independent per tal de coordinar i dur a terme la investigació aeroespacial. La NASA, sigla que condensa la denominació National Aeronautics and Space Administration, havia estat creada per l'administració nord-americana per tal de contrarestar l'avantatge que havia aconseguit l'URSS en la carrera espacial a finals dels anys 50. En efecte, el 4 d'octubre de 1957 els soviètics havien iniciat el que aleshores es va anomenar l'Era Espacial amb el llançament del primer Sputnik, un petit satèl·lit artificial no tripulat que van situar a l'òrbita de la Terra. Més impressió va provocar encara el primer vol orbital tripulat, que va dur a terme el 12 d'abril de 1961 el cosmonauta rus Iuri Gagarin a bord de la nau *Vostok 1*. El president Kennedy va anunciar que abans d'acabar la dècada dels 60 els nord-americans arribarien a la

Lluna i un mes després del vol de Gagarin, el maig de 1961, es va fer públic que la NASA posava en marxa el programa Apollo per complir l'objectiu marcat pel president.

La NASA té com a mètode de treball la invitació a participar en els seus projectes els científics més destacats en cada àrea. Així, el director d'un dels departaments de la NASA, concretament el de Ciències de la Vida —que forma part d'una de les cinc grans àrees en què es divideix l'organització, la de Ciències i Aplicacions Espacials—, que aleshores, a principis dels anys 60, era el doctor Quimby, va adreçar una carta al doctor Oró, tot convidant-lo a integrar-se en els treballs de l'organisme aeroespacial. Fou per aquesta via que el doctor Oró va passar a formar part d'un grup de científics procedents de set universitats nord-americanes que van posar-se a treballar en el projecte Apollo pel que fa en concret als estudis de química orgànica. El doctor Oró fou el que en la terminologia de la NASA s'anomena *Principal lnvestigator*, càrrec que representa ser cap d'un equip, en el seu cas cap de l'equip de la Universitat de Houston que va col·laborar amb la NASA en l'àrea esmentada.

«En el curs 1963-64 ja vaig presentar a la NASA propostes de treballs científics —comenta el doctor Oró— que ells avaluaven en el comitè corresponent i que després finançaven en consonància amb la importància que atorgaven al projecte. Un dels sotsdirectors del programa de Ciències de la Vida va venir a la Universitat de Houston a oferir-nos el suport necessari per establir un equip de científics i d'enginyers. Així, durant una època, vam tenir un gran equip que s'ocupava de fer els preparatius perquè quan arribessin les mostres lunars les poguéssim analitzar. Des del 1964 fins a la meva jubilació, el 1994, cada any vaig disposar d'ajut de la

NASA per dur a terme diversos treballs dintre de l'àrea anomenada Cosmoquímica Orgànica.»

La intervenció del doctor Oró en el projecte Apollo, la històrica missió espacial que duria els astronautes Neil Armstrong i Buzz Aldrin a posar els peus sobre la superfície lunar, per primer cop en la història de la humanitat, el 20 de juliol de 1969, va tenir un doble vessant. El doctor Oró va intervenir primer a projectar els instruments que havien de servir per fer l'anàlisi química de les mostres de material lunar. Després, un cop van ser a la Terra aquestes mostres, va dedicar-se a estudiar-les.

Així, en el laboratori de la Universitat de Houston es va desenvolupar un petit espectròmetre de masses per tal de poder ser utilitzat *in situ* per analitzar les molècules de baix pes molecular que es poguessin trobar a la Lluna. Aquest instrument no fou utilitzat, ja que les mostres es van portar a la Terra, però part del disseny de l'aparell fou el que uns anys més tard es va emprar en una altra missió de la NASA, el projecte Viking, al planeta Mart.

La participació en el projecte Apollo va permetre, a més, que el laboratori de la Universitat de Houston adquirís un aparell de la tecnologia més avançada en aquell moment per tal de destinar-lo a l'anàlisi molecular. L'aparell, projectat per una companyia sueca, el laboratori LKB, reunia dos dels sistemes d'anàlisi molecular més usats independentment fins aleshores, l'espectrometria de masses i la cromatografia de gasos. La combinació d'aquests dos instruments es feia mitjançant un separador molecular que s'havia desenvolupat durant la Segona Guerra Mundial per obtenir la separació dels isòtops pesants, com ara el deuteri, en la preparació de les bombes atòmiques. En els aparells de cromatografia gasosa que existien fins a principis dels anys 60, però, es necessitava una gran

quantitat de gas, d'hidrogen o d'heli, per empènyer les substàncies objecte d'anàlisi. Tot aquest gas no podia penetrar a l'espectròmetre de masses, que funciona amb un fil que està al roig, perquè hauria cremat el fil.

L'aparell LKB, en canvi, es va dissenyar de forma que un tubet de mida capil·lar —cromatògraf— provoca la separació de cada un dels compostos de la mostra analitzada, segons que siguin més o menys volàtils. Després les molècules arriben a un separador molecular. Allí una bomba de rebuig expulsa l'excés de gas i les molècules més pesants, que s'han separat, salten i van a parar a l'espectròmetre de masses on són identificades.

Aquest instrument va resultar fonamental a l'hora d'analitzar amb precisió les mostres lunars. Un cop escalfades aquestes mostres, el cromatògraf de gasos en separava les distintes molècules mentre que l'espectròmetre de masses les identificava i les reconeixia.

«Als Estats Units —explica el doctor Oró— van venir dos d'aquests aparells, un va anar a un laboratori que feien estudis sobre el petroli, a Tulsa, Oklahoma, i l'altre va venir a la Universitat de Houston. Molts dels articles que formen part del meu currículum són treballs d'anàlisi realitzats amb aquest aparell, que m'oferia el mètode millor i més ràpid d'anàlisi de mescles complexes. Es podia aplicar, a més, a les més variades matèries. Vaig tenir un deixeble de Barcelona, el doctor Emili Gelpí, que després s'ha especialitzat en l'aplicació d'aquestes tècniques analítiques als problemes biomèdics, que, mentre preparava la tesi doctoral, va separar milers de compostos de les substàncies més diverses gràcies a l'instrument LKB.»

L'objecte fonamental de tot aquest projecte científic en què el doctor Oró havia començat a treballar entre el 1963 i el 1964 era

l'estudi de les mostres lunars que els membres de la missió Apollo XI van dur de l'espai el 1969. Els resultats de l'anàlisi de les mostres lunars van confirmar el que els científics més rigorosos ja havien intuït de feia temps: l'absència de formes de vida a la Lluna. Aquestes anàlisis van detectar l'existència d'unes petites quantitats de compostos de carboni que corresponien al metà i al pentà, en quantitats mínimes, de parts per milió. Aquesta presència es va considerar que era producte o bé de restes dels impactes produïts pels cometes i meteorits o bé del vent solar.

El sol, a més de llum, irradia partícules que poden ser electrons o protons, que de vegades causen aurores boreals. Entre aquestes partícules també hi ha petites quantitats de ions de carboni, de nitrogen i d'hidrogen, que viatgen a grans velocitats de forma que si xoquen amb una pedra o amb el sòl hi queden incrustades. Són ions implantats pel vent solar. Això és el que es va detectar a les mostres lunars. En aquestes mostres també es van descobrir petitíssimes quantitats d'aminoàcids, originades probablement pel cianur d'hidrogen d'origen cometari, dels ions del vent solar o de l'espai interestel·lar.

«A la Lluna a penes hi ha matèria orgànica —explica el doctor Oró—. En veure el polsim lunar alguns es van fer il·lusions perquè és d'un color negrós, cosa que va fer pensar que potser era substància orgànica. Hi havia hagut un investigador que assegurava, cap a l'any 1962, que aquells cràters plans que s'albiren a la Lluna i que s'anomenen mars tenien un color més fosc en la part més fonda perquè allà en el passat hi havia hagut un mar o un llac i que en aquells indrets hi podia haver restes de matèria orgànica fòssil. Però es va demostrar que no era així. De fet la major part són cràters produïts pels impactes còsmics.»

El doctor Oró reconeix que aquests resultats de l'anàlisi de les mostres lunars no van pas suposar una decepció per als investigadors. «D'alguna manera ja ens els esperàvem. La Lluna és un satèl·lit amb molt poca massa gravitatòria, la gravetat és molt baixa i per tant la Lluna, des de la seva formació, no pot retenir aigua ni cap matèria volàtil. A més, amb prou feines hi ha atmosfera. L'atmosfera de la Lluna és deu mil milions de vegades més prima que la de la Terra. L'edat de les roques més antigues que s'han pogut recollir a la superfície lunar és de 4.200 milions d'anys. Són més antigues que les més antigues que s'han trobat fins ara a la superfície terrestre, que és de 3.800 milions d'anys, tot i reconeixent que el sistema solar es va formar ara fa uns 4.650 milions d'anys i que aproximadament aleshores es va formar el sistema Terra-Lluna, com a conseqüència d'un impacte catastròfic. D'altra banda hi ha moltes similituds entre les roques de la Lluna i les del mantell terrestre, com a producte lògic del seu origen comú, d'acord amb la teoria de Cameron.»

7. El programa Viking d'exploració de Mart

L'any 1964, quan encara s'estava començant a desenvolupar el programa Apollo, ja va tenir lloc a la Universitat de Stanford, a Califòrnia, una reunió d'un centenar de científics, dirigida pel professor Joshua Lederberg, premi Nobel, per planificar l'exploració del planeta Mart, a través del que es va anomenar programa Viking. En aquesta reunió hi va participar el doctor Oró.

L'equip d'estudis biològics que es va constituir estava dirigit pel professor Klein, que coordinava diversos laboratoris. L'equip d'Anàlisi Molecular, en el qual es va integrar el doctor Oró, tenia com a cap el professor Klaus Biemann, del Massachussets Institut of Technology. A la reunió de Stanford es va plantejar quin seria el millor sistema per analitzar les mostres de matèria orgànica de la superfície del planeta Mart, tenint present que tota aquesta anàlisi s'havia de fer automatitzada ja que la nau que viatjaria a Mart no podia ser tripulada ni les mostres serien transportades a la Terra.

Klaus Biemann, que havia treballat en l'espectrometria de masses, va suggerir enviar a Mart un petit espectròmetre com el que havia desenvolupat l'enginyer Griffin al Jet Propulsion Laboratory (JPL), és a dir, Laboratori de Propulsió a Reacció, que posseïa la NASA a Pasadena. El doctor Oró, però, va suggerir que, perquè les anàlisis fossin més fiables i definitives, es podia complementar l'espectròmetre amb un cromatògraf de gasos, reproduint a petita escala l'instrument LKB que Oró utilitzava al laboratori de la

Universitat de Houston. Aquest aparell, però, pesava dues tones. Es tractava de fabricar, doncs, un model a escala cent vegades més reduïda, de forma que pesés solament uns vint quilos, tot incorporant, a més, unes vàlvules especials que controlessin l'excedent de gasos que se suposava que hi hauria al planeta Mart.

Després d'haver considerat els pros i els contres i les possibilitats reals de construcció d'aquesta versió reduïda de l'instrument LKB, la proposta d'Oró fou acceptada i es van muntar dos aparells de les característiques indicades que van formar part dels *lander,* els ginys espacials que van aterrar a la superfície del planeta Mart, un a la Plana Daurada —Chryse— situada més a l'equador del planeta, i un altre a la Plana Utopia, més al nord. I allà han restat els dos *lander* amb tots els seus instruments.

L'estudi del planeta Mart es presentava d'entrada més interessant que el de la Lluna perquè alguns astrònoms prestigiosos i amb rigor científic havien explicat que els semblava percebre a la superfície del planeta vermell una mena de canals d'irrigació, cosa que representava l'existència de formes de vida intel·ligent. El divulgador científic Carl Sagan, que formava part també del programa Viking, havia defensat aquesta hipòtesi en el seu llibre *Cosmos.* Altres científics, com el professor Lowell, estaven segurs de l'existència de vida a Mart.

Abans de l'exploració de Mart ja es va arribar a la conclusió, però, que aquells suposats canals no eren res més que un efecte visual. Com a conseqüència de les tempestes que hi ha al planeta Mart es produeixen unes petites dunes que el vent alinea. Aleshores els promontoris de les dunes formen, vistos a la distància, com uns petits puntets que enganyen l'ull, de manera que sembla que hi hagi una línia allà on només hi ha una successió de cúpules

dels promontoris. No hi havia, doncs, canals sinó un seguit de dunes.

En principi, l'any per a l'arribada a Mart es va fixar que havia de ser el 1973. Però el president Nixon va retallar el pressupost destinat a la NASA, cosa que va provocar que els diferents passos del programa es retardessin. Aquesta circumstància no va ser mal acollida pels científics, els quals consideraven que en la data fixada inicialment de ben segur no haurien tingut enllestit tot el variat i complex treball de preparació que comportava el programa d'exploració de Mart.

Finalment, el 20 d'agost de 1975 va sortir de cap Canaveral el primer dels dos Viking en direcció a Mart. El segon Viking va enlairar-se el 9 de setembre. Tot i el retard de dos anys sobre el calendari inicialment previst, els darrers mesos abans de la sortida es van haver de constituir uns equips molt nombrosos de científics —que en alguns moments van reunir més de 2.000 persones— per poder tenir a punt tots els diversos aspectes del projecte.

Per un interès polític s'havia establert que l'arribada a Mart havia de ser el 4 de juliol de 1976, que coincidia amb el bicentenari de la independència dels Estats Units. Les naus que van sortir de la Terra l'estiu de 1975 van passar onze mesos creuant l'espai interplanetari entre la Terra i Mart. Les naus es comandaven des de la Terra amb una interacció a la velocitat de la llum entre cada nau i els controladors terrestres, a part els mecanismes automàtics que hi havien estat incorporats. Així va resultar que el dia 4 de juliol, encara que es pot dir que la primera de les naus ja era a tocar Mart, no s'havia trobat el lloc ideal per aterrar, el lloc segur, segons les condicions prefixades.

L'home va posar el seu primer vehicle a Mart, finalment, el dia 20 de juliol de 1976, set anys després, dia per dia, que Armstrong i Aldrin havien trepitjat la superfície lunar. La segona nau va arribar el 3 de setembre. Els Viking tenen tres parts. La primera era el coet propulsor, que queia al mar i restava per tant a la Terra. La segona era el satèl·lit, que és l'aparell que resta en òrbita del planeta Mart, i la tercera era l'anomenat *lander,* que era el vehicle que havia de descendir fins a la superfície de Mart.

En el procés d'aterrament hi havia tres fases. La primera, de fricció, suposava una desacceleració del vehicle, protegit per aïllants de suro i de plàstic per evitar-ne la ignició. La segona era l'obertura d'un paracaigudes que disminuïa encara més la velocitat del *lander.* En la tercera entraven en funcionament uns retropropulsors que amortien el descens fins a fer que el vehicle quedés dipositat sobre la superfície del planeta.

El doctor Oró va tenir una intervenció també en el procés de decidir la forma que havia de tenir aquest retropropulsor. En principi, estava previst d'acoblar als *lander* que havien d'aterrar a Mart un sol retropropulsor de grans dimensions, com el que duia la nau que va aterrar a la Lluna i que en descendir aixecava una gran quantitat de pols. En l'Apollo XI el fet no va representar cap problema ateses les dimensions que tenia la nau, molt superiors a les del vehicle que havia d'aterrar a Mart.

En una visita al Langley Research Center, de la NASA, a Hampton, Virgínia, on s'estaven dissenyant els aparells dels Viking, Oró va suggerir que el sistema de retropropulsor únic seria fatal a Mart perquè la pols que aixecaria podia fins i tot enterrar el *lander* i inutilitzar-lo. Va ser aleshores que es va decidir incorporar a l'aparell no un sol retropropulsor sinó tres unitats més petites

de retropropulsió, dividides, a més, en divuit petits bufadors, que produirien un efecte molt més amortit sobre la superfície de Mart. Així l'aterratge a Mart va ser molt suau i la quantitat de pols que es va aixecar va ser mínima, tot i que fou suficient per entelar, en un primer moment, tot seguit de l'arribada, les lents de les càmeres que transmetien les imatges que s'albiraven des del *lander* i que fins al cap d'una estona no es van anar aclarint.

En l'arribada a Mart hi va haver un altre fet curiós i és que el *lander* —que tenia tres potes per facilitar-ne l'estabilitat a pesar de la irregularitat possible del terreny— duia un mecanisme electrònic que identificava els colors per comparació. Aquests colors s'havien fixat de forma que el cel fos blau però va resultar que el cel de Mart és d'un color ocre rogenc, com a conseqüència de les tempestes que sempre es produeixen al planeta.

El programa Viking contemplava realitzar a Mart uns tretze experiments generals, un dels primers dels quals era estudiar si al planeta hi havia vida. El *lander* duia un robot que treia un braç, agafava una mostra de la superfície del planeta, es retreia i la posava en un embut. A partir d'aquí el material es distribuïa per diversos aparells segons l'experiment que s'havia de realitzar.

Hi havia tres experiments biològics principals a fer. El més important consistia a agafar una mostra del planeta, abocar-la en una cambra i mesclar-la amb una solució d'aigua i substàncies nutritives marcades amb carboni 14 radioactiu, com ara glucosa, o alguns aminoàcids simples, com la glicina, entre altres substàncies. Aquest experiment va donar uns resultats que van deixar parats els biòlegs. El primer que es va comprovar és que la mescla havia produït una gran quantitat de diòxid de carboni radioactiu. La cosa resultava espectacular perquè ni la terra més adobada d'un hort no

produiria un senyal tan fort d'existència de vida. Els directius de la NASA es van posar en contacte amb el Congrés i amb el govern dels Estats Units, els quals van autoritzar que la notícia es fes pública l'endemà. Era un divendres al vespre.

Així, el dissabte al matí, en el JPL de Pasadena, la NASA va fer pública la informació del presumpte descobriment de l'existència de vida a Mart. Primer es va presentar a un centenar de científics, membres del programa Viking, després s'havia de comunicar a la premsa. El doctor Oró recorda així aquell moment i el que allí va succeir:

«Quan els biòlegs van començar a presentar els resultats tothom es va quedar veient visions. Abans, jo ja sospitava que a Mart no hi podia haver vida perquè hi havia un nivell d'oxidació molt alt. Quan van posar la segona diapositiva, amb tots els ingredients que havien intervingut en la mescla reactiva, vaig veure que l'últim de tots era l'àcid fòrmic. Em va caure l'ànima als peus. Aleshores vaig adonar-me clarament que estàvem davant d'un gran error. Jo sabia com es podia interpretar allò, jo sabia què havia passat allà i que aquell resultat que se'ns presentava com una gran troballa no tenia res a veure amb l'existència de vida. Vaig demanar per parlar, sol·licitant permís als biòlegs, i em vaig oferir a explicar el que em semblava. A la sala hi havia unes cares de tensió, un silenci sepulcral, perquè, és clar, jo trencava aquell entusiasme d'haver descobert vida a Mart, que era una perspectiva que entusiasmava tothom. Però, no, era l'àcid fòrmic, en oxidar-se, químicament, no biològicament, el que produïa aquella confusió, aquella sensació d'existència de vida que en realitat era falsa. Vint anys enrere, en fer la tesi doctoral, jo havia estudiat els mecanismes d'oxidació de l'àcid fòrmic. És una oxidació molt fàcil i allà estàvem, en realitat, davant la reproducció d'aquell procés.»

Els periodistes esperaven, però, que tingués lloc la conferència de premsa en la qual havien de produir-se aquelles revelacions espectaculars. Aleshores es va optar per una solució salomònica. «El doctor Harold Klein, que era el coordinador dels equips biològics, va ser molt correcte —recorda el doctor Oró—. Va dir que els professors Levin i Straat, biòlegs, consideraven que s'havien trobat evidències de l'existència de vida microbiana a Mart, però que un membre de l'equip d'Anàlisi Molecular —i va esmentar el meu nom— aportava una interpretació química segons la qual el que s'havia trobat a Mart no tenia res a veure amb la vida. Aleshores la premsa va recollir les dues versions. *The Los Angeles Times,* per exemple, explicava la interpretació meva.»

Tot i que no s'hi va trobar vida, l'exploració de Mart va ser positiva des d'un punt de vista científic i tecnològic, entre altres coses perquè la investigació que va provocar va fer avançar molt els coneixements en camps com la robòtica o els supercomputadors. El programa Viking ha estat un dels projectes de la NASA que van funcionar amb més correcció. En tot cas el fet que, amb el temps, es confirmés la teoria del doctor Oró i que no es trobés vida a Mart va fer que es perdés l'interès per l'exploració d'aquest planeta, almenys temporalment, segons els plans inicials.

«El programa de Cosmoquímica Orgànica finançat per la NASA —explica el doctor Oró— el vaig anar continuant fins al 1994. El que he anat fent han estat treballs de síntesi orgànica en les condicions de la Terra primitiva o bé treballs d'anàlisi, ja sigui de meteorits, de roques molt antigues, d'organismes molt primitius com els arqueobacteris i d'altres mostres terrestres. Als meus alumnes sempre he procurat donar-los una formació dual, que inclogués el coneixement de la química relacionada amb aquestes

qüestions i a més l'anàlisi química, utilitzant les tècniques més avançades, principalment la cromatografia gasosa i l'espectrometria de masses combinada.»

8. Les propostes per tornar a l'Estat espanyol

L'anomenada com a científic que va anar prenent el doctor Oró des de principis dels anys 60 va provocar que sorgissin diverses propostes per fer que tornés a l'Estat espanyol a viure i a treballar. La seva participació, l'any 1961, en una reunió de la Societat Espanyola de Bioquímica, que va tenir lloc a Santiago de Compostel·la, va fer que comencés a ser conegut com a científic espanyol emigrat als Estats Units. Des d'aleshores, i al llarg dels anys, es van formular diversos projectes, més sòlids o més ocasionals, per afavorir la tornada de Joan Oró a l'Estat espanyol, perquè hi pogués treballar en les condicions adequades.

La primera d'aquestes propostes va oferir-la la Universitat de Granada, que més endavant, el 1972, nomenaria Joan Oró doctor *honoris causa*. El rector de la Universitat de Granada, Federico Mayor Zaragoza, va oferir al doctor Oró venir a treballar en aquesta universitat i disposar d'un edifici que la universitat posseïa a Màlaga per muntar-hi el laboratori. L'acord no va ser possible perquè l'oferta de la Universitat de Granada no compensava que el doctor Oró abandonés la Universitat de Houston i els treballs per a la NASA que estava realitzant.

El segon intent va tenir lloc a Barcelona quan el rector de la Universitat Autònoma, Vicente-Luis Villar Palasí, germà de qui aleshores era ministre d'Educació, va disposar-se a nomenar el doctor Oró professor extraordinari de l'esmentada universitat. Era

l'any 1971. El nomenament va anar precedit d'una complexa negociació politicoadministrativa. Fins aleshores no existia la categoria de professor extraordinari, que va ser creada per evitar la rigidesa acadèmica i burocràtica del sistema de nomenament de catedràtics. El fet va provocar tensions en el Consejo de Universidades, discussions i propostes diverses, que es van resoldre amb el nomenament de quatre professors per decret: els doctors Antoni Puigvert i Joan Oró per la Universitat Autònoma i Gil Vernet i Joaquim Barraquer per la Universitat de Barcelona. En definitiva i a la pràctica aquesta decisió acadèmica permetia més llibertat als rectorats a l'hora de gestionar qüestions econòmiques i administratives i de dotar les càtedres d'òrgans d'investigació annexos.

Així, doncs, el 1971, i com a producte de l'operació esmentada, el doctor Oró va demanar l'excedència a la Universitat de Houston i va passar a ser, durant uns mesos, el cap de la càtedra de Biofísica que s'havia creat a la Universitat Autònoma de Barcelona. Juntament amb aquesta càtedra, el doctor Oró havia emparaulat amb el rector Villar Palasí la creació de l'Institut de Biologia Fonamental (IBF), que efectivament es va dur a terme, i que es va instal·lar, en uns mòduls prefabricats, a l'hospital de Sant Pau. Avui dia aquest Institut existeix formant part de la Universitat Autònoma de Barcelona. El 1981 el doctor Oró en va ser nomenat president del Consell Científic Internacional.

Al cap d'uns mesos de treballar a la Universitat Autònoma en la càtedra que s'acabava de crear, el doctor Oró, però, va decidir de tornar a Houston, atès que va veure que tampoc no es concretaven totes les promeses que se li havien fet per garantir-li el retorn.

El tercer intent de fer tornar el doctor Oró a l'Estat espanyol va tenir altra vegada com a impulsor Federico Mayor Zaragoza. Era

cap a l'any 1974 i Mayor ocupava el càrrec de sotssecretari del Ministeri d'Educació i Ciència. El doctor Oró estava treballant en el centre que la NASA té a Califòrnia i havia començat a planificar el simposi d'homenatge a Severo Ochoa, en complir els 70 anys, que havia de celebrar-se l'any vinent, el 1975.

Aleshores, Mayor va proposar una reunió a Nova York per tractar el retorn a l'Estat espanyol d'Oró i d'Ochoa en què, a més dels esmentats, hi va participar José Luis Yuste, que era el director de la Fundació Juan March. Mayor volia aprofitar uns terrenys de la Universitat Autònoma de Madrid per construir un edifici que acolliria l'Institut de Biologia Molecular Severo Ochoa, mentre que a Barcelona es constituiria l'Institut de Biofísica i Neurobiologia perquè hi treballés el doctor Oró i també el doctor Emili Gelpí, que s'havia especialitzat en l'estudi de la neuroquímica i de la biomedicina. L'esmentat Institut es va crear mitjançant decret el juny de 1975 i es va adscriure al Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

La Diputació de Barcelona havia projectat i disposava d'un edifici, a Cerdanyola, que s'anomenava Flor de Maig, per dedicar-lo a la investigació farmacèutica, en un projecte que impulsava Josep Maria Sabaté. Aleshores, en un contacte a diverses bandes entre la Diputació de Barcelona, el Ministeri d'Educació i Ciència, la Fundació Juan March i el CSIC es va plantejar la possibilitat que l'Institut de Biofísica i Neurobiologia anés a l'edifici Flor de Maig.

Els esdeveniments es precipitaren a partir de la celebració del simposi d'homenatge a Severo Ochoa, que va tenir lloc a Barcelona i a Madrid en un moment polític tan crucial i delicat per a l'Estat espanyol com és el setembre de 1975. D'una banda, a Madrid ja estava construït l'Instituto de Biologia Molecular Severo Ochoa

(IBMSO), a punt de ser inaugurat pels prínceps d'Espanya Juan Carlos i Sofía. En un moment donat, però, Ochoa va dir que no en volia saber res del projecte de l'IBMSO perquè no estava dissenyat d'acord amb els plànols d'arquitectura i d'enginyeria que s'havien fet els anys anteriors, finançats pel conveni de cooperació científica entre els Estats Units i Espanya. Ochoa, doncs, va advertir que restaria als Estats Units. Mayor Zaragoza, desesperat, va intentar totes les gestions possibles per fer canviar d'opinió el premi Nobel, cosa que es va aconseguir finalment en una reunió a la Diputació de Barcelona, a l'actual Palau de la Generalitat, entre Severo Ochoa, Eduardo Primo Yúfera, del CSIC, i Joan Oró. Ochoa va acabar acceptant d'instal·lar-se a Madrid.

El simposi d'homenatge a Severo Ochoa va servir també perquè s'avancés en el projecte de Flor de Maig. Es va fer una visita a l'indret, va tenir lloc una reunió a la Diputació de Barcelona, que presidia Joan Antoni Samaranch, amb participació de representants d'aquesta institució, del Ministeri d'Educació i Ciència, de la Fundació Juan March i del CSIC, i en la qual es van formular un conjunt de plantejaments que es van posar fins i tot per escrit, per bé que en definitiva tampoc no es durien a terme, entre altres raons pels canvis polítics que es van produir poc temps després, amb l'anada, per exemple, de Joan Antoni Samaranch a Moscou com a ambaixador d'Espanya. Així, el doctor Oró es va desvincular del projecte de l'Institut de Biofísica i Neurobiologia que esdevindria, però, l'embrió del que uns anys després va ser el Departament de Neuroquímica Analítica, dirigit pel doctor Emili Gelpí, i adscrit al Centre de Recerca i Desenvolupament del CSIC, a Barcelona.

Tot fent un breu excurs caldria comentar que el simposi dedicat a Severo Ochoa va ser també l'ocasió per refermar l'amistat entre dues

persones d'ocupacions i de tarannà tan diversos com el doctor Oró i el pintor Salvador Dalí. Oró i Dalí ja es coneixien des de l'any 1970, aproximadament, quan el doctor Oró preparava el primer simposi d'homenatge al doctor Francesc Duran i Reynals —el català estudiós del càncer que havia treballat durant força anys als Estats Units, on havia mort el 1958— que va tenir lloc a Barcelona el 1971. Dalí, que aleshores era a Nova York i que havia conegut i tractat Duran i Reynals, va accedir a dibuixar el cartell d'aquesta reunió.

La relació entre Oró i Dalí va continuar arran d'una reunió de la Societat Internacional per a l'Estudi de l'Origen de la Vida, que va tenir lloc a la Universitat Autònoma de Barcelona l'any 1973, organitzada també pel doctor Oró, per a la qual el pintor surrealista, que aleshores era a París, també va dibuixar un cartell.

En el cas del simposi dedicat a Severo Ochoa, Dalí, que era una persona molt interessada en la ciència i en els nous descobriments, lector habitual de publicacions científiques i de llibres de tema científic, no solament va tenir una intervenció pictòrica, aportant un quadre dedicat a Ochoa, sinó també literària, mitjançant un text ofert al premi Nobel espanyol, que sota el títol "El meu homenatge a Ochoa" diu el següent:

> *«Déu no juga a daus», va escriure Albert Einstein molt abans del descobriment de l'escala de l'ADN, sobre els esglaons de la qual viatgen els àngels, en el somni de Jacob que vaig tenir la nit abans de dibuixar el d'en Severo Ochoa; i simbolitzen els missatgers del codi genètic, o molècules de polinucleòtids, que varen ser sintetitzades per primera vegada al laboratori de Severo Ochoa.*
>
> *Tot i que no soc científic, haig de confessar que els esdeveniments científics són els únics a guiar constantment la meva ima-*

ginació, al mateix temps que il·lustren les intuïcions poètiques dels filòsofs tradicionals, fins al punt de la bellesa enlluernadora de determinades estructures matemàtiques, especialment la dels politops i sobretot les d'aquells moments sublims d'abstracció, els quals, vistos a través del microscopi d'electrons, semblen virus de forma polièdrica regular, confirmant el que Plató va dir: «Déu sempre fa geometria».

El text està datat el 15 de setembre de 1975, és a dir, durant el mes que van tenir lloc a Barcelona i a Madrid les sessions del simposi d'homenatge a Ochoa, una de les activitats paral·leles del qual va ser justament la visita al pintor empordanès, a Port Lligat, que van fer els participants en el simposi. Dalí va rebre els visitants amb un *Scientific American* a les mans i després va participar en un dinar amb els professors i investigadors.

En el decurs dels contactes que va mantenir amb els dirigents polítics de l'ensenyament i de la investigació científica a l'Estat espanyol el doctor Oró va suggerir, ja l'any 1974, la conveniència de crear un centre d'investigació marina i oceanogràfica, que a més oferís cursos de formació en matèries afins. Aquest centre va ser creat pel CSIC el 1975 amb el nom de Centre Mediterrani per a la Investigació i el Desenvolupament. El febrer de 1977 es va signar un acord entre la Diputació de Girona, l'Ajuntament de Blanes i el CSIC per construir aquest centre a la població de la Selva. Així mateix es va constituir una fundació per donar suport econòmic a les activitats del centre. El centre es va construir seguint els plans de l'Institut de Física Teòrica de Trieste i va ser inaugurat el 1984. Actualment l'organisme s'anomena Centre d'Estudis Avançats de Blanes i a part de dur a terme treballs sobre oceanografia ha am-

pliat les seves activitats vers altres camps científics com ara l'estudi de la intel·ligència artificial.

El darrer projecte per gestionar el retorn del doctor Oró a l'Estat espanyol, a Catalunya en concret, va tenir lloc ja en el període democràtic, el 1980. El doctor Oró es va presentar com a candidat independent al Parlament de Catalunya, per la circumscripció de Lleida, en la llista de la coalició Convergència i Unió en les primeres eleccions que hi va haver al Parlament de Catalunya, després de la restauració de la democràcia l'any 1980.

La tasca política que es disposava a fer el doctor Oró havia d'anar acompanyada d'una important activitat científica. L'Estatut de Catalunya contemplava que la investigació científica i tècnica era competència exclusiva de la Generalitat. Es preveia, doncs, que entre els primers traspassos de competències de l'Estat central a la Generalitat hi hauria els corresponents a la recerca. Amb aquesta previsió es va constituir la Comissió Interdepartamental de Recerca i Innovació Tecnològica (CIRIT) i també una altra institució, la Fundació Agrícola Catalana, el primer director de la qual va ser el doctor Oró. Des d'aquesta Fundació, Oró havia de dirigir la recerca i administrar els fons que vinguessin de Madrid per a investigació. Lamentablement, però, els traspassos no es produïren en el temps previst i, un any després, el doctor Oró va tornar a la Universitat de Houston, de la qual continuava essent professor en excedència.

«Tots els intents que es van fer perquè jo tornés a Espanya o a Catalunya —explica el doctor Oró— van fracassar, doncs. De fet jo tenia la intuïció subconscient que no anirien bé. No és que jo desitgés que no reeixissin, és que, com que conec els espanyols i en particular els catalans, pressentia que no ens en sortiríem.

Aquí hi ha unes lluites, uns conflictes, uns problemes que als Estats Units no hi són. Allà hi ha moltes universitats i moltes institucions que patrocinen la recerca. La gran llibertat que hi ha als Estats Units també afavoreix que els científics tinguin més mitjans i que estiguin més ben tractats per part de la societat. A Espanya tot és més tancat, més rígid. Hem heretat una estructura universitària molt feixuga. Ara a Espanya es va avançant, alguns laboratoris estan a l'altura de qualsevol de la resta del món, però com que dúiem molt d'endarreriment per causa de la manca de tradició investigadora encara hi ha molt camí a recórrer. En resum diria que no me'n penedeixo de no haver-me acabat d'instal·lar a Espanya. Jo pressentia que no podia ser. Als Estats Units he pogut continuar sense problemes i amb bons mitjans la tasca investigadora. Si hagués tornat a Espanya potser no hauria pogut fer el que he fet.»

A pesar de tots aquests intents frustrats i de la perspectiva que té el doctor Oró de la diferència que hi ha entre les possibilitats d'investigació als Estats Units o a l'Estat espanyol, del que hem dit es dedueix que la vinculació del doctor Oró amb Catalunya ha estat intensa des de principis dels anys 70, tot i que hagi continuat vivint i investigant als Estats Units. Sovint el doctor Oró s'ha esforçat a relacionar els dos països. En aquest sentit fou important la creació, l'any 1981, de l'Associació Amics de Gaspar de Portolà, presidida pel doctor Oró, que té com a finalitat fomentar les relacions entre Catalunya i Califòrnia. L'associació, que té el suport de diverses institucions públiques i privades de Catalunya i dels Estats Units, du el nom del capità lleidatà que al darrer terç del segle XVIII va explorar la baixa Califòrnia. L'Associació d'Amics de Gaspar de Portolà ha fet una tasca important en la concessió de

beques de postgrau perquè estudiants catalans puguin completar el seu treball en institucions universitàries nord-americanes.

D'altra banda, el 1986, el doctor Oró va participar en la constitució (i com a vocal del patronat) de la Fundació Catalana per a la Recerca, que reuneix organismes públics, com la Generalitat de Catalunya, empreses i entitats financeres amb la finalitat comuna de promoure i desenvolupar la investigació científica al nostre país i de donar-la a conèixer a la societat catalana.

Preocupat per mantenir els vincles amb la seva ciutat natal, el doctor Oró va impulsar així mateix la creació de la Fundació Joan Oró a Lleida, que es va constituir formalment el 22 de març de 1993. Aquesta fundació, associada a la Fundació Catalana per a la Recerca i amb bones relacions amb la Universitat de Lleida, té com a objectiu promoure la investigació científica bàsica i aplicada i les relacions entre les empreses lleidatanes i el món universitari. En concret, la Fundació Joan Oró està interessada a potenciar la investigació en les ciències bioquímiques i espacials, a les quals s'ha dedicat el doctor Oró durant més de quaranta anys, i també la investigació aplicada a l'enginyeria agrícola, les ciències forestals i el medi ambient. La Fundació, que té entre els projectes la constitució d'un museu sobre l'evolució històrica i cultural de les terres de Ponent, ha ampliat la seva activitat vers àmbits diversos, com ara el Simposi Internacional de Biomedicina que va tenir lloc el novembre de 1993 a Lleida.

El doctor Oró va accedir a la jubilació com a professor de la Universitat de Houston l'any 1994, moment a partir del qual va ingressar en la categoria de professor emèrit. Els darrers anys de la vida del doctor Oró també es van produir alguns fets cabdals d'ordre privat. El principal de tots fou la mort de la seva esposa,

Francesca Forteza, el 13 de febrer de 1990, a Houston, com a conseqüència d'un carcinoma de pàncrees. «La meva dona fou la meva deessa —explica, emocionat, el doctor Oró—, fou una gran persona. Sense ella, sense la seva bona disposició, jo no hauria pogut fer el que he fet. Ella va acceptar que jo marxés sol als Estats Units a completar els estudis, quan ja teníem tres fills, tot i que per a ella no era fàcil, és clar. Ella em va oferir sempre suport i ànim en tot i per a tot i va donar una bona formació als nostres fills.»

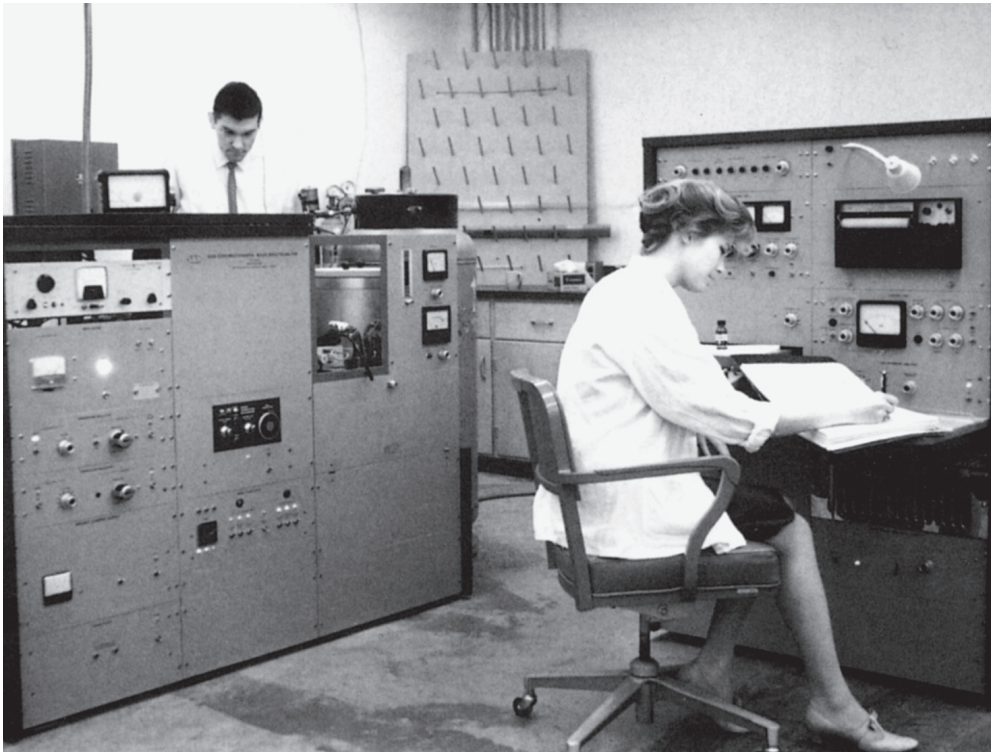
El doctor Oró va contraure segones núpcies el 13 de juny de 1995 amb la senyora Antònia Vilajoliu, vídua, natural de Balaguer, amiga de temps de la família Oró. L'enllaç matrimonial va tenir lloc al monestir de Sant Jeroni de la Murtra, a Badalona, un indret significat en la història perquè és on els Reis Catòlics van rebre Cristòfor Colom, de retorn a la península després d'haver descobert Amèrica. Justament el 1993 Joan Oró va participar en la celebració, presidida pels Reis d'Espanya, que va tenir lloc a l'esmentat monestir, que commemorava el cinc-cents aniversari del retorn de Colom. El doctor Oró, tot i estar retirat de la labor docent, va continuar assistint a congressos i simposis i interessant-se pels nous descobriments realitzats en les matèries que han estat objecte de la seva atenció científica durant tants anys.

En aquesta casa, a la cruïlla dels carrers Anselm Clavé i Comtes d'Urgell de Lleida, va transcórrer gran part de la infantesa i la joventut de Joan Oró. Als baixos hi havia el negoci familiar, el forn La radio | Arxiu fotogràfic de la família Oró

Joan Oró va néixer en aquesta casa —porta i balcó de la dreta— de la Bordeta, a Lleida, el 1923 | Arxiu fotogràfic de la família Oró

El noi Joan Oró amb els seus pares i les seves germanes | Arxiu fotogràfic de la família Oró

Joan Oró, Francesca Forteza i els seus fills, el gener del 1958, a l'Empire State Building de Nova York, quan va arribar als Estats Units per instal·lar-s'hi | Arxiu fotogràfic de la família Oró



L'instrument LKB, d'espectrometria de masses i cromatografia de gasos, amb què Joan Oró va treballar al seu laboratori de Houston | Arxiu fotogràfic de la família Oró

Despatx de Joan Oró al seu pis de Barcelona | Foto: Mercè Piqueras

Joan Oró i la seva esposa amb l'astronauta Neil Armstrong, el primer home que va trepitjar la Lluna | Arxiu fotogràfic de la família Oró

Joan Oró, el 1969, al Johnson Space Center, rep mostres lunars portades per l'Apol·lo 11, per analitzar-les | Arxiu fotogràfic de la família Oró

La família Oró Forteza fotografiada a Houston el desembre del 1973 |
Arxiu fotogràfic de la família Oró

Joan Oró es va casar en segones núpcies amb Antònia Vilajoliu el 13 de juny de 1995 | Foto: Elena Castillo

Joan Oró amb l'astrofísic i astrònom Frank D. Drake (1930-2022), en el Congrés sobre l'Origen i Evolució de la Vida celebrat a Barcelona el 1993 | Foto: Elena Castillo

Joan Oró, el 1995, a la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona | Foto: Elena Castillo

Joan Oró, doctor *honoris causa* per la Universitat de Lleida l'any 1999 | Arxiu fotogràfic UdL

Artur Mas i Joan Oró presidint la col·locació de la primera pedra del Parc Astronòmic del Montsec, el 4 d'octubre de 2002 | Foto: Tony Alcántara (*La Mañana*)

Segell de correus dedicat a Joan Oró, emès l'any 2008

9. Cinc converses amb Joan Oró

9.1. La societat nord-americana

Després d'haver viscut durant més de quaranta anys als Estats Units, quina visió té vostè de la societat nord-americana?

La societat nord-americana té coses molt positives. Jo, en general, en destacaria una, que és la gran llibertat que hi ha als Estats Units. Això em va cridar molt l'atenció quan hi vaig arribar, l'any 1952, venint de l'Espanya franquista. I encara ara hi ha moments que em sorprèn. D'altra banda, als Estats Units la iniciativa privada sempre ha anat de bracet amb la iniciativa pública pel que fa a impulsar projectes d'interès general, com ara universitats, centres mèdics, espais públics, etc. És una cosa que aquí, a Catalunya, a Espanya, hauríem d'aprendre a fer, tot evitant els recels i les malfiances que existeixen entre un sector i l'altre. Als Estats Units hi ha una bona llei de fundacions que afavoreix la generositat privada i que la premia amb desgravacions fiscals. A Houston mateix hi ha un gran parc, el Hermann Park, amb un zoològic, un auditori a l'aire lliure, etc., que és producte de l'herència d'un milionari suís que no tenia fills i va fer un llegat a la ciutat, senzillament. A la vora del parc s'hi ha construït el centre mèdic més gran del món, el Texas Medical Center, on treballen i estudien més de seixanta mil persones. Quan jo vaig anar al Baylor College of Medicine, el 1953, només

hi havia dos hospitals i la universitat. Avui dia hi ha més d'un centenar d'edificis mèdics.

I pel que fa al camp de la ciència, en què vostè ha treballat, quin és el tret fonamental de la realitat nord-americana?

Doncs, miri, una extensió del mateix que ara li deia. La NASA, per exemple, ha funcionat sempre mitjançant una mena de triumvirat entre el govern dels Estats Units, les empreses privades i els científics de diversos camps i d'universitats diverses. Per a mi aquesta és la combinació de forces ideal per desenvolupar la investigació i la tecnologia a qualsevol país del món. El govern hi està interessat, tant per una qüestió política com d'interès públic. Les empreses, que són empreses fortes, capdavanteres, volen participar en aquests projectes no solament per una qüestió de prestigi sinó pels desenvolupaments tecnològics que comporten, i els científics són els que tenen els coneixements específics en cada camp però que necessiten els mitjans econòmics i instrumentals que els ofereixen les altres dues parts per desenvolupar les investigacions. Aleshores, ho repeteixo: crec que aquesta és la fórmula de col·laboració ideal per fer avançar un país.

I els aspectes negatius, de la societat nord-americana, quins són per a vostè?

La violència, el primer de tots. Els Estats Units és el país més violent del món. Miri, quan jo vaig arribar a Houston la vaig batejar com la ciutat dels 300. 100 graus Fahrenheit de temperatura, 100 per cent d'humitat i 100 assassinats a l'any. Ara, com que el nombre d'habitants de Houston, des del 1953, s'ha multiplicat per sis, la temperatura i la humitat continuen a 100 però els assassinats anuals s'havien multiplicat també en proporció al nombre de ciu-

tadans, encara que darrerament ha pujat al poder un alcalde que està posant molta policia i està controlant bastant tanta violència.

I quines són les causes d'aquesta violència?
La més important de totes, per a mi, és el debilitament que ha experimentat l'estructura familiar als Estats Units. La manca d'una educació familiar sòlida fa que no es valori adequadament la vida pròpia ni la dels altres. Als Estats Units la mena de crim més habitual és el que podríem anomenar els crims de la poca substància, són assassinats absurds, provocats per discussions trivials, irrellevants. I això passa perquè no es valora la importància de la vida. Hi ha altres factors, a més, com ara la gran proliferació d'armes en mans de tothom.

... que ara es vol limitar, segons tenim entès.
Sí, el president Clinton, que és un bon president, un home molt intel·ligent, amb bona capacitat d'anàlisi i visió de futur, ja ha començat a posar-hi límits, però és que el problema és de fons. Els Estats Units és un país construït sobre les armes. Als segles XVIII i XIX els colonitzadors van pràcticament exterminar els indis. De vegades sento crítiques del que van fer els espanyols a Sud-amèrica. Jo els recordo de seguida que a tot Sud-amèrica els indígenes encara són molt nombrosos mentre que als Estats Units la supervivència dels indis és purament testimonial. Aleshores, callen. I és que hi ha coses molt clamoroses en aquest sentit. La segona esmena de la Constitució dels Estats Units diu que no es podrà limitar la llibertat de constituir milícies ni de portar armes. Parlem de la Constitució, eh? És clar, aleshores de milícies n'hi ha per tots els Estats Units i l'existència d'aquestes milícies és el fonament per-

què hagin passat fets com l'horrible atemptat d'Oklahoma City. Però, és clar, l'Associació Nacional del Rifle, que té un gran poder econòmic i polític, està interessada sobretot a anar venent l'armament que fabriquen els seus associats...

El fet d'Oklahoma City va ser un sotrac per a la societat nord-americana...

Sí, va ser un sotrac, com ho havien estat, en el mateix sentit, els fets de Waco o com ho ha estat el judici a O.J. Simpson, que ha tingut la sentència més injusta del món. Pensi que havien identificat el seu ADN, que això era una prova més concloent encara que si l'haguessin fotografiat al moment de cometre els crims... Però, bé... Les diferències racials també són un factor creixent de violència, ja es va poder veure a la revolta de Los Angeles. Aquest és un factor que en lloc de disminuir, creix, com els incendis provocats d'esglésies afroamericanes el 1995 i 1996. Els Estats Units és un país paradoxal. Per ser un país tan avançat hi ha una enorme quantitat de gent molt ignorant i amb molta tendència al fanatisme, que es vehicula, per exemple, a través de les religions i de les sectes. Als Estats Units s'hi practiquen dues mil religions de tota mena, que aviat és dit.

Així, com a resum de la seva visió dels Estats Units podríem conservar aquest concepte de la paradoxa?

Sí, és el problema dels grans contrastos. Els Estats Units és alhora el millor i el pitjor país del món. D'una banda hi ha una llibertat envejable que potser no existeix enlloc més. Però aquesta llibertat, aplicada sobre una barreja de grups ètnics i d'estatus econòmics tan complexa com hi ha als Estats Units, provoca una reacció

similar a aquell principi de termodinàmica que diu que perquè un extrem sigui calent l'altre ha de ser fred. Si hi ha les situacions millors també hi ha d'haver les pitjors. És fatal... No hauria de ser així, és clar, però... De tota manera tinc l'esperança que a mesura que la gent vagi rebent una millor educació científica i ètica puguem trencar aquest cercle viciós en què està immersa la societat.

9.2. L'estudi de l'origen de la vida

En pàgines anteriors ens hem referit al descobriment de la nova síntesi de l'adenina, a partir del cianur d'hidrogen, però, a més d'aquesta, quines són les altres línies d'investigació principals que ha seguit en l'estudi bioquímic de l'origen de la vida?

El criteri fonamental pel qual m'he regit sempre és el principi de Darwin segons el qual els éssers complexos venen dels més senzills, de manera que també les molècules més complexes han de venir de les més senzilles. Aleshores, a més de l'estudi d'aminoàcids, purines i pirimidines, hem sintetitzat nucleòtids i molècules com l'ATP. Una vegada se sintetitzen els monòmers, llavors l'important és veure com es poden formar molècules més complexes, és a dir, polímers, com els poliaminoàcids. Així vam aconseguir la síntesi de diversos polímers d'aminoàcids, el que s'anomenen polipèptids, compostos que són semblants a les proteïnes.

I pel que fa a l'estudi de les molècules genètiques?

Són l'altre gran grup que també hem estudiat, la formació dels polinucleòtids, que són la base de les molècules genètiques. En aquest cas s'ha de partir del que s'anomenen mononucleòtids, que tenen tres parts, una base nitrogenada, que pot ser una purina o

una pirimidina, un sucre, que normalment és la ribosa —en el cas de l'ADN és la deoxiribosa— i un fosfat. En els aminoàcids hi ha una sola molècula. En els mononucleòtids les peces que formen les molècules grans, genètiques, parteixen d'unitats que tenen tres components. Per veure com es formen aquestes molècules s'han d'establir al laboratori processos de síntesi química que permeten l'augment de complexitat i la combinació de les unes amb les altres, tot formant un dímer, un trímer, un tetràmer, un pentàmer, etc., és a dir, se sintetitzen cadenes que contenen una o més molècules. Això no és fàcil d'aconseguir però també ho vam fer al nostre laboratori. A la primera reunió de la Societat Internacional per a l'Estudi de l'Origen de la Vida, que vàrem organitzar a Barcelona l'any 1973, el nostre laboratori va presentar un dels primers resultats sobre la formació de polinucleòtids. La doctora Mella Paecht-Horowitz, que havia treballat amb el doctor Aaron Katchalsky, a Israel, a l'Institut Wizeman, va presentar aleshores també resultats bastant espectaculars sobre la formació de polinucleòtids molt llargs mitjançant l'ajuda catalítica d'unes argiles. Uns estudis molt semblants s'han presentat el 1996 per un equip de San Diego, Califòrnia, on hi ha el professor Orgel, en un centre de la NASA dirigit pel professor Miller. En definitiva, els polinucleòtids són les molècules representants de les genètiques, ja que tenen la informació hereditària que es transmet d'una cèl·lula a l'altra, mentre que els polipèptids, si tenen l'estructura adequada, poden actuar com a catalitzadors. Els polinucleòtids són els amos, els polipèptids són els treballadors.

A més d'aquests dos components de la cèl·lula, n'hi ha algun altre que sigui fonamental?

Sí, la membrana. Calia sintetitzar unes molècules que fessin de membrana, d'embolcall dels processos que duen a terme els polipèptids i els polinucleòtids. En això també hi vam treballar al nostre laboratori, a partir de molècules molt senzilles, amb monòxid de carboni i hidrogen, dos compostos que existeixen a l'espai interestel·lar. En presència de ferro còsmic, és a dir, de ferro i níquel que podria venir dels impactes cometaris, el monòxid de carboni i l'hidrogen es poden combinar formant cadenes d'hidrocarburs i en segons quines condicions es poden formar àcids grassos. Aquests àcids, si es combinen amb el glicerol, i el glicerol amb un fosfat, i el fosfat amb la colina, que és com un derivat d'un aminoàcid, es pot generar fosfatidilcolina, que si es mescla amb aigua i sal forma una estructura tancada, amb doble capa, com si fos la membrana d'una cèl·lula. Aquestes estructures, que es formen espontàniament de la fosfatidilcolina, s'anomenen liposomes. La síntesi d'aquestes tres grans famílies de molècules bioquímiques, indispensables per als éssers vius, és l'essència del que s'ha aconseguit.

La intenció era, doncs, en principi conèixer la naturalesa dels components de la cèl·lula?

És clar. Miri, si s'aconsegueix sintetitzar químicament i amb condicions semblants a les que podien existir a la Terra primitiva, per un costat les molècules genètiques, que porten la informació de l'ésser vivent, i per l'altre les catalítiques, és a dir les proteïnes, i si a més sintetitzem les que formen les membranes que separen el medi intern de l'extern i que permeten que les reaccions a dintre de la cèl·lula puguin tenir lloc molt més de pressa, aleshores es pot dir que ja s'ha aconseguit alguna cosa.

Així l'objectiu de conèixer l'origen de la vida a través dels processos químics es pot dir que és a prop?
Relativament. El que passa és que es poden tenir totes les substàncies i trobar-nos com aquell que té un cotxe però que per viatjar-hi necessita engegar-lo. Com es posa en marxa, la cèl·lula? Com es posa a funcionar? Jo he dedicat alguns articles a aquesta qüestió. Dono molta importància a l'ATP, el trifosfat d'adenosina, que es compon d'adenina, ribosa i tres fosfats. Aquests fosfats, quan formen un pont, sembla que tenen capacitat de transferir energia. O sigui que l'ATP és la moneda universal energètica dels éssers vius. La qüestió pendent és com s'aconsegueix sintetitzar suaument l'ATP dintre d'un liposoma per tal que, a dins d'una cèl·lula, la faci funcionar.

És cap a aquesta direcció que s'orienta l'actual investigació bioquímica sobre l'origen de la vida?
En essència, el que s'està cercant és una molècula que posseeixi capacitat informativa i alhora catalítica, que tingui les dues propietats. Si una molècula pogués reunir les dues funcions —com va suggerir el doctor Walter Gilbert, premi Nobel de Harvard—, aleshores sí que es podria parlar d'un món de l'ARN. La hipòtesi es planteja sobre tres models protocel·lulars. Hi ha tres passos a fer. El primer seria el més simple: aconseguir una membrana de dues capes que tingués a dins una molècula d'ARN, que posseís la capacitat informativa, genètica, el codi per determinar la síntesi d'altres molècules d'ARN i al mateix temps capacitat per dur-la a terme. El segon pas seria aconseguir una molècula com l'anterior, on hi hagués, a més, aminoàcids i que pugui sintetitzar pèptids, els quals, a més, puguin sintetitzar una altra molècula d'ARN. El

tercer pas suposaria que a dins d'aquest model protocel·lular s'hi produís, a més, la transformació de l'ARN en ADN, en presència d'un ribosoma, que és un sintetitzador de proteïnes. Aquest últim model ja podria ser una cèl·lula rudimentària com les que coneixem. Convé destacar que és difícil imaginar aquests processos vitals en absència d'una separació del món exterior, sense aquestes membranes que s'anomenen liposomes i que separen l'interior de la cèl·lula de l'exterior. Els liposomes són estructures moleculars semblants a les membranes cel·lulars. Ara bé, tota aquesta hipòtesi no és fàcil de materialitzar-la en experiments. Els tres passos semblen clars com a hipòtesi però no es podran dur a terme fàcilment.

9.3. L'existència de vida extraterrestre

Doctor Oró, que en pensa de la possibilitat d'existència de formes de vida més enllà de la Terra?

Bé, com que en aquest tema s'ha fet córrer tant la fantasia, m'agradaria definir primer què entenem per vida, per no confondre'ns. Fins al que coneixem avui dia, totes les formes de vida presenten unes característiques comunes pel que fa a l'estructura i a la composició química. Hi ha una unitat anatòmica fonamental que és la cèl·lula, que té uns límits que marquen clarament la separació amb l'exterior i que pot autoreproduir-se i automantenir-se. Així, l'atribut únic i comú de tots els organismes vius, del qual es deriven les altres propietats fonamentals de la vida, és la capacitat de reproducció, de mutació i de transmetre aquesta mutació, que pot ser negativa i letal, però que en altres casos és positiva. És a dir, els éssers vius són sistemes organitzats que es reprodueixen i experimenten mutacions, les quals es transmeten a les generacions

següents, per donar lloc, mitjançant el procés de selecció natural de Darwin, a altres éssers vius, cada vegada més ben adaptats a les condicions del seu ambient i del seu entorn natural, que pot anar canviant. Generalment, la complexitat de l'ésser viu augmenta al llarg del procés evolutiu, com també les capacitats de difusió i de supervivència. Aquestes són les condicions bàsiques de la vida. Després tot va esdevenint més complex, més ric, però, en principi, quan parlem de vida parlem d'aquesta cèl·lula procariota o eucariota, i els éssers multicel·lulars, fongs, plantes, animals, que són complexes organitzacions de cèl·lules eucariotes, amb les característiques que li acabo de resumir.

Molt bé. Aleshores, establert això, tornem a la qüestió inicial. Hi ha la possibilitat que existeixin formes de vida més enllà de la Terra?
Sí, és una possibilitat bastant lògica, encara que per ara no s'hagi demostrat. Miri, jo parteixo d'un raonament de tipus químic, com correspon al que és el camp dels meus coneixements i de la meva professió. De la mateixa manera que hi ha una evolució biològica, que té les seves lleis específiques, també hi ha una evolució de la formació dels elements químics. L'Univers comença amb hidrogen i heli. Després, tres partícules d'heli es combinen i en formen una de carboni. Els compostos de carboni no es destrueixen ni a 100 milions de graus. A la Terra ni l'impacte cometari més violent no produiria una temperatura de 100 milions de graus. Després s'ajunta el carboni i el nitrogen, els quals es combinen amb l'hidrogen i amb altres elements i donen lloc a la formació del cianur d'hidrogen, del cianacetilè, etc., d'on surten els aminoàcids, les purines i les pirimidines. Això per a mi és molt obvi perquè ho he estudiat amb detall, però hi ha alguns científics que, desconeixe-

dors de la gran estabilitat dels elements biogènics (H, C, N, O, S, P, etc.) els costa una mica d'entendre-ho. Bé, l'essència és aquesta: hi ha una evolució dels elements químics, dictada per unes lleis específiques, que provoca la formació de nuclis d'un pes atòmic cada vegada més elevat. Jo vaig elaborar un treball, en què partia de les tesis del professor Harold Urey, premi Nobel, que vaig presentar a l'Acadèmia de Ciències de Nova York, indicant que si els elements més abundants de l'Univers són el carboni, el nitrogen, l'oxigen, etc., els compostos derivats d'aquests elements també han de ser els més abundants i aquests compostos són orgànics. El 75 per cent de les molècules que hi ha a l'Univers són orgàniques. Es pot dir sense exagerar que l'Univers és orgànic. Per tant, si es donen les condicions adequades, en un planeta on hi hagi aigua líquida i la temperatura idònia, aleshores hi ha una gran probabilitat que les molècules interestel·lars, aportades pels cometes o per la forma que sigui, donin lloc a la formació de formes elementals de vida, és a dir, que sorgeixin les molècules bioquímiques necessàries per engendrar, a través de processos d'evolució química relativament breus, una primera cèl·lula rudimentària a partir de la qual venen les altres, com ha passat a la Terra. Aquest és el raonament.

Aquest plantejament devia abonar l'existència de vida en altres sistemes solars, però en el nostre sembla que aquesta possibilitat, fora de la Terra, és remota.

És remota, però no pas descartada del tot. Les investigacions que s'han fet fins ara sí que van en la direcció del que vostè afirma però pensi que les investigacions no s'han conclòs. Hi ha incògnites molt atractives. Jo en tinc una que m'atreu en especial, que és el satèl·lit Europa, de Júpiter, que d'entrada ofereix una petita possibi-

litat d'existència de vida. A l'Europa hi ha una capa de gel d'uns 10 quilòmetres de gruix a sota de la qual hi ha un oceà d'uns 80 quilòmetres de profunditat. Al planeta Júpiter, que és pràcticament una bola gegant d'hidrogen i heli, hi ha força matèria orgànica, però no hi ha vida per causa de la baixa temperatura de les zones atmosfèriques més superiors del planeta i de l'elevada temperatura que hi ha a les més inferiors. Ara bé, la situació al satèl·lit Europa és ben diferent. Quan es va formar el satèl·lit Europa és possible que reunís les mateixes substàncies que hi ha a Júpiter i per tant molta matèria orgànica. Si a l'Europa hi ha aigua sòlida, tal com es veu en la seva superfície de gel, és possible que també hi hagi aigua líquida a sota, juntament amb altres substàncies, com ara amoníac, cianur d'hidrogen i altres compostos orgànics que es troben a Júpiter. Aleshores si les condicions inicials van ser adequades per a la vida és raonable que se n'hi generés i que s'hagin conservat al fons del mar del satèl·lit Europa uns éssers microscòpics, molt primitius, aprofitant a més l'energia tèrmica que provoca la interacció de Júpiter sobre Europa. Pensi que la força gravitatòria de Júpiter provoca al satèl·lit Io volcans de sofre i de diòxid de sofre, mentre que a Europa genera unes maregasses que trenquen les crostes de gel i provoquen unes esquerdes i uns xorregalls a la superfície. A més és possible que al fons del mar d'Europa hi hagi fonts termals, com passa a la Terra. Al nostre planeta, al voltant d'aquestes fonts termals submarines hi ha una vida molt variada i molt activa, que es basa precisament en el sofre, i el mateix podria passar al satèl·lit Europa de Júpiter. Ara bé, això és hipotètic, de moment. Fora d'aquest satèl·lit no es veu la possibilitat que hi ha hagi vida en el nostre sistema solar enlloc més que a la Terra.

I més enllà del nostre sistema solar?

Més enllà del nostre sistema solar fins fa ben poc no sabíem del cert ni que hi existissin planetes. No fa gaires anys es va descobrir un disc protoplanetari al voltant de l'estrella Beta-Pictoris, situada a uns 54 anys llum de nosaltres. La importància d'aquest descobriment rau en el fet que el material protoplanetari és de tipus cometari i que més d'un centenar de cometes, pel cap baix, s'estavellen cada any a la superfície de l'estrella central i dels planetes que hi pugui haver més a prop. I ja coneix la meva teoria sobre la importància dels cometes en l'origen de la vida, que vaig publicar el 1961. A més, un nombre important d'altres discs protoplanetaris ha estat fotografiat recentment pel telescopi espacial Hubble a la nebulosa Orion. A part d'això s'han descobert recentment dos planetes força atractius per a la qüestió que estem parlant. Un dels quals gira al voltant de l'estrella 47 Ossa Major. Aquest planeta està un xic més allunyat de la seva estrella central que el planeta Mart ho està del Sol. És tres vegades més gran que Júpiter i pot ser que contingui aigua glaçada. L'altre planeta ha estat descobert al voltant de l'estrella 70 Virginis. És nou vegades més gran que Júpiter i té una òrbita comparable a la de Mercuri. S'ha calculat que la temperatura pot ser d'uns 80 graus centígrads i podria contenir aigua líquida i en forma de vapor. Per tant, en aquest planeta poden tenir lloc reaccions similars a les que pensem que ocorregueren a la Terra primitiva i que van donar origen a l'aparició de la vida.

En totes aquestes hipòtesis parlem d'unes formes elementals de vida, de vida cel·lular. I de vida superior, intel·ligent, a l'Univers, n'hi ha més enllà de la Terra?

Si n'hi ha no en tenim constància. El professor Frank Drake, amb qui vaig coincidir al JPL de Pasadena, va formular el 1962 un càlcul de les civilitzacions tecnològicament avançades que hi podria haver més enllà de la nostra galàxia. Ell va calcular que pot existir una civilització avançada per cada 10 milions d'estrelles semblants al Sol de la nostra galàxia. Si se sap el nombre d'estrelles de la nostra galàxia, que és d'un xic més de 10 elevat a 11, aproximadament, aleshores resulten prop de 100.000 civilitzacions. És el resultat de la famosa equació de Drake, que en definitiva és una hipòtesi logicomatemàtica.

És a partir d'aquest càlcul que es va posar en marxa el programa SETI (Search for Extraterrestral Inteligence) de captació de radiofreqüències?

Sí, Drake, és el president de l'Institut SETI. És clar, aquest programa té la virtut de ser barat. No es tracta d'enviar res a l'espai sinó d'escoltar per veure si es pot captar algun senyal de radiofreqüència que no tingui un origen terrenal. Al principi s'hi van destinar 10 milions de dòlars de fons públics, a aquest programa, però llavors un membre del Congrés dels Estats Units s'hi va oposar tot dient que, com que no estava confirmat que hi hagués vida intel·ligent, a Washington tampoc no calia mirar si n'hi havia més enllà. I així el programa SETI va quedar interromput fins que un vicepresident de la Hewlett Packard, Barney Oliver, es va encarregar de buscar companyies que poguessin contribuir a finançar-ne la continuació. Aleshores va passar a anomenar-se programa Phoenix. I així han continuat treballant en unes instal·lacions que tenen al desert de Califòrnia i unes altres al desert d'Austràlia, a més del gran radiotelescopi que hi ha a Arecibo, a Puerto Rico. El princi-

pi de què parteixen és que poden existir civilitzacions avançades capaces d'enviar senyals de radiofreqüència que aquí podríem captar. Per ara, però, no han tingut cap gran alegria.

Aquest principi a vostè li sembla científicament correcte?
Home, si partim del fet que l'Univers es va formar fa 15.000 milions d'anys i que el sistema solar té aproximadament 5.000 milions d'anys hi podria haver altres civilitzacions que haguessin aparegut abans i per tant que siguin més avançades que nosaltres, tant si són idèntiques com si no. Si han arribat a una certa intel·ligència hem de suposar que ja hauran fet la major part d'experiments físics i químics i de descobriments que ara anem fent nosaltres. Tot depèn del temps d'existència d'aquestes civilitzacions. També pot ser que haguessin existit i que ja hagin desaparegut. El problema també és les enormes distàncies que hi ha a l'Univers. Ara, siguem optimistes, aquestes civilitzacions més avançades que nosaltres podrien ser la nostra salvació, ens podrien dir què hem de fer per no desaparèixer.

Certament és un final optimista d'aquesta conversa...
Optimista però purament hipotètic. Pensi que també pot ser que no hi hagi vida enlloc més que a la Terra. Pot ser, això, eh? I si hi ha vida en una altra banda jo sempre dic que deu ser força semblant a la nostra i ho baso, altra vegada, en una qüestió química. El 75 per cent de la matèria interestel·lar està formada per compostos de carboni, compostos orgànics que tenen la capacitat de reaccionar espontàniament generant cianur d'hidrogen, del qual surten aminoàcids, purines, etc. Aquestes substàncies es pot dir que són universals i, per tant, si generen vida en un altre planeta, la vida

que generin probablement serà molt similar a la que han produït a la Terra. El que és imprescindible és que el planeta en qüestió tingui unes condicions similars a la Terra perquè hi arreli la vida, condicions de temperatura, de massa gravitacional, etc. Aleshores el procés que ha tingut lloc a la Terra es repetiria. Aquesta és una hipòtesi que em sembla fonamentada en la realitat química, una hipòtesi científica i lògica.

9.4. El paper de l'home a l'Univers

Per encetar aquesta conversa voldria prendre de punt de partida una frase del científic Jacques Monod, del seu famós llibre L'atzar i la necessitat, *que tanta influència va tenir als anys 70. Monod afirma: "L'home sap, per fi, que es troba sol en la immensitat indiferent de l'Univers, d'on ha emergit per atzar. Igual que el seu destí, el seu deure no és escrit enlloc". És una frase d'un nihilisme profund. Què en pensa, vostè?*

Que és una frase essencialment incorrecta i sense fonament. En primer lloc hi ha molt d'atreviment a dir això perquè l'Univers tot just ara comencem a conèixer-lo, comencem a saber com funciona químicament. Quan Monod va escriure aquestes paraules, cap al 1970, encara se sabia menys que ara. D'altra banda, en aquest segle s'ha emès la teoria del big-bang, que ara sembla que està de moda, encara que no tots els físics hi estiguin d'acord. No entrarem en la discussió, tot i que, en principi, aquesta teoria presenta un problema. En el moment inicial ja hi havia hidrogen i heli. Aleshores, d'on ve aquest hidrogen i aquest heli? És una qüestió irresolta davant la qual estem tots igual. La realitat és aquesta. Per tant, assegurar que l'home es troba sol en la immensitat indiferent

de l'Univers és arriscat i presumptuós. "Indiferent" em sembla un terme inapropiat per qualificar l'Univers. L'Univers no és indiferent ni favorable, aquest és un concepte humà que no serveix per qualificar la naturalesa de l'Univers.

I de la intervenció de l'atzar en l'aparició de l'home, que defensa Monod, què en pensa?
No es pot dir que l'home hagi emergit per atzar. Des que hem començat a estudiar els processos evolutius de l'Univers hem après que aquests processos segueixen unes pautes, unes normes, algunes de les quals es coneixen amb detall perquè s'han pogut reproduir en laboratori. Per exemple, es va reproduir el procés en virtut del qual s'aconsegueix la síntesi del nucli de carboni, cosa molt difícil perquè en l'Univers té lloc en estrelles de carboni a una temperatura de 100 milions de graus. O sigui que estem coneixent l'Univers. Sabem que cal partir de l'hidrogen i que, un cop el tenim, per processos termonuclears podem sintetitzar tots els altres elements, l'heli, el carboni, el nitrogen, l'oxigen, el sofre, el fòsfor i tots els que van fins a l'urani 92. I ara fins i tot ja s'ha aconseguit sintetitzar elements que van més enllà gràcies als aparells d'alta energia de què avui dia es disposa. Els processos evolutius que tenen a veure amb la formació de matèria orgànica a l'Univers també es comencen a conèixer i el que és segur és que Monod, a finals dels 60, no sabia que el 75 per cent de la matèria de l'Univers és orgànica.

Amb el que diu vol significar que més que atzar hi ha evolució?
Sí, per descomptat, més que atzar hi ha evolució... Aleshores hem de tornar a Darwin, sempre cal tornar a Darwin... Ell va apuntar

les línies generals de l'evolució, que ara s'estan demostrant en els estudis sobre l'evolució molecular en els éssers vius, és a dir, en processos d'evolució que tenen lloc per canvi de gens a les cèl·lules. Darwin desconeixia que es produïen aquests processos a aquests nivells, tot i que ho intuïa perquè ell era conscient que hi havia una evolució dels éssers més senzills als més complexos. Llavors hi ha tot un camí de descoberta que va des de Mendel, que va revelar les lleis generals de l'herència, fins als cèlebres articles de Watson i Crick sobre l'estructura de la molècula de l'ADN, la doble cadena de l'ADN, que és potser el descobriment més important d'aquest segle. A més del que s'ha investigat posteriorment, és clar.

De tota manera, als darrers anys s'ha parlat força de l'anomenada teoria de les catàstrofes, que sí que concedeix força pes a l'atzar en l'esdevenir històric de l'Univers...

És que s'ha d'acceptar que en un procés evolutiu hi ha elements d'atzar o, per ser més exactes, del que nosaltres considerem atzar i que potser d'aquí a uns anys, quan la ciència progressi ja no rebrà aquest nom. Miri, a mesura que anem coneixent l'Univers veiem que és molt violent. Darwin considerava l'evolució com a gradual però després ens hem adonat que de tant en tant hi ha un sotrac en el procés evolutiu, que provoca, per exemple, la desaparició de moltes espècies. No sabem el perquè d'aquestes catàstrofes. De ben segur que han tingut causes diferents unes de les altres. Per exemple: hi va haver aquella gran catàstrofe de fa uns 65 milions d'anys que va provocar la desaparició dels dinosaures i prop del 75 per cent de les espècies vives. Un cometa o un asteroide va xocar amb la Terra, cap a la península de Yucatán, a Mèxic, deixant el cràter soterrat de Chiexulub, un dels més grans del món,

i l'enorme núvol de pols que va aixecar va tapar el sol durant tant de temps que va provocar la mort de les plantes i en conseqüència dels grans animals herbívors i carnívors. Van sobreviure uns petits mamífers omnívors que habitaven a les coves, que es van començar a desenvolupar i a partir d'ells van aparèixer uns prosimis, després uns homínids —tot això en milions d'anys— fins anar a parar a l'home primitiu i finalment a l'home actual. El doctor Russell afirma que sense aquella catàstrofe l'animal hegemònic a la Terra ara serien els dinosaures. Jo no n'estic tan segur perquè hi ha una diferència en el procés evolutiu del cervell. Ara, és cert que sense aquella catàstrofe la història biològica de la Terra hauria estat diferent. Ara bé, si poguéssim fer un recompte estadístic de tot el que s'està esdevenint a l'Univers, aquests processos passarien a ser naturals, no atzarosos. A la Terra primitiva hi havia xocs constants de cometes i de cossos celestes. És a dir, que la catàstrofe formava part gairebé d'una probabilitat matemàtica. O sigui que el poder de l'atzar fins i tot en aquest punt és relatiu. Més que atzar el que hi ha és desconeixença, perquè si coneguéssim, per exemple, totes les òrbites dels cossos asteroidals i cometaris es podria saber quan tindrà lloc una catàstrofe com la que va acabar amb els dinosaures i llavors ja no es parlaria d'atzar.

I pel que fa al destí de l'home, que Monod diu que no està escrit enlloc?
Suposo que vol dir que no està escrit enlloc formalment, perquè si no l'expressió no s'entén. En realitat la nostra vida està en els nostres gens i en la nostra ment. Som el que som, el que pensem i el que fem. Per comprendre millor la realitat humana, però, hem de cercar en el passat i així arribarem a saber on som en el procés evolutiu. En la història de l'home hi ha cinc revolucions. El bipe-

disme —caminar sobre dues extremitats i no sobre quatre—; el bimanualisme —aprendre a usar les extremitats superiors per fer coses—; l'ús de les pedres i del foc com a eines de caça i treball i per coure la carn; l'adopció del llenguatge articulat amb finalitats comunicatives; i, finalment, el descobriment del jo, el sentiment de l'existència de l'individu i el coneixement de la mort. El nostre destí com a espècie es concentra en aquesta evolució, aquesta és la trajectòria del nostre destí, per entendre'ns.

Així, doncs, quins serien per a vostè els elements principals, definidors de la naturalesa humana, que condensen aquest procés evolutiu?
Penso que l'home és genètica i cultura. D'una banda l'home, amb l'ADN que du, és com una continuació de l'expansió de l'Univers. L'ADN s'està expandint contínuament, com si volgués existir indefinidament. És difícil de trobar les causes de per què és així, però així és. D'altra banda la cultura comença quan l'home aprèn a parlar i estableix relació amb els altres individus i fa estratègies comunes que li permeten de dominar altres espècies. La cultura passa d'home a home primer verbalment. Després, com a inventor que és, l'home inventa l'escriptura i la cultura queda enregistrada d'una forma gràfica. Però abans d'arribar a l'escriptura l'home prehistòric ja feia, per exemple, gravats en ossos que es veu que corresponen a les fases de la lluna. Aquests ossos tenen 30.000 anys. I hi ha les pintures rupestres, a les coves, com a Chauvet i Lascaux, a França, o a Altamira o Cogul, a la península Ibèrica.

El fet determinant, però, és la presa de consciència de l'existència individual i de la mort?
No és que sigui determinant, és que suposa un pas més, decisiu,

en el procés d'evolució. Hi ha un premi Nobel, Sir John Eccles, el qual tot i acceptant el concepte de transcendència com una característica única de l'ésser humà, reconeix científicament que l'acte de presa d'una forma primitiva de consciència ja va començar en els mamífers fa uns 200 milions d'anys. Eccles no diu quina classe de consciència. Aquests mamífers tenien un cervell més evolucionat que els rèptils i altres espècies i això els donava capacitat per decidir quina estratègia havien de seguir per a la seva supervivència. Ara bé, la consciència de l'existència pròpiament dita arriba amb els homínids, tot i que sembla que també existeix avui dia fins i tot en els ximpanzés, que s'identifiquen davant d'un mirall. Llavors l'*Homo sapiens neanderthalis* arriba a comprendre no solament que existim sinó que deixem d'existir, que morim. Arribar a aquesta comprensió li provoca uns efectes extraordinaris, decisius, un gran sotrac perquè l'home no voldria que passés això. Voldríem seguir existint indefinidament. Curiosament, descobrir la condició de mortals ens du a pensar en la nostra transcendència, ens fa somniar en la possibilitat d'existir més enllà de la vida. És una gran paradoxa, però és un fet real i fins a cert punt tràgic. Així, el fonament de transcendència en què es basen moltes religions és previ a la civilització. L'home, conscient que existeix i que morirà, es revela contra el fet que deixarà d'existir i s'inventa el concepte de l'existència més enllà de la vida. Per això fa 50.000 anys, ja a l'home de Neandertal, s'han trobat enterraments amb aliments i objectes al costat del mort perquè pogués fer el viatge a l'altre món. Això ja indica aquesta consciència de mortalitat, aquest sentiment de voler perdurar, abans que existís cap religió organitzada. En definitiva, penso que aquesta reacció de l'home és producte de la mateixa pressió biològica que exerceix l'ADN,

com si es tractés de continuar l'expansió de l'Univers. Encara que l'individu mori, l'ADN no deixa d'existir i aquest em sembla que és el fonament inconscient d'aquest somni d'immortalitat que té l'home. És aquesta força de l'ADN en contínua expansió el que fa participar l'home d'un sentiment d'immortalitat.

I pel que fa a l'evolució de l'home com a espècie, en quin punt creu que estem a l'actualitat? Cap a on s'adreça aquesta evolució?
Estem en un punt crucial i problemàtic. En els últims segles, i en especial al segle xx, l'home està anant a uns passos tan ràpids que està deixant de banda el procés natural evolutiu. En el procés d'evolució darwiniana, aquell que no té mitjans per sobreviure desapareix, de forma que els gens sempre milloren. En l'home actual, en canvi, la medicina corregeix aquest procés fins a un grau que no s'havia assolit mai. Evidentment és positiu que la medicina progressi, això és innegable, però no s'ha d'oblidar aquesta incidència sobre el procés evolutiu, si volem ser rigorosos. Mirant-ho amb optimisme penso que hem de tenir fe en la intel·ligència humana, que l'home utilitzarà correctament tot el que ha après del funcionament de l'Univers i de la seva pròpia naturalesa i que a mesura que passi el temps anirà aprenent moltes més coses. Ramon y Cajal deia que mentre el cervell sigui un misteri, l'Univers seguirà sent un misteri. El cervell humà encara és molt desconegut. Aleshores a mi m'agrada matisar la frase de Ramon y Cajal i dir que a mesura que anem coneixent millor el cervell també podrem anar donant una millor capacitat d'evolució a l'espècie humana, podrem governar el nostre procés evolutiu. Espero i desitjo que amb intel·ligència, i oblidant els dogmatismes i buscant una convivència i una coexistència pacífica entre tots, aconseguirem

d'identificar, aïllar i potenciar aquells gens que en lloc de fer-nos agressius ens fan altruistes, que generen l'amor envers els altres. Així l'espècie humana pot esdevenir no solament més saludable sinó també més ètica. Cap aquí és on em sembla que es pot i s'ha d'orientar l'evolució. Jo tinc fe en l'home i soc optimista sobre el futur de l'existència humana.

9.5. El coneixement científic

Per a vostè quines són les bases del coneixement científic?
Home, jo diria que, a grans trets, és una línia que arrenca de Sòcrates, d'aquelles dues grans màximes socràtiques que són el "Només sé que no sé res" i sobretot el lema dèlfic de "Coneix-te a tu mateix", que després fa una estació importantíssima, fonamental, en Descartes, i que arriba fins a aquest segle, per exemple fins a Popper. Descartes va introduir la racionalitat en la ciència, va netejar-la de doctrines i de dogmes personals. Descartes marcava un camí des del dubte fins a l'evidència passant per l'anàlisi i la síntesi. Finalment hi havia la confirmació de les afirmacions per part de tercers. Aquesta encara ara és la via fonamental del mètode científic. Després Popper ha introduït el concepte de la millora, que és un concepte progressiu, el fet que totes les teories s'han d'anar millorant, com Einstein va millorar la de Newton, per exemple.

Avui dia està en debat la relació entre ètica i ciència. Què en pensa vostè de com ha de ser aquesta relació?
Es tracta d'una relació implícita, sempre que parlem de ciència de veritat, no d'allò que pretén passar per ciència i no ho és. La ciència es basa en l'observació, l'experimentació i la confirmació per

part de tercers del que s'hagi experimentat. Un experiment s'ha de poder repetir i aquesta condició ja introdueix de forma automàtica una ètica en la ciència, una veritat, una moral. Si un experiment no és repetible és que probablement no es tracta d'un fet científic i qui ho propugni serà marginat per la comunitat científica. Així, el coneixement científic atorga també una capacitat predictiva i universal perquè permet predir que un fet determinat que s'hagi observat i experimentat es pot repetir en un altre lloc i en una altra ocasió si les circumstàncies són les mateixes o similars.

Quan esmentava l'ètica em referia no tant a un nivell intern de l'ètica científica sinó a les conseqüències que la ciència i la seva aplicació, la tecnologia, poden tenir sobre la societat humana en conjunt.

Ah, bé... Aquesta és una altra qüestió, sí. Però en tot cas s'ha de tenir present que la ciència no és bona ni és dolenta en si mateixa. La ciència revela. Ara, la gent que dirigeix una nació pot aplicar en un sentit o un altre aquestes revelacions, és clar, però això ja no depèn dels científics. Els resultats del coneixement científic poden ser usats per a bé i per a mal a través de la tecnologia. Poden servir, per exemple, per destruir persones de forma massiva. Einstein, cap a la fi de la seva vida, va dir que hauria preferit ser qualsevol altra cosa i no pas científic. Allò que ell va suggerir que es podia fer en una carta adreçada al president Roosevelt va provocar tanta devastació, tant de dolor, que a Einstein el turmentava la mala consciència. Aquest és el drama del científic i més del científic humanista, com era Einstein, oi? Ara bé, la ciència, a més de tenir aquella ètica interna que li deia abans, no va contra cap sentiment humà, no va contra la humanitat, al contrari. Si hi hagués més ciència el món viuria més bé. La major part de les males situacions

en què es troba la humanitat i s'ha trobat al llarg de la història provenen de la manca de ciència, de la manca de racionalitat i de la dictadura del fanatisme.

Així vol dir que el problema no seria tant l'aplicació ètica de la ciència com el fet que la ciència quedi ofegada pel fanatisme?
Més aviat, més aviat, sí. La humanitat ha viscut en una cultura de la guerra al llarg de tota la història, motivada per conceptes dogmàtics, siguin de tipus religiós o polític. Per tant s'ha de transformar aquesta cultura de la guerra, tan arrelada, en una cultura de la pau. Això s'ha de fer partint de l'educació i de la ciència, del coneixement del món, del nostre entorn i de nosaltres mateixos. La ciència, usada correctament i posada a l'abast de tothom, conjuntament amb l'educació familiar en uns principis ètics fonamentals, ha de ser el que faci possible l'existència de la humanitat en un futur. Tothom hauria de ser conscient que, en definitiva, tots volem el mateix: viure el millor que puguem. Aleshores, la llei d'or de la conducta humana és una frase molt antiga: tracta els altres com voldries que et tractessin a tu.

I de la compatibilitat o incompatibilitat entre religió i ciència, què en pensa?
Que religió i ciència són ben compatibles. La ciència es basa en l'observació, l'experimentació i la confirmació dels resultats dels estudis, a més de la possibilitat d'utilitzar els coneixements que així s'obtinguin per predir altres esdeveniments. La religió, en canvi, parteix d'una creença interior que no està basada en cap realitat de tipus científic. Si a la religió s'hi arribés mitjançant el mètode científic es podria demostrar l'existència de Déu o dels

déus i l'existència d'una única o de diverses religions vertaderes. Aleshores no n'hi hauria dues mil, de religions, com hi ha als Estats Units. La religió, doncs, és un sentiment individual, personal i interior de l'home que contribueix al benestar de la persona i a l'aproximació a la transcendència. Però la religió no té res a veure amb la ciència. Per tant, segons el meu punt de vista, no hi ha conflicte entre ciència i religió. Cadascú fa camí per la seva banda i si algú hi veu oposició, conflicte, penso que és perquè té ganes de posar-n'hi.

Però la ciència sí que es planteja sovint si existeix una finalitat en allò que descobreix, per exemple en aquesta multiplicació, en aquesta expansió de l'ADN que abans comentàvem.
El científic, com a home, s'ho pot preguntar, però com a científic, ell no la pot respondre aquesta pregunta. La ciència no en pot dir res d'aquesta hipotètica finalitat, justament perquè no es pot esbrinar amb aquells procediments propis del mètode científic, que li comentava abans. Aquesta és una pregunta que ara com ara no es pot resoldre en la natura sinó que procedeix de la ment humana.

Tant se val i és que l'home sempre acaba preguntant-se pel sentit de la pròpia existència.
Jo penso que l'existència humana té el sentit que li vulguem donar. La vida és una gran joia. Viure té molt valor precisament perquè l'home, amb la seva llibertat, li pot donar el sentit que vulgui. A mi sempre m'ha emocionat el *Cant espiritual* de Joan Maragall i voldria que acabéssim aquestes converses justament amb els versos del nostre poeta. Maragall té una marcada influència de Goethe, però amb el *Cant espiritual* se situa per damunt de tothom. Per a

mi aquest poema, que em sé de memòria, resumeix el sentit de la vida.

Si el món ja és tan formós, Senyor, si es mira
amb la pau vostra a dintre de l'ull nostre,
què més ens podeu dâ en una altra vida?
Per'xò estic tan gelós dels ulls, i el rostre,
i el cos que m'heu donat, Senyor, i el cor
que s'hi mou sempre... i temo tant la mort!
Amb quins altres sentits me'l fareu veure
aquest cel blau damunt de les muntanyes,
i el mar immens, i el sol que pertot brilla?
Deu-me en aquests sentits l'eterna pau
i no voldré més cel que aquest cel blau.
Aquell que a cap moment li digué "Atura't"
sinó al mateix que li dugué la mort,
jo no l'entenc, Senyor; jo, que voldria
aturar tants moments de cada dia
per fê'ls eterns a dintre del meu cor!...
O és que aquest "fê etern" és ja la mort?
Mes llavores, la vida què seria?
Fora l'ombra només del temps que passa,
la il·lusió del lluny i de l'a prop,
i el compte de lo molt, i el poc i el massa,
enganyador, perquè ja tot ho és tot?
Tant se val! Aquest món, sia com sia,
tan divers, tan extens, tan temporal;
aquesta terra, amb tot lo que s'hi cria,
és ma pàtria, Senyor; i no podria

ésser també una pàtria celestial?
Home so i és humana ma mesura
per tot quan puga creure i esperar:
si ma fe i ma esperança aquí s'atura
me'n fareu una culpa més enllà?
Més enllà veig el cel i les estrelles,
i encara allí voldria ésser-hi hom:
si heu fet les coses a mos ulls tan belles,
si heu fet mos ulls i mos sentits per elles,
per què aclucâ'ls cercant un altre com?
Si per mi com aquest no n'hi haurà cap!
Ja ho sé que sou, Senyor; pro on sou, qui ho sap?
Tot lo que veig se vos assembla en mi...
Deixeu-me creure, doncs, que sou aquí.
I quan vinga aquella hora de temença
en què s'acluquin aquests ulls humans,
obriu-me'n, Senyô, uns altres de més grans
per contemplar la vostra faç immensa.
Sia'm la mort una major naixença!

10. Epíleg

A cura de Mercè Piqueras i Carrasco

Joan Oró va morir a Barcelona el 2 de setembre de 2004, deu anys després de la seva jubilació com a catedràtic de la Universitat de Houston. Durant algun temps encara va dividir el seu temps entre els Estats Units i Catalunya, fins que va tancar la casa de Houston i va quedar-se definitivament en el pis que ja tenia en el barri de les Corts de Barcelona. Des del gener de 2020, una placa instal·lada per l'Ajuntament a la vorera recorda que Joan Oró i Florensa «bioquímic català pioner dels estudis sobre l'origen de la vida» va viure en aquella casa els seus darrers anys.

La jubilació, que no va allunyar Joan Oró del món científic i l'àmbit acadèmic, va permetre-li també poder dedicar temps a projectes que ultrapassaven l'àmbit de la ciència o que facilitaven la interacció entre recerca, cultura i societat. Únicament els dos últims anys va dur una vida més retirada a causa de la seva malaltia, però seguia en contacte amb científics, llegia i estava al corrent dels avenços en camps diversos. Encara va publicar alguns articles; de fet, el seu últim article científic, escrit conjuntament amb Pascale Ehrenfreund i Antonio Lazcano, va publicar-se pòstumament, l'any 2006. La jubilació tampoc no va fer que la societat i el món acadèmic l'oblidessin. La seva tasca va ser reconeguda per sengles doctorats *honoris causa* que van oferir-li la Universitat de Houston, el 1998, i la Universitat de Lleida, el 1999, i per la Medalla al Mèrit Científic de l'Ajuntament de Barcelona, el 2002. Va rebre

també la Medalla del Treball Francesc Macià de la Generalitat de Catalunya, que va agrair esmentant els lligams que creia que l'unien a Francesc Macià: els orígens familiars a la «terra ferma»; els ideals de llibertat, d'identitat i d'estima per al seu país; la determinació per aconseguir els objectius fixats, un en el camp polític, l'altre en el camp científic, i l'esperit de treball, que no espera més gratificació que la satisfacció per la tasca feta i la seva repercussió en el benestar propi i de la societat i la ciutadania.

Oró va rebre també un reconeixement «reial». El BOE del 24 de juny de 2003 va publicar un reial decret que deia: «La constant dedicació del senyor Joan Oró Florensa al món científic, posada de manifest a través dels seus nombrosos treballs de recerca, ha contribuït de manera notable a millorar el coneixement sobre l'origen de la vida, per la qual cosa, volent demostrar-li la Meva Reial estima, vinc a atorgar-li el títol de marquès d'Oró, per a ell i els seus successors, d'acord amb la legislació nobiliària espanyola.» Uns dies abans, quan la seva esposa, Antonieta Vilajoliu, va respondre el telèfon, una veu masculina va dir-li que trucava des de la Casa del Rei i que Sa Majestat desitjava saber si el senyor Joan Oró acceptaria que el rei li concedís el títol de marquès. El portaveu de la Casa Reial va haver de convèncer-la que no es tractava d'una broma, com ella va pensar en un primer moment. Tot títol nobiliari va acompanyat d'un escut d'armes. El del marquès d'Oró hi té representada l'adenina, possiblement l'única molècula que l'heràldica hagi incorporat a un escut nobiliari.

El juny de 2004 la Generalitat de Catalunya va concedir-li la Medalla d'Or «en reconeixement a la seva important i dilatada producció científica, coneguda internacionalment». La malaltia de Joan Oró li impedia participar en un acte públic i el mateix presi-

dent Maragall va dur-li la medalla a casa seva; va ser un acte íntim, sense protocol. Quan pocs mesos després va morir Joan Oró, el Saló de Sant Jordi de la Generalitat va acollir les seves despulles, un privilegi reservat a persones que han rebut la Medalla d'Or de la Generalitat. El comiat va fer-se a l'església de Santa Maria del Mar.

Entre les activitats en què Joan Oró va intervenir els darrers anys, cal destacar el simposi internacional Astrobiologia 2002, que va organitzar ell mateix a través de l'Associació Amics de Gaspar de Portolà, amb la col·laboració de diverses entitats i institucions. Es va fer a la Facultat de Biologia de la Universitat de Barcelona els dies 18 i 19 de gener de 2002. El fullet que anunciava el simposi deia: «Es parlarà dels nous descobriments de sistemes planetaris més enllà del sistema solar. També es debatrà la possibilitat d'existència de vida intel·ligent extraterrestre, i el procés d'evolució de les estrelles planetàries i de la vida intel·ligent, fins ara només coneguda a la Terra.» El simposi va comptar amb un convidat d'excepció: Frank Drake, fundador i director de l'Institut de Cerca d'Intel·ligència Extraterrestre (SETI, de l'anglès *Search for Extraterrestrial Intelligence*).

L'any 2003, l'Associació Catalana de Comunicació Científica (ACCC) va instituir un premi de divulgació per a joves investigadors amb l'objectiu d'estimular en el jovent investigador la comunicació a la societat del seu treball de recerca. Després de la primera edició, es va decidir donar nom al premi i Joaquim Elcacho, que aleshores n'era president, va suggerir anomenar-lo «Premi Joan Oró a la divulgació de la recerca científica». En nom de la Junta de l'ACCC, vaig demanar a Joan Oró si acceptaria que el premi portés el seu nom. Hi va estar d'acord, però estava sorprès; va dir

que ell era un investigador i professor universitari i que no s'havia dedicat mai a la divulgació científica. En realitat li passava com a aquell personatge de Molière que havia estat parlant en prosa tota la vida sense saber-ho. Cada entrevista que concedia —i eren moltes perquè era un científic molt conegut i admirat— era una peça de divulgació. Sabia explicar de manera planera i comprensible la seva recerca, defugint del llenguatge —per a molts, críptic— de la ciència i sempre estava disposat a aclarir qualsevol dubte. Les seves conferències en àmbits no científics o que no eren de la seva especialitat, eren també un exemple de bona divulgació. Malauradament, la crisi econòmica va forçar l'ACCC a interrompre la convocatòria del premi per manca de finançament, però aquests últims anys s'han fet gestions per reprendre'l conjuntament amb la Fundació Joan Oró.

Un dels projectes que va mantenir Oró més il·lusionat els darrers anys de la seva vida i que malauradament no va poder veure completat era el del Parc Astronòmic del Montsec. El primer pas per a la seva consecució va ser l'Acord del Govern de la Generalitat (27/12/2000) pel qual es constituïa el Consorci del Montsec. Era una entitat integrada per representants d'institucions oficials, ajuntaments, la Fundació Oró i una associació empresarial, creada —segons indicava l'Acord— per dur a terme un projecte que «aprofitant les aptituds i potencialitats d'aquesta zona produeixi un procés de redreçament de la seva situació socioeconòmica» tenint en compte el «seu ric patrimoni natural i cultural…». Un estudi de la Universitat de Barcelona confirmava que era la zona de Catalunya amb les millors condicions per a l'observació astronòmica, amb baixa pluviometria i molt poca contaminació lumínica. Oró va poder comprovar-ho en algunes visites a la masia rural de

Sant Josep del Molí, a Tartareu, que dedica els beneficis a obres socials i amb la qual Joan Oró va col·laborar. Va quedar meravellat per aquell cel nocturn, on les estrelles semblava que brillessin més que en qualsevol altre lloc.

El 4 d'octubre de 2002 Joan Oró va presidir, amb Artur Mas, conseller en cap de la Generalitat, la col·locació de la primera pedra del Parc Astronòmic del Montsec. Després, Oró anava seguint a distància els treballs que s'hi feien. Per la nostra amistat i veïnatge, jo el visitava sovint, i m'anava informant dels avenços en la construcció de l'Observatori. Una de les ocasions en què el vaig trobar més animat va ser quan va arribar el telescopi que ara duu el seu nom. L'Observatori va inaugurar-se el 24 d'octubre de 2008 i tres mesos després es va inaugurar el Parc Astronòmic del Montsec, destinat a la divulgació de l'astronomia i avui dia motor econòmic de la vall d'Àger.

El 2 de juny de 2008 es van posar en circulació quatre segells de la sèrie «Personajes» que estaven dedicats a tres escriptores (María Lejárraga, Carmen Martín Gaite i Zenobia Camprubí) i a Joan Oró, amb una tirada d'un milió d'exemplars. El segell de Joan Oró responia a la petició feta per l'Associació Catalana de Comunicació Científica, per suggeriment de Miquel Fortea, químic jubilat aficionat a la filatèlia. En els arxius de l'ACCC hi ha constància que altres entitats i institucions van donar suport a aquella sol·licitud: la Societat Internacional per a l'Estudi de l'Origen de la Vida, l'Institut d'Estudis Catalans, l'Ajuntament de Barcelona (l'Alcaldia i el Comissionat de Cultura Científica), la Fundación Areces, la Fundación Príncipe de Asturias, la Universitat de Barcelona, la Facultat de Ciències de la Universitat Autònoma de Barcelona, el Col·legi de Químics de Catalunya, el Consell Comarcal de la

Noguera, l'Institut Químic de Sarrià, la Societat Catalana de Biologia, el Col·legi de Llicenciats de Catalunya, l'Observatori de la Comunicació Científica de la Universitat Pompeu Fabra, la Delegació a Catalunya del CSIC, l'Acadèmia de Ciències Mèdiques de Catalunya i de Balears, l'Institut d'Investigacions Biomèdiques de Barcelona i l'Associació de Professorat de Física i Química de Catalunya. Aquest suport va fer possible que, durant el primer trimestre de 2007, Correus aprovés de dedicar un segell a Joan Oró per ser emès durant l'any 2008.

El segell va presentar-se a la Universitat de Lleida el dia de la seva emissió. Les persones assistents van rebre un sobre amb el segell i el matasegells especial del primer dia de circulació. En el sobre, a la dreta hi havia el segell, amb la imatge d'Oró. A l'esquerra, un dibuix que hauria hagut de representar-lo, era en realitat del bioquímic Stanley L. Miller. Amb aquell error, i sense saber-ho, Correus homenatjava i unia per a la posteritat els dos científics que van iniciar l'especialitat que es coneix com a química prebiòtica. Uns anys abans que Oró obtingués adenina en el laboratori, Miller va aconseguir sintetitzar aminoàcids, els compostos que formen les proteïnes i que es pensava que només podien sintetitzar els éssers vius. Van ser dos treballs pioners en els estudis experimentals sobre l'origen de la vida. Alguns dies més tard, Correus va retirar de la circulació aquells sobres del primer dia i els va substituir per un altre model amb el dibuix de Joan Oró.

En una entrevista que el 1997 Joaquim Elcacho va fer-li per al diari *Avui*, a la pregunta «Com se sent després de viure tants anys als Estats Units?», Joan Oró va respondre: «Lleidatà, català i universal». Possiblement aquell sentir-se «universal», en el significat de «relatiu o pertanyent a l'Univers» es despertés en Joan Oró

quan era «el noi del forn "La Radio"» que les nits d'estiu ajudava en el negoci familiar i, entre fornada i fornada, fora de la fleca contemplava les estrelles. Estimulat per la lectura de les obres de Flammarion, que comprava amb els seus estalvis, es preguntava què hi devia haver més enllà, i si en algun lloc de l'Univers hi hauria altres éssers vius, qui sap si similars als humans. En evocar aquelles nits d'estiu, Oró deia que va ser aleshores quan va tenir clar que volia dedicar-se a un aspecte d'una ciència que ara es coneix com a astrobiologia: volia dedicar-se a estudiar l'origen de la vida.

En la primera edició d'aquesta biografia de Joan Oró, la darrera conversa que l'autor, Miquel Pairolí (1955-2011), va mantenir amb el biografiat acaba amb el *Cant espiritual* de Joan Maragall, un poema que Oró sabia de memòria i que per a ell resumia el sentit de la vida. Aquest epíleg acaba també amb un altre poema, *Lletra de vida*, que el poeta i físic David Jou va dedicar a Joan Oró. Amb la ploma del poeta, el científic recorda l'emoció de la descoberta de la síntesi de l'adenina —la «lletra de vida»— la seva col·laboració amb la NASA —la «pedra de lluna»— i els seus orígens, quan els estius ajudava en el forn familiar.

Lletra de vida, pedra de lluna
Quan aquella lletra va cremar a les mans,
aquella de les quatre lletres de la vida,
nascuda davant meu en el verí,
l'adenina,
vaig beneir totes les albes d'estudi,
totes les nits d'insomni,
tot l'oceà que vaig creuar per arribar fins aquí.

Jo, atònit, davant la porta oberta
al davant dels graons de les escales de cargol
per on pugen i baixen els àngels amb els llibres
que expliquen als àtoms els secrets de la dansa de la vida,
quin vertigen vaig sentir!
La Lleida de les boires i les solellades,
el Houston on vaig tocar pedres de la lluna,
el cap Cañaveral de la glòria de l'espai,
i jo allà, en el futur,
en la paradoxa de tocar el demà en explorar els orígens,
afamat de saber,
assedegat d'astres,
en la felicitat d'haver tocat la pell de la deessa més blanca.
Quan sigui pols,
tots aquestes focs cremaran en mi
com cremaven les fórmules en els meus ulls d'estudiant,
com cremava la llenya esperant el pa,
lluminosament, al forn del meu pare.

David Jou

Resum del currículum *vitae* de Joan Oró

Revisió i actualització a cura de Mercè Piqueras

1. Títols acadèmics

Llicenciat en Química per la Universitat de Barcelona (1947).

Doctorat en Bioquímica pel Baylor University College of Medicine, de Houston, Texas (1956).

2. Activitat docent i professional

Instructor del Departament de Química de la Universitat de Houston (1955-1956).

Professor ajudant del Departament de Química de la Universitat de Houston (1956-1958).

Professor associat del Departament de Química de la Universitat de Houston (1958-1963).

Professor del Departament de Química de la Universitat de Houston (1963-1994).

Professor del Departament de Ciències Biofísiques (actualment Departament de Ciències Bioquímiques i Biofísiques) de la Universitat de Houston (1967-1994). D'aquest departament en fou el cap entre 1967 i 1969.

Professor emèrit del Departament de Ciències Bioquímiques i Biofísiques de la Universitat de Houston (1994-2004).

Cap del Comitè de Recerca Científica de la Universitat de Houston (1964-1965).

Research Chemist a la Universitat de Califòrnia, Berkeley, Lawrence Radiation Laboratory (1962).

«NASA Life Scientist» in Chemiscry, NASA Ames Research Center (1974-1975).

Catedràtic de Biofísica a la Universitat Autònoma de Barcelona (1971).

Director de l'Institut de Biologia Fonamental de la Universitat Autònoma de Barcelona (1971).

Director de l'Institut de Biofísica i Neurobiologia «Flor de Maig», del CSIC (1975).

Membre del Parlament de Catalunya (1980-1981).

President del Consell Científic i Tecnològic de Catalunya (1980-1981).

Director de la Fundació Agrícola Catalana (1980-1981).

Cap del Consell Consultiu Internacional de l'Institut de Biologia Fonamental de la Universitat Autònoma de Barcelona (1980-2004).

Membre del Comitè Consultiu Internacional de l'Eurotechnical University, Hilo, Hawaii (1983-2004).

Codirector del Programa d'estudis Gaspar de Portolà de la Universitat de Califòrnia, Berkeley (1987-2004).

3. Participació en comitès de recerca

Vicepresident del National Group for the Analysis of Organic Compounds and Carbonaceus Chondrites. NASA (1965-1970).

Membre de l'Exobiology Study Group, Space Science Board, U.S. National Academy of Sciences, Washington D.C. (1964-1965).

Membre del Planetary Astronomy Panel, Space Science Board, U.S. National Academy, Washington D.C. (1967-1968).

Investigador principal, en l'Anàlisi de Mostres Lunars, NASA (1967-1973).

Membre de l'American Institute of Biological Sciences, Exobiology Advisory Panel to the Office of Biosciences, NASA (1970-1973).

Membre de l'Equip d'Anàlisi Molecular, Projecte Viking, NASA (1967-1977).

Membre del consell executiu de la International Society for the Study of the Origin of the Life (1973-1976; 1983-2004).

Membre del comitè executiu del Centre d'Estudis Avançats de Blanes (1977-2004).

Membre del comitè de Biologia Planetària i Evolució Química de l'Space Science Board de l'U.S. National Academy of Sciences, Washington D.C. (1978-1983, 1983-1995, 1995-1997).

Membre de l'Executive Council i representant de l'International Council of Scientific Unions, in Biochemistry, en el Committee for Space Research (COSPAR) (1987-2004).

4. Principals premis, honors i distincions rebudes

Membre corresponent de la Reial Acadèmia d'Arts i Ciències de Barcelona (1965).

Membre honorari de la Societat Catalana de Biologia, Barcelona (1967).

Medalla d'Or de la Societat de Belles Arts de Lleida (1967).

Conseller honorari del CSIC (1969).

Doctor *honoris causa* per la Universitat de Granada (1972).

Gran Creu de l'Orde d'Alfonso X el Sabio, Madrid (1974).

Membre honorari de la Sociedad Española de Bioquímica (1975).

Medalla d'Or de la ciutat de Lleida (1976).

Membre honorari de la Reial Acadèmia de Medicina, Barcelona (1977).

Membre de la Reial Acadèmia de Doctors de Catalunya, Barcelona (1981).

Medalla Narcís Monturiol al mèrit tecnològic i científic, Barcelona (1982).

Gran Creu de l'Orde al Mèrit Aeronàutic, de la Força Aèria Espanyola, Madrid (1983).

Medalla Alexander Ivanovich Oparin, rebuda de la International Society for the Study of the Origin of Life, per la seva contribució a la recerca científica de l'origen de la vida, Berkeley, Califòrnia (1986).

Reconeixement de l'Ajuntament de Houston i del president de la Universitat de Houston pels seus èxits en la recerca científica (1990).

Creu de Sant Jordi (1991).

El diari *La Vanguardia* l'anomena català viu més il·lustre del segle xx (1997).

Doctor *honoris causa* per la Universitat de Lleida (1999).

Medalla del Treball Francesc Macià de la Generalitat de Catalunya (2000).

Medalla al Mèrit Científic de l'Ajuntament de Barcelona (2002).

Concessió del títol de marquès d'Oró (2003).

Medalla d'Or de la Generalitat de Catalunya (2004).

Emissió d'un segell de Correus dedicat a Joan Oró (2008).

Col·locació d'una placa commemorativa davant de l'edifici on va viure Joan Oró els seus últims anys a Barcelona (2020).

5. Congressos, simposis i cursets que va organitzar

International Symposium on Proteins and Nucleic Acids, Universitat de Houston (1968).

Simposi sobre Evolució Bioquímica. Sisena reunió de l'European Federation of Societies of Biochemistry. Sociedad Española de Bioquímica, Madrid (1969).

Primer Seminari sobre Geologia Lunar, Universitat de Barcelona (1970).

Simposi sobre l'Anàlisi de Materials Lunars a la 9a reunió anual de la Society for Applied Spectroscopy, New Orleans (1970).

Primer Simposi Internacional Duran i Reynals: Virus i Càncer. Sociedad Española de Bioquímica i Universitat Autònoma de Barcelona (1971).

Curset sobre Evolució Química i Bioquímica, Institut de Química Orgànica de la Universitat de Tubinga (1971).

Simposi sobre l'Origen de la Vida, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, Mèxic (1972).

Col·loqui sobre l'exploració del planeta Mart, Institut de Biologia Fonamental i Facultat de Ciències de la Universitat Autònoma de Barcelona (1972).

Segon Simposi Internacional Duran i Reynals: La reproducció dels virus i el càncer. Inst. de Biologia Fonamental i Universitat Autònoma de Barcelona (1973).

Quarta Conferència Internacional sobre l'Origen de la Vida (Primera reunió de la International Society for the Study of the Origin of Life), Institut de Biologia Fonamental i Universitat Autònoma de Barcelona (1973).

Simposi internacional en honor del professor Severo Ochoa en complir 70 anys. Universitats Autònomes de Barcelona i de Madrid (1975).

Col·loqui nacional en honor de Severo Ochoa: Avenços de la bioquímica a Espanya, Fundació Juan March, Madrid (1975).

Simposi internacional sobre Fonts d'Energia i Desenvolupament, Barcelona (1977).

Simposi sobre Agricultura a Catalunya, Lleida (1978).

Simposi sobre Molècules Orgàniques a l'Espai, a la 22a Reunió Internacional de la COSPAR, Índia (1979).

Col·loqui internacional sobre organització i planificació de la recerca a diferents països, Museu de la Ciència, Barcelona (1980).

Reunió sobre Evolució Química i Origen de la Vida, dins de la 24a reunió plenària de la COSPAR, Ottawa (1982).

Tercer Simposi Internacional Duran i Reynals: Virus, Oncògens i Càncer, Barcelona (1984).

Simposi internacional en Medicina i Biologia Aeroespacial, Barcelona (1986).

Reunió sobre Evolució Química en altres Planetes, Satèl·lits i Cometes, a la 26a reunió plenària de la COSPAR, Tolosa de Llenguadoc (1986).

Cap del comitè organitzador del curs intensiu organitzat pel Consell d'Europa sobre Orígens i Primitiva Evolució de la Vida, Bellaterra (1987).

Reunió sobre Ciència Exobiològica i Cossos Primitius del Sistema Solar, a la 27a reunió plenària de la COSPAR, Espoo, Finlàndia (1988).

Reunió sobre Química Orgànica, Cometes i Estructures, a la 28a reunió plenària de la COSPAR, la Haia (1990).

Setè Congrés Internacional sobre l'Estudi de l'Origen de la Vida, Barcelona (1993).

I Simposi Internacional de Biomedicina, Lleida (1993).

Simposi Internacional d'Astrobiologia (2002).

6. Síntesi dels descobriments científics

A) Entre 1959 i 1962 va dur a terme la primera síntesi prebiòtica de l'adenina a partir del cianur d'hidrogen. L'adenina és probablement la molècula biològica més important perquè té un paper clau com a component essencial del DNA, de l'ATP i d'altres molècules biològiques, que són responsables del codi genètic, de la reproducció, de les catàlisis enzimàtiques i del metabolisme en tots els sistemes de vida. Aquest treball fou realitzat en col·laboració amb A.P. Kimball (aleshores estudiant al Departament de Química) i va obrir una àrea de recerca que va conduir a una síntesi completa de tots els components dels àcids nucleics. És una paradoxa remarcable que un dels components més essencials per a la vida derivi d'un dels components més tòxics.

B) El 1961 el doctor Oró va suggerir que les col·lisions cometàries amb la Terra van fer una contribució substancial a l'increment dels compostos de carboni a la Terra primitiva perquè es produís la síntesi prebiòtica de molècules bioquímiques. Càlculs posteriors, duts a terme

amb la col·laboració d'A.L. Lazcano, han demostrat que l'augment de matèries carbonoses rebudes per la Terra primitiva mitjançant els cometes és probablement de l'ordre de 10 elevat a 22 grams. Això representa 10.000 vegades més que la massa total de la present biosfera. Aquesta teoria ha resolt el problema provocat per la desaparició de la massa de l'atmosfera primària de la Terra com a resultat de la col·lisió d'un cos de la mida del planeta Mart, la qual va conduir a la desaparició de les substàncies volàtils i a la formació de les llunes.

C) Des de 1958 fins a la seva jubilació el doctor Oró va desenvolupar i aplicar nous mètodes de cromatografia i d'espectrometria de masses per a l'anàlisi de components orgànics sintetitzats sota les possibles condicions de la Terra primitiva o en les actuals de les mostres extraterrestres. Va ser el primer a analitzar derivats volàtils dels aminoàcids amb aquests mètodes. El 1970, usant fases òptiques actives, va ser el primer a detectar enantiòmers i aminoàcids D i L en condrites carbonoses. Això va conduir al treball realitzat per Kvenvolden i col·laboradors que suggeriren que els components orgànics eren sintetitzats químicament en els cossos celestes dels meteorits fa més de 4.500 milions d'anys, quan es va formar el sistema solar. Emprant les mateixes tècniques d'anàlisi cromatogràfica i d'espectrometria de masses el doctor Oró va descobrir la presència d'hidrocarburs isoprènics derivats de la clorofil·la en les roques de la formació anomenada Gunflint, que tenien una edat de 2.000 milions d'anys, confirmant que els microfòssils allí presents eren bacteris.

D) Entre 1964 i 1977 el doctor Oró va dissenyar, desenvolupar i provar instruments per a l'anàlisi dels compostos volàtils de l'atmosfera i de la superfície del planeta Mart. Va suggerir la construcció d'un nou cromatògraf de gasos i espectròmetre de masses miniaturitzat per al projecte Viking d'exploració del planeta Mart. Dos d'aquests aparells van ser enviats al planeta Mart, on arribaren el 1976 i van proporcionar les primeres anàlisis de l'atmosfera i de la superfície del planeta. Així es va

aconseguir una anàlisi completa de l'atmosfera i dels compostos volàtils de la superfície, però no es van trobar compostos orgànics a Mart. Aquest treball va ser realitzat en col·laboració amb el professor Klaus Biemann, del MIT; Tobias Owen de la State University de Nova York; Harold Urey de la Universitat de Califòrnia a San Diego i altres científics.

E) El 1976 el doctor Oró va oferir una interpretació química dels sorprenents resultats obtinguts per altres científics respecte de la presència de vida a Mart. Basant-se en els seus treballs anteriors (1956) el doctor Oró va tenir ocasió d'explicar que la ràpida i intensa evolució del diòxid de carboni marcat amb carboni 14 radioactiu en les mostres del sòl de Mart, en les proves dutes a terme en el projecte Viking, no eren degudes al ràpid metabolisme dels presumptes microorganismes marcians sinó a l'oxidació catalítica dels elements utilitzats com a reactius, especialment de l'àcid fòrmic i altres òxids actius presents a les mostres de Mart. L'evidència de l'absència de vida a Mart va aturar el desenvolupament dels plans de la NASA per a l'exploració del planeta roig amb naus tripulades.

F) En experiments duts a terme a la Universitat de Houston en col·laboració amb el doctor Gunther Holzer, entre 1978 i 1980, el doctor Oró va demostrar l'oxidació fotocatalítica dels compostos orgànics sota condicions simulades del planeta Mart. Els resultats d'aquest treball van demostrar que cap substància orgànica present a la superfície del planeta roig, que rep una radiació ultraviolada del Sol, no pot tenir més que un període molt curt de vida i que s'oxida en CO^2 i H_20. Aquest treball va oferir una explicació de la sorprenent absència de compostos orgànics a la superfície de Mart i una prova més de l'absència de vida en aquell planeta.

G) El 1963, el doctor Oró va suggerir que la síntesi de macromolècules biològiques, com els polipèptids o els polinucleòtids, podia ser duta a terme per agents condensadors simples, com la cianamida i els derivats de l'imidazole. En efecte, això ha estat demostrat en diversos

experiments duts a terme des d'aleshores en el laboratori de la Universitat de Houston. A més s'ha trobat cianamida en l'espai interestel·lar com a una de les més importants molècules orgàniques i diversos derivats de l'imidazol han estat sintetitzats, entre 1982 i 1984, en el seu laboratori sota les possibles condicions de la Terra primitiva.

H) Entre 1978 i 1984 va aconseguir sintetitzar molts dels compostos fosfolípids de les membranes cel·lulars, incloent-hi fosfatidilcolina i fosfatidiletanolamina. Amb aquestes molècules amfifíliques va ser possible obtenir vesícules de liposoma que són similars a les membranes de la majoria de cèl·lules vives, demostrant per primer cop com es podrien haver format les membranes d'organismes vius. Aquest treball va ser realitzat en col·laboració amb el doctor Joseph Eichberg, amb el doctor David Deamer i amb estudiants del departament de la Universitat de Houston.

I) Posteriorment es va dur a terme en el laboratori del doctor Oró la síntesi prebiòtica de la histidina, histidil-histidina i de nombrosos coenzims fosforolitzats i altres compostos enzimàtics actius. També s'hi van desenvolupar teòricament models protocel·lulars d'embolcalls liposomàtics i de molècules catalítiques actives de RNA. Per confirmar la validesa d'aquests models s'hi van dur a terme diversos experiments.

J) El doctor Oró va examinar la proposta del professor Frank Drake sobre l'existència de civilitzacions extraterrestres —el qual, basant-se en càlculs matemàtics, proposa la possible existència de 100.000 civilitzacions tecnològicament avançades— i va arribar a la conclusió que a la nostra galàxia no poden existir més de mil civilitzacions.

7. Llibres i monografies

Kimball, A.P.; Oró, J. (ed.) (1971) *Prebiotic and Biochemical Evolution*. North-Holland, Amsterdam, 296 p.

Stanley, W.M.; Casals, J.; Oró, J.; Segura, R. (ed.) (1971) *Virus y cáncer*. Imprenta Socitra, Barcelona, 452 p.

Melnick, J.L.; Ochoa, S.; Oró, J. (ed.) (1973) *Viral Replication and Cancer*. Proceedings of the 2nd Duran Reynals International Symposium, Barcelona. Editorial Labor, Barcelona, 289 p.

Oró, J.; Miller, S.L.; Ponnamperuma, C.; Young, R.S. (ed.) (1973) *Cosmochemical Evolution and the Origins of Life*. Proceedings of the 4th International Conference on the Origins of Life, Barcelona. Reidel, Dordrecht 1:523 i vol. 2, 334 p.

Oró, J.; Cornudella, L. (ed.) (1975) *Homenaje al Profesor Severo Ochoa en su 70 aniversario*. International Symposium on Enzymatic Mechanisms in Biosynthesis and Cell Function. Gráficas Socitra, Barcelona, 240 p.

Kornberg, A.; Horecker, B.L.; Cornudella, L.; Oró, J. (ed.) (1976) *Reflections on Biochemistry*. Pergamon Press, Oxford, 465 p.

Oró, J.; Cornudella, L.; Heredia, C.P.; Sols, A. (1976) *Avances de la bioquímica*. Salvat, Barcelona, 593 p.

Oró, J.; Sorjus, J.; Plana, J.A. (ed.) (1978) *Catalunya agrícola*. Servicio de Estudios, Ediciones Alba, Barcelona, 183 p.

Oró, J. (ed.) (1979) *The Viking Mission and the Question of Life on Mars*. Springer-Verlag. Heidelberg, K.G., *J. Mol Evol* 14, Nos 1-3, 231 p.

Oró, J.; Verges, J.C.; Plana Castellví, J.A. (ed.) (1980) *Els planetes comparats*. Edicions Sirocco. Barcelona, 235 p.

Oser, H.; Oró, J.; MacElroy, R.D.; Klein, H.P.; DeVincenzi, D.L.; Young, R.S. (ed.) (1984) *Advances in Space Research*. Life Sciences and Space Research XXI (2) Pergamon Press, Oxford, 326 p.

Melnick, J.L.; Ochoa, S.; Oró, J. (ed.) (1984) *Viruses, Oncogenes and Cancer* (Proceedings of the 3rd International Duran-Reynals Symposium, Barcelona) Progress in Medical Virology 32, 222 p.

Ochoa, S.; Leloir, L.F.; Oró, J.; Sols, A. (ed.) (1986) *Bioquímica y biología molecular*. Salvat, Barcelona, 586 p.

Oró, J.; Owen, T.; Raulin, F.; Fazio, G.G. (ed.) (1987) *Advances in Space Research, Environments of Planetary Bodies and Shuttle*. Pergamon Press, Oxford, 235 p.

Brack, A.; Oró, J.; Schwartz, A.; Cuchillo, C.M. (ed.) (1987) *Source Book on European Intensive Course on Origins and Early Evolution of Life*. Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 164 p.

Oró, J.; Cuchillo, C.M.; Querol, E.; Segura, R.; Suau, P. (ed.) (1988) *Virus, oncogenes y cáncer* (3rd International Conference Duran-Reynals, Barcelona). Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 244 p.

Oró, J. (ed.) (1989) *Advances in Space Research, Life Sciences and Space Research XXIII (1) Exobiology Science and Primitive Solar System Bodies*. Pergamon Press, Oxford, 121 p.

Oró, J.; Miquel, J. (ed.) (1990) *Aerospace Research in Biology and Medicine*. Fundació "La Caixa de Barcelona", Barcelona, 211 p.

Oró, J.; Horneck, G.; Greenberg, J.M.; Raulin, F.; Schwartz, A.W.; Dose, K.; Friedman, E.I. (ed.) (1992) *Advances in Space Research, Life Sciences and Space Research XXIV (3). Planetary Biology and Origins of Life*, vol. 12, edició 4, 288 p.

Greenberg, J.M.; Oró, J. *et al.* (ed.) (1995) *Advances in Space Research, Life Sciences and Space Research XXV (4). Planetary Biology and Origins of Life*, vol. 15 edició 3, 452 p.

Chela-Flores, J.; Lemarchand, G.; Oró, J. (ed.) (2000) *Astrobiology: Origins from the Big-Bang to Civilization*. (Proceedings of the Iberoamerican School of Astrobiology, Caracas, Venezuela 28 November-8 December 1999) Kluwer Academic Press, Dordrecht, 336 p.

8. Articles científics publicats

1. Oró, J. (1956) *^{14}C-Formate Metabolism in Animal Tissues with Special Reference to the Mechanism of Formic Acid Oxidation* (tesi doctoral). Baylor University College of Medicine, Houston.
2. Oró, J.; Rappoport, D.A. (1957) "Formate metabolism by animal tissues, I. Metabolism of formate-C^{14} by isolated rabbit and rat jejunum". *J Biol Chem* 224:489-498.

3. Zlatkis, A.; Oró, J. (1958) "Amino acid analysis by reactor-gas chromatography". *Anal Chem* 30:1156.
4. Oró, J.; Rappoport, D.A. (1959) "Formate metabolism by animal tissues, II. The mechanism of formate oxidation". *J Biol Chem* 234:1661-1665.
5. Oró, J.; Kimball, A.; Fritz, R.; Master, F. (1959) "Amino acid synthesis from formaldehyde and hydroxylamine". *Arch Biochem Biophys* 85:115-130.
6. Oró, J.; Guidry, C.L.; Zlatkis, A. (1959) "The odor of methional purified by gas chromatography". *Food Res* 24:240-241.
7. Zlatkis, A.; Oró, J.; Kimball, A.P. (1960) "Direct amino acid analysis by gas chromatography". *Anal Chem* 32:162-164.
8. Oró, J. (1960) "Ressenya del llibre: *Kaiser R Gas Chromatography*". *J Am Chem Soc* 82:5260.
9. Oró, J.; Guidry, C.L. (1960) "A novel synthesis of polypeptides". *Nature* 186:156-157.
10. Oró, J. (1960) "Synthesis of adenine from ammonium cyanide". *Biochem Biophys Res Commun* 2:407-412.
11. Oró, J.; Guidry, C.L. (1961) "Direct synthesis of polypeptides, I. Polycondensation of glycine in aqueous ammonia". *Arch Biochem Biophys* 93:166-171.
12. Oró, J. (1961) "Comets and the formation of biochemical compounds on the primitive Earth". *Nature* 190:389-390.
13. Oró, J.; Kamat, S.S. (1961) "Amino acid synthesis from hydrogen cyanide under possible primitive Earth conditions". *Nature* 190:442-443.
14. Oró, J.; Kimball, A.P. (1961) "Synthesis of purines under possible primitive Earth conditions, I. Adenine from hydrogen cyanide". *Arch Biochem Biophys* 94:217-227.
15. Oró, J. (1961) "Mechanism of synthesis of adenine from hydrogen cyanide under possible primitive Earth conditions". *Nature* 191:1193-1194.

16. Oró, J.; Kimball, A.P. (1962) "Synthesis of purines under possible primitive Earth conditions, II. Purine intermediates from hydrogen cyanide". *Arch Biochem Biophys* 96:293-313.
17. Oró, J. (1963) "Ultra-violet-absorbing compounds(s) reported present in the Murray meteorite". *Nature* 197:756-758.
18. Oró, J. (1963) "Synthesis of organic compounds by electric discharges". *Nature* 197:862-867.
19. Oró, J. (1963) "Synthesis of organic compounds by high energy electrons". *Nature*, 197:971-974.
20. Oró, J. (1963) "Studies in experimental organic cosmochemistry". *Ann New York Acad Sci* 108:464-481.
21. Oró, J. (1963) "Experimental organic cosmochemistry: The formation of biochemical compounds". *Proc Lunar & Planet Explor Colloquium* 3:9-28.
22. Oró, J. (1964) "Prebiological synthesis of nucleic acid constituents". A: Kretovich, V.L. (ed.) *Problems of Evolutionary and Industrial Biochemistry*. A N Bach Institute of Biochemistry, USSR Academy of Sciences, Moscou, p. 63-69.
23. Oró, J. (1963) "Investigation of organo-chemical evolution". A: Mamikunian, G.; Briggs, M.H. (ed.) *Current Aspects of Exobiology*. Pergamon Press, Nova York, p. 13-76.
24. Oró, J. (1965) "Stages and mechanisms of prebiological organic synthesis". A: Fox, S.W. (ed.) *The Origins of Prebiological Systems and of their Molecular Matrices*. Academic Press, Nova York, p. 137-171.
25. Oró, J.; Nooner, D.W.; Wilkström, S.A. (1965) "Gas chromatographic-mass spectrometric analysis of paraffinic hydrocarbons in animal products". *J Gas Chromatogr* 3:105-106.
26. Oró, J.; Nooner, D.W.; Wilkström, S.A. (1965) "Paraffinic hydrocarbons in pasture plants". *Science* 147:870-873.

27. Oró, J.; Nooner, D.W.; Zlatkis, A.; Wilkström, S.A.; Barghoorn, E.S. (1965) "Hydrocarbons of biological origin in sediments about two billion years old". *Science* 148:77-79.
28. Oró, J.; Skewes, H.S. (1965) "Free amino acids on human fingers: The question of contamination in microanalysis". *Nature* 207:1042-1045.
29. Oró, J.; Tornabene, T. (1965) "Bacterial contamination of some carbonaceous meteorites". *Science* 150:1046-1048.
30. Oró, J.; Nooner, D.W.; Zlatkis, A.; Wilkström, S.A. (1966) "Paraffinic hydrocarbons in the Orgueil, Murray, Mokoia, and other meteorites". *Life Sci Space Res*, IV. Spartan Books, Washington DC, p. 63-100.
31. Oró, J.; Lipsky, S.R.; Oyama, V.I.; Shoemake, G.R.; Zlatkis, A. (1966) "Gas chromatography". A: Pittendrigh, C.S.; Vishniac, W.; Pearman, J.P.T. (ed.) *Biology and the Exploration of Mars*. National Academy of Sciences, National Research Council, Washington DC, p. 368-375.
32. Oró, J.; Biemann, K.; Gohlke, R.S.; Lipsky, S.R.; Lovelock, J.R.; McLafferty, F.W.; Meinschein, W.C.; Ryhage, R. (1966) "Gas chromatography-mass spectrometry". A: Pittendrigh, C.S.; Vishniac, W.; Pearman, J.P.T. (ed.) *Biology and the Exploration of Mars National*. Academy of Sciences, National Research Council, Washington DC, p. 378-384.
33. Oró, J.; Kimball, A.P. (1966) "Synthesis of purines under possible primitive Earth conditions, I. Adenine from hydrogen cyanide". Article republicat a: Shneour, E.A.; Ottesen, E.A. (ed.) *Extraterrestrial Life: An Anthology and Bibliography*. National Academy of Sciences, National Research Council, Washington DC, p. 196-206.
34. Oró, J.; Kimball, A.P. (1966) "Synthesis of purines under possible primitive Earth conditions, II. Purine intermediates from hydro-

gen cyanide". Article republicat a: Shneour, E.A.; Ottesen, E.A. (ed.) *Extraterrestrial Life: An Anthology and Bibliography*. National Academy of Sciences, National Research Council, Washington DC, p. 207-225.

35. Oró, J. (1966) "Studies in experimental organic cosmochemistry". Article republicat a: Shneour, E.A.; Ottesen, E.A. (ed.) *Extraterrestrial Life: An Anthology and Bibliography*. National Academy of Sciences, National Research Council, Washington DC, p. 226-243.
36. Oró, J.; Han, J. (1966) "High temperature synthesis of aromatic hydrocarbons from methane". *Science* 153:1393-1395.
37. Oró, J.; Laseter, J.L.; Weber, D. (1966) "Alkanes in fungal spores". *Science* 154:399-400.
38. Oró, J.; Han, J.; Zlatkis, A. (1967) "Application of high resolution gas chromatography-mass-spectrometry to the analysis of the pyrolysis products of isoprene". *Anal Chem* 39:27-32.
39. Gelpí, E.; Oró, J. (1967) "Chemical ionization mass spectrometry of Pristane". *Anal Chem* 39:388-389.
40. Oró, J.; Nooner, D.W. (1967) "Aliphatic hydrocarbons in pre-Cambrian rocks". *Nature* 213:1082-1085.
41. Oró, J.; Nooner, D.W.; (1967) "Aliphatic hydrocarbons in meteorites". *Nature* 213:1085-1087.
42. Updegrove, W.S.; Oró, J.; Zlatkis, A. (1967) "GC-Quadrupole mass spectrometric analysis of organic compounds". *J Gas Chromatogr* 5:359-361.
43. Oró, J.; Han, J. (1967) "Application of combined chromatography-mass spectrometry to the analysis of aromatic hydrocarbons formed by pyrolysis of methane". *J. Gas Chromatogr* 5:480-485.
44. Oró, J.; Tornabene, T.G.; Nooner, D.W.; Gelpí, E. (1967) "Aliphatic hydrocarbons and fatty acids of some marine and freshwater microorganisms". *J Bacteriol* 93:1811-1818.

45. Doctor, V.M.; Oró, J. (1967) "Non-enzymatic transamination of histidine with α-keto acids". *Naturwissenchaften* 54:443-444.
46. Tornabene, T.G.; Gelpí, E.; Oró, J. (1967) "Identification of fatty acids and aliphatic hydrocarbons in *Sarcina lutea* by gas chromatography and combined gas chromatography-mass spectrometry". *J Bacteriol* 94:333-343.
47. Tornabene, T.G.; Bennett, E.O.; Oró, J. (1967) "Fatty acid and aliphatic hydrocarbon composition of *Sarcina lutea* grown in three different media". *J Bacteriol* 94:344-348.
48. Tornabene, T.G.; Oró, J. (1967) "^{14}C Incorporation into the fatty acids and aliphatic hydrocarbons of *Sarcina lutea*". *J Bacteriol* 94:349-358.
49. Nooner, D.W.; Oró, J. (1967) "Organic compounds in meteorites-I. Aliphatic hydrocarbons". *Geochim Cosmochim Acta* 31:1359-1394.
50. Olson, R.J.; Oró, J.; Zlatkis, A. (1967) "Organic compounds in meteorites-II. Aromatic hydrocarbons". *Geochim Cosmochim Acta* 31:1935-1948.
51. Simmonds, P.G.; Nooner, D.W.; Zlatkis, A.; Oró, J. (1968) "Distribution modes and possible origins of sheep wool hydrocarbons". *J Am Oil Chemists Soc* 45:34-36.
52. Gelpí, E.; Oró, J. (1968) "Gas chromatographic-mass spectrometric analysis of isoprenoid hydrocarbons and fatty acids in shark liver oil products". *J Am Oil Chemists Soc* 45:144-147.
53. Oró, J.; Gelpí, E.; Nooner, D.W. (1968) "Hydrocarbons in extraterrestrial samples". *J Br Interplan Soc* 21:83-98.
54. Oró, J.; (1968) "Synthesis of organic molecules by physical agencies". *J Br Interplan Soc* 21:12-25.
55. Laseter, J.L.; Weber, D.J.; Oró, J. (1968) "Characterization of cabbage leaf lipids: n-alkanes, ketones, and fatty acids". *Phytochemistry* 7:1005-1008.
56. Gelpí, E.; Oró, J.; Schneider, H.J.; Bennett, E.O. (1968) "Olefins of high molecular weight in two microscopic algae". *Science* 161:700-702.

57. Oró, J.; Gelpí, E. (1968) "Gas-chromatographic mass-spectrometric studies on the isoprenoids and other isomeric alkanes in meteorites". A: Millman, P.M. (ed.) *Meteorite Research*, Reidel, Dordrecht, p. 518-523.
58. Oró, J.; Nooner, D.W.; Olson, R.J. (1969) "Chromatography of hydrocarbons". A: Marinetti, G.V. (ed.) *Chromatographic Analysis of Lipids*, II. Dekker, Nova York, p. 479-521.
59. Updegrove, W.S.; Oró, J. (1969) "Analysis of organic matter on the Moon by gas chromatography-mass spectrometry — A feasibility study". A: Malina, F.J. (ed.) *Research in Physics and Chemistry*, Proceedings of the Third International Laboratory (LIL) Symposium, Belgrad, p. 53-74.
60. Johnson, C.L.; Oró, J.; Schwartz, A. (1969) "Basic protein induction of low amplitude energy-linked mitochondrial swelling". *Arch Biochem Biophys* 131:310-315.
61. Gelpí, E.; Nooner, D.W.; Oró, J. (1969) "Isoprenoids and other hydrocarbons in Terrestrial gaphite". *Geochim Cosmochim Acta* 33:959-972.
62. Tornabene, T.G.; Kates, M.; Gelpí, E.; Oró, J. (1969) "Occurrence of squalene, di- and tetrahydrosqualenes, and vitamin MK_8 in an extremely halophilic bacterium, Halobacterium cutirubrum". *J Lipid Res* 10:294-303.
63. Doctor, V.M.; Oró, J. (1969) "Mechanism of non-enzymic transamination reaction between histidine and α-oxoglutaric acid". *Biochem J* 112:691-697.
64. Gelpí, E.; Schneider, H.; Doctor, V.M.; Tennison, J.; Oró, J. (1969) "Gas chromatographic-mass spectrometric identifications of the hydrocarbons and fatty acids of Plantago ovata seeds". *Phytochemistry* 8:2077-2081.
65. Simmonds, P.G.; Bauman, A.J.; Bollin, E.M.; Gelpí, E.; Oró, J. (1969) "The unextractable organic fraction of the Pueblito de

Allende meteorite: Evidence for its indigenous nature". *Proc Natl Acad Sci USA* 64:1027-1034.
66. Gelpí, E.; Oró, J. (1969) "Comparative mass spectrometric studies on the isoprenoids and other isomeric alkanes in Terrestrial and extraterrestrial samples". *Int J Mass Spectr Ion Phys* 4:323-335.
67. Oró, J.; Nooner, D.W. (1970) "Aliphatic hydrocarbons from the pre-Cambrian of North America and South Africa". A: Hobson, G.D., Speers, G.C. (ed.) *Adv Org Geochemistry* 1966 Pergamon, Oxford, p. 493-506.
68. Oró, J.; Nooner, D.W.; Olson, R.J. (1970) "Hydrocarbons in meteorites". A: Hobson, G.D., Speers, G.C. (ed.) *Adv Org Geochemistry* 1966 Pergamon, Oxford, p. 507-521.
69. Gelpí, E.; Schneider, H.; Mann, J.; Oró, J. (1970) "Hydrocarbons of geochemical significance in microscopic algae". *Phytochemistry* 9:603-612.
70. Schneider, H.; Gelpí, E.; Bennett, E.O.; Oró, J. (1970) "Fatty acids of geochemical significance in microscopic algae". *Phytochemistry* 9:613-617.
71. Gelpí, E.; Oró, J. (1970) "Ubiquity of hydrocarbons in nature: Gas chromatographic-mass spectrometric determination of the hydrocarbons in cigarette smoke condensate". *J Chromat Sci* 8:210-213.
72. Gelpí, E.; Nooner, D.W.; Oró, J. (1970) "The ubiquity of hydrocarbons in nature: Aliphatic hydrocarbons in dust samples". *Geochim Cosmochim Acta* 34:421-425.
73. Nakaparksin, S.; Gil-Av, E.; Oró, J. (1970) "Study of the racemization of some neutral α-amino acids in acid solution using gas chromatographic techniques". *Anal Biochem* 33:374-382.
74. Nakaparksin, S.; Birrell, P.; Gil-Av, E.; Oró, J. (1970) "Gas chromatography with optically active stationary phases: Resolution of amino acids". *J Chromat Sci* 8:177-182.

75. Koenig, W.A.; Parr, W.; Lichtenstein, H.A.; Bayer, E.; Oró, J. (1970) "Gas chromatographic separation of amino acids and their enantiomers: Non-polar stationary phases and a new optically active phase". *J Chromat Sci* 8:183-186.
76. Gibert, J.M.; Oró, J. (1970) "Gas chromatographic-mass spectrometric determination of potential contaminant hydrocarbons of Moon samples". *J Chromat Sci* 8:295-296.
77. Oró, J.; Updegrove, W.S.; Gibert, J.; McReynolds, J.; Gil-Av, E.; Ibáñez, J.D.; Zlatkis, A.; Flory, D.A.; Levy, R.L.; Wolf, C. (1970) "Organogenic elements and compounds in surface samples from the Sea of Tranquillity". *Science* 167:765-767.
78. Levy, R.L.; Wolf, C.J.; Grayson, M.A.; Gilbert, J.; Gelpí, E.; Updegrove, W.S.; Zlatkis, A.; Oró, J. (1970) "Organic analysis of the Pueblito de Allende meteorite". *Nature* 227:148-150.
79. Oró, J.; Updegrove, W.S.; Gibert, J.; McReynolds, J.; Gil-Av, E.; Ibáñez, J.D.; Zlatkis, A.; Flory, D.A.; Levy, R.L.; Wolf, C.J. (1970) "Organogenic elements and compounds in type C and D Lunar samples from Apollo 11". (Proceedings of the Apollo 11 Lunar Science Conference, 2) *Geochim Cosmochim Acta Suppl* 1:1901-1920.
80. Oró, J.; Gibert, J.; Updegrove, W.; McReynolds, J.; Ibáñez, J.D.; Gil-Av, E.; Flory, D.; Zlatkis, A. (1970) "Gas chromatographic and mass spectrometric methods applied to the analysis of Lunar samples from the Sea of Tranquillity". *J Chromatogr Sci* 8:297-308. També a: Zlatkis, A. (ed.) (1970) *Advances in Chromatography*. Preston Technical Abstracts, Evanston, IL, p. 185-198.
81. Segura, R.; Oró, J.; Zlatkis, A. (1970) "Resolution of steroid glucuronides by thin-layer chromatography on polyamide". *J Chromatogr Sci* 8:449-451. També a: Zlatkis, A. (ed.) (1970) *Advances in Chromatography*. Preston Technical Abstracts, Evanston, IL, p. 332-335.

82. Bayer, E.; Gil-Av, E.; König, W.A.; Nakaparksin, S.; Oró, J.; Parr, W. (1970) "Retention of configuration in the solid phase synthesis of peptides". *J Am Chem Soc* 92:1738-1740.
83. Gelpí, E.; Oró, J. (1970) "Comparative mass spectrometric studies on the isoprenoids and other isomeric alkanes in Terrestrial and extraterrestrial samples". *Int J Mass Spectr Ion Phys* 4:323-335.
84. Gelpí, E.; Han, J.; Nooner, D.W.; Oró, J. (1970) "Organic compounds in meteorites-III. Distribution and identification of aliphatic hydrocarbons produced by open flow Fischer-Tropsch processes". *Geochim Cosmochim Acta* 34:965-979.
85. Gelpí, E.; Oró, J. (1970) "Organic compounds in meteorites-IV. Gas chromatographic-mass spectrometric studies on the isoprenoids and other isometric alkanes in carbonaceous chondrites". *Geochim Cosmochim Acta* 34:981-994.
86. Gelpí, E.; Oró, J. (1970) "Organic compounds in meteorites-V. Gas chromatographic-mass spectrometric studies on the isoprenoids and other isometric alkanes in graphitic nodules of iron meteorites". *Geochim Cosmochim Acta* 34:995-1005.
87. Levy, R.L.; Wolf, C.J.; Oró, J. (1970) "A gas chromatographic method for characterization of the organic content present in an inorganic matrix". *J Chromat Sci* 8:524-526.
88. Yang, C.C.; Oró, J. (1971) "Synthesis of adenine, guanine, cytosine and other nitrogen organic compounds by a Fischer-Tropsch-Like process". A: Buvet, R.; Ponnamperuma, C. (ed.) *Molecular Evolution I. Chemical Evolution and the Origin of Life*. North Holland, Amsterdam, p. 155-170.
89. Ibáñez, J.; Kimball, A.P.; Oró, J. (1971) "The effect of imidazole, cyanamide, and polyornithine on the condensation of nucleotides in aqueous systems". A: Buvet, R.; Ponnamperuma, C. (ed.) *Molecular Evolution I. Chemical Evolution and the Origin of Life*. North Holland, Amsterdam, p. 171-179.

90. Gibert, J.; Flory, D.A.; Oró, J. (1971) "Identity of a common contaminant of Apollo 11 Lunar fines and Apollo 12 York meshes". *Nature* 229:33-34.
91. Oró, J.; Gibert, J.; Lichtenstein, H.; Wikstrom, S.; Flory, D.A. (1971) "Aminoacids, aliphatic and aromatic hydrocarbons in the Murchison meteorite". *Nature* 230:105-106.
92. Oró, J.; Nakaparksin, S.; Lichtenstein, H.; Gil-Av, E. (1971) "Configuration of amino-acids in carbonaceous chondrites and a pre-Cambrian chert". *Nature* 230:107-108.
93. Gibert, J.M.; Wikstrom, S.; Oró, J. (1971) "Gas chromatographic-mass spectrometric identification of indigenous organic matter of the Murchison meteorite". *Proc Nineteenth Annual Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics*, Atlanta, Georgia, p. 334-340.
94. Ibáñez, J.D.; Kimball, A.P.; Oró, J. (1971) "Possible prebiotic condensation of mononucleotides by cyanamide". *Science* 173:444-446.
95. Stephen-Sherwood, E.; Oró, J.; Kimball, A.P. (1971) "Thymine: A possible prebiotic synthesis". *Science* 173:446-447.
96. Wachi, FM.; Gilmartin, D.E.; Oró, J.; Updegrove, W.S. (1971) "Differential thermal analysis and gas release studies of Apollo 11 samples". *Icarus* 15:304-313.
97. Wolman, Y.; Miller, S.L.; Ibánez, J.D.; Oró, J. (1971) "Formaldehyde and ammonia as precursors to prebiotic amino acids". *Science* 174:1039-1040.
98. Ibánez, J.D.; Kimball, A.P.; Oró, J. (1971) "Condensation of mononucleotides by imidazole". *J Mol Evol* 1:112-114.
99. Oró, J.; Flory, D.A.; Gibert, J.M.; McReynolds, J.; Lichtenstein, H.A.; Wikstrom, S. (1971) "Abundances and distribution of organogenic elements and compounds in Apollo 12 lunar samples". Proceedings of the Second Lunar Science Conference, 2 (*Suppl 2 Geochim Cosmochim Acta*) MIT Press, Cambridge, p. 1913-1925.

100. Oró, J. (1971) "Carbon compounds in Lunar surface samples". Instituto de Investigaciones Geológicas de la Diputación Provincial, Universidad de Barcelona, XXV, Barcelona, p. 135-156.
101. McReynolds, J.H.; Furlong, N.B.; Birrell, P.J.; Kimball, A.P.; Oró, J. (1971) "Polymerization of deoxyribonucleotides by ultraviolet light". A: Kimball, A.P.; Oró, J. (ed.) *Prebiotic and Biochemical Evolution*. North-Holland, Amsterdam, p. 111-121.
102. Anderson, D.M.; Biemann, K.; Orgel, L.K.; Oró, J.; Owen, T.; Shulman, G.P.; Toulmin, P.; Urey, H.C. (1972) "Mass spectrometric analysis of organic compounds, water and volatile constituents in the atmosphere and surface of Mars: The Viking Mars lander". *Icarus* 16:111-138.
103. Nooner, D.W.; Oró, J.; Gibert, J.M.; Ray, V.L.; Mann, J.E. (1972) "Ubiquity of hydrocarbons in nature: Aliphatic hydrocarbons in weathered limestone". *Geochim Cosmochim Acta* 36:953-959.
104. Oró, J. (1972) "Extraterrestrial organic analysis". *Space Life Sci* 3:507-550.
105. Flory, D.A.; Wikstrom, S.; Gupta, S.; Gibert, J.M.; Oró, J. (1972) "Analysis of organogenic compounds in Apollo 11, 12 and 14 Lunar samples". Proceedings of the Third Lunar Science Conference (*Supplement 3, Geochim Cosmochim Acta*), MIT Press, Cambridge, 1972, 2:2091-2108.
106. Doctor, V.M.; Oró, J. (1972) "Non-enzymic β decarboxylation of aspartic acid". *J Mol Evol* 1:326-333.
107. Flory, D.A.; Oró, J.; Wikstrom, S.; Beaman, D.; Nooner, D.W. (1972) "Analysis of organogenic compounds in Apollo 15 samples". A: Chamberlain, J.; Watkins, C. (ed.) *The Apollo 15 Lunar Samples*. Lunar Science Institute, Houston, p. 275-279.
108. Macdonald, E.J.; Lichtenstein, H.; Nooner, D.; Flory, D.A.; Wikstrom, S.; Oró, J. (1973) "Epidemiological factors in lung cancer among women in El Paso County, Texas, 1944-1969". *J Am Med Women's Assoc* 28:459-467.

109. Stephen-Sherwood, E.; Oró, J. (1973) "Chemical evolution. Recent syntheses of bioorganic molecules". *Space Life Sci* 4:5-31.
110. Nooner, D.W.; Updegrove, W.S.; Flory, D.A.; Oró, J.; Mueller, G. (1973) "Isotopic and chemical data of bitumens associated with hydrothermal veins from Windy Knoll, Derbyshire, England". *Chem Geol* 11:189-202.
111. Oró, J.; Flory, D.A. (1973) "Organic analysis of Lunar samples and the Martian surface". Life Sciences and Space Research XI (COSPAR, 1973) Akademies-Verlag, Berlin, p. 43-54.
112. Nooner, D.W.; Oró, J.; Cerbulis, J. (1973) "Paraffinic hydrocarbon composition of earthworms (*Lumbricus terrestris*)". *Lipids* 8:489-492.
113. Flory, D.A.; Oró, J.; Wikstrom, S.A.; Beaman, D.A.; Lovett, A. (1973) "Organogenic compounds in Apollo 16 Lunar samples". Proceedings of the Fourth Lunar Science Conference (*Supplement 4, Geochim Cosmochim Acta*) 2:2229-2240.
114. Oró, J.; Stephen-Sherwood, E. (1974) "The prebiotic synthesis of oligonucleotides". *Origins of Life* 5:59-172. També a: Oró, J.; Miller, S.L.; Ponnamperuma, C.; Young, R.S. (ed.) *Cosmochemical Evolution and the Origins of Life*, 1. Reidel, Dordrecht, p. 159-172.
115. Nooner, D.W.; Oró, J. (1974) "Direct synthesis of polypeptides. Polycondensation of α-amino acids by polymetaphosphate esters". *J Mol Evol* 3:79-88.
116. Stephen-Sherwood, E.; Odom, D.G.; Oró, J. (1974) "The prebiotic synthesis of deoxythymidine oligonucleotides". *J Mol Evol* 3:323-330. També a: Oró, J.; Miller, S.L.; Ponnamperuma, C.; Young, R.S. (ed.) (1974) *Cosmochemical Evolution and the Origins of Life*, 2. Reidel, Dordrecht, p. 301-308.
117. Ferris, J.P.; Wos, J.D.; Nooner, D.W.; Oró, J. (1974) "Chemical evolution XXI. The aminoacids released on hydrolysis of HCN oligomers". *J Mol Evol* 3:225-231.

118. Flory, D.A.; Oró, J.; Fennessey, P.V. (1974) "Organic contamination problems in the Vikings molecular analysis experiment". *Origins of Life* 5:443-455. També a: Oró, J.; Miller, S.L.; Ponnamperuma, C.; Young, R.S. (ed.) (1974) *Cosmochemical Evolution and the Origins of Life*, 1. Reidel, Dordrecht, p. 443-455.
119. Yuasa, S.; Oró, J. (1974) "Role of weak bases on the prebiotic formation of Heterocyclic Compounds". A: Oró, J.; Miller, S.L.; Ponnamperuma, C.; Young, R.S. (ed.) *Cosmochemical Evolution and the Origins of Life*, 2. Reidel, Dordrecht, p. 295-299.
120. Gelpí, E.; Oró, J. (1974) "Organic compounds in Meteorites–IV. Gas chromatographic mass spectrometric studies on the isoprenoids and other isomeric alkanes in carbonaceous chondrites". *Geochim Cosmochim Acta* 34:981-994. Article reimprès a: Kvenvolden, K.A. (ed.) (1974) *Geochemistry and the Origin of Life*. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Penn., p. 138-151.
121. Oró, J.; Nooner, D.W.; Zlatkis, A.; Wilkström, S.A.; Barghoorn, E.S. (1974) "Hydrocarbons of biological origin in sediments about two billion years old". A: Kvenvolden, K.A. (ed.) *Geochemistry and the Origin of Life*. Dowden, Hutchinson and Ross, Stroudsburg, Penn., p. 294-296 (Reimprès de *Science*, 1965, 148:77-79).
122. Oró, J. (1974) "Molècules orgàniques de l'espai interstel·lar". Colloquis-VII: Evolució. Societat Catalana de Biologia, Barcelona, p. 13-26 .
123. Oró, J. (1975) "Evolución biológica y evolución urbana (Hacia una Biopolis)". Planificación Territorial-II Centro de Perfeccionamiento Profesional y Empresarial del Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, Madrid, p. 413-425.
124. Gibert, J.M.; Andrade Bruning, I.M.R. de; Nooner, D.W.; Oró, J. (1975) "Predominance of isoprenoids among the alkanes in the irati oil shale, Permian of Brazil". *Chem Geol* 15:209-215.

125. Nissenbaum, A.; Kenyon, D.H.; Oró, J. (1975) "On the possible role of organic melanoidin polymers as matrices for prebiotic activity". *J Mol Evol* 6:253-270.
126. Nooner, D.W.; Gilbert, J.M.; Gelpí, E.; Oró, J. (1976) "Closed system Fischer-Tropsch synthesis over meteoritic iron, iron ore and nickel-iron alloy". *Geochim Cosmochim Acta* 40:915-924.
127. Lovett, A.M.; Sherwood, E.; Oró, J. (1975) "Application of GC-MS in the analysis of volatile compounds in urine and ascitic fluid of normal and tumor bearing mice". Proceedings of the 23rd Annual Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, Houston, Texas, p. 351-353.
128. Odom, D.G.; Brady, J.; Oró, J. (1976) "The prebiotic synthesis of deoxythymidine oligonucleotides III. Acid salt reactions". *J Mol Evol* 7:151-157.
129. Oró, J. (1976) "Prebiological chemistry and the origin of life. A personal account". A: Kornberg, A.; Horecker, B.; Cornudella, L.; Oró, J. (ed.) *Reflections on Biochemistry in Honour of S. Ochoa*. Pergamon, Oxford, p. 423-443.
130. Holzer, G.; Oró, J.; Bertsch, W. (1976) "Gas chromatographic-mass spectrometic evaluation of exhaled tobacco smoke". *J Chromatogr* 126:771-785.
131. Oró, J.; Stephen-Sherwood, E. (1976) "Abiotic Origin of Biopolymers". *Orig Life* 7:37-47.
132. Biemann, K.; Oró, J.; Toulmin, P. III; Orgel, L.E.; Nier, A.O.; Anderson, D.M.; Simmonds, P.G.; Flory, D.A.; Diaz, A.V.; Rushneck, D.R.; Biller, J.A. (1976) "Search for organic and volatile inorganic compounds in two surface samples from the Chryse Planitia region of Mars". *Science* 194:72-76.
133. Oró, J. (1976) "Química prebiológica y origen de la vida. Una visión personal". A: Oró, J.; Cornudella, L.; Sols, A.; Fernández Heredia, C. (ed.) *Avances de la bioquímica*. Salvat, Barcelona, p. 515-541.

134. Miquel, J.; Oró, J.; Bensch, K.G.; Johnson, J.E. Jr (1976) "Lipofuscin: fine structural and biochemical studies". A: Pryor, W.E. (ed.) *Free Radicals in Biology*, III. Academic Press, Nova York, p. 133-182.
135. Miller, S.L.; Urey, H.C.; Oró, J. (1976) "Origin of organic compounds on the primitive Earth and in meteorites". *J Mol Evol* 9:59-72.
136. Oró, J.; Miller, S.L.; Urey, H.C. (1977) "Energy conversion in the context of the origin of life". A: Buvet, R. *et al.* (ed.) *Living Systems as Energy Converters*. Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam, p. 7-19.
137. Ballester, A.; Barghoorn, E.S, Botkin, D.B.; Lovelock, J.; Margalef, R.; Margulis, L.; Oró, J.; Schweikert, R.; Smith, D.; Swain, T.; Todd, J.; Todd, N.; Woodwell, G.M. (1976) "Ecological considerations for space colonies". *Co-evolution*, winter 1976-1977, p. 96-97. També a: *Ecol Bull*, Oct 5, 1976, p. 2-4.
138. Nooner, D.W.; Oró, J. (1977) "Hydrocarbons and fatty acids in oil shale of Permian Irati Formation, Brazil". A: Ponnamperuma, C. (ed.) *Chemical Evolution of the Early Precambrian*. College Park Colloquium, Academic Press, Nova York, p. 69-79.
139. Biemann, K.; Oró, J.; Toulmin, P. III; Orgel, L.E.; Nier, A.O.; Anderson, D.M.; Simmonds, P.G.; Flory, D.A.; Diaz, A.V.; Rushneck, D.R.; Biller, J.E.; Lafleur, A.L. (1977) "The search for organic substances and inorganic volatile compounds in the surface of Mars". *J Geophys Res* 82:4641-4658.
140. Oró, J. (1977) "El origen de la vida". *Boletín Informativo* 64. Fundación Juan March, Madrid, p. 3-25.
141. Holzer, G.; Oró, J. (1977) "Pyrolysis of organic compounds in the presence of ammonia. The Viking Mars lander site alteration experiment". *Org Geochem* 1:37-52.
142. Sherwood, E.; Oró, J. (1977) "Cyanamide mediated syntheses under plausible primitive Earth conditions Part I. The synthesis of p^1, p^2-dideoxythymidine 5´-pyrophosphate". *J Mol Evol* 10:183-192.

143. Sherwood, E.A.; Joshi, J.; Oró, J. (1977) "Cyanamide mediated syntheses under plausible primitive Earth conditions II. The polymerization of deoxythymidine 5´-triphosphate". *J Mol Evol* 10:193-209.
144. Nooner, D.W.; Sherwood, E.; More, M.A.; Oró, J. (1977) "Cyanamide mediated syntheses under plausible primitive Earth conditions III. Synthesis of peptides". *J Mol Evol* 10:211-220.
145. Eichberg, J.; Sherwood, E.; Epps, D.E.; Oró, J. (1977) "Cyanamide mediated syntheses under plausible primitive Earth conditions IV. The synthesis of acylglycerols". *J Mol Evol* 10:221-230.
146. Nooner, D.W.; Oró, J. (1978) "Synthesis of fatty acids by a closed system Fischer-Tropsch process". Division of Petroleum Chemistry, American Chemical Society 23:624-631.
147. Leach, W.W.; Nooner, D.W.; Oró, J. (1978) "Abiotic synthesis of fatty acids". A: Noda, H. (ed.) *Origins of Life* (Proceedings of the 2nd ISSOL and 5th ICOL Meeting) Center for Academic Publications, Japan Scientific Societies, Tòquio, p. 113-122.
148. Sherwood, E.; Nooner, D.W.; Eichberg, J.; Epps, D.E.; Oró, J. (1978) "Prebiotic condensation reactions using cyanamide". A: Noda, H. (ed.) *Origins of Life* (Proceedings of the 2nd ISSOL and 5th ICOL Meeting) Center for Academic Publications, Japan Scientific Societies Press, Tòquio, p. 105-111.
149. Epps, D.E.; Sherwood, E.; Eichberg, J.; Oró, J. (1978) "Cyanamide mediated syntheses under plausible primitive Earth conditions V. The synthesis of phosphatidic acids". *J Mol Evol* 11: 279-292.
150. Tornabene; T.G.; Wolfe; R.S.; Balch; W.E.; Holzer, G.; Fox; G.E.; Oró, J. (1978) "Phytanyl-glycerol ethers and squalenes in the Archaebacterium *Methanobacterium thermoautotrophicum*". *J Mol Evol* 11:259-266.
151. Oró, J.; Holzer, G. (1979) "The effects of ultraviolet light on the degradation of organic compounds. A possible explanation for the absence of organic matter on Mars". A: Holmquist, R. (ed.) COSPAR Life Sciences and Space Research XVII, p. 77-86.

152. Oró, J.; Sherwood, E.; Eichberg, J.; Epps, D.E. (1978) "Formation of phospholipids under primitive Earth conditions and the role of membranes in prebiological evolution". A: Deamer, D. (ed.) *Light Transducing Membranes*. Academic Press, Nova York, p. 1-19.
153. Holzer, G.; Oró, J. (1978) "Chemical carginogenesis: A natural and man-made global environmental problem". Proceedings of the International Symposium on Analytical Techniques in Environmental Chemistry (Barcelona, 27-30 novembre) Pergamon Press, Oxford, p. 211-236.
154. Oró, J. (1978) "Biochemistry, nutrition and demographic growth". A: Oró, J.; Sorjus, J. (ed.) *Catalunya Agrícola*. Ediciones Alba, Barcelona, p. 84-96.
155. Biemann, K.; Biller, J.E.; Oró, J.; Orgel, L.E.; Nier, A.O.; Anderson, D.M.; Simmonds, P.G.; Flory, D.A.; Diaz, A.V.; Rushneck, D.R. (1978) "Search for organic and volatile inorganic compounds in two surface samples from the Chryse Planitia region of Mars". A: Ponnamperuma, C. (ed.) *Comparative Planetology*. Academic Press, Nova York, p. 97-211.
156. Tornabene, T.G.; Langworthy; T.A.; Holzer, G.; Oró, J. (1979) "Squalenes, phytanes and other isoprenoids as major neutral lipids of methanogenic and thermoacidophilic "Archaebacteria"". *J Mol Evol* 13:73-83.
157. Odom, D.G.; Rao, M.; Lawless, J.; Oró, J. (1979) "Association of nucleotides with homoionic clays". *J Mol Evol* 12:365-367.
158. Holzer, G.; Oró, J.; Tornabene, T.G. (1979) "Gas chromatographic-mass spectrometric analysis of neutral lipids from methanogenic and thermoacidophilic bacteria". A: Zlatkis, A.; Ettre, L.S., Kovats, E. (ed.) *Advances in chromatography*, Elsevier, Amsterdam, 873-887. També a: *J Chromatogr* 186:795-809.

159. Epps, D.E.; Nooner, D.W.; Eichberg, J.; Sherwood, E.; Oró, J. (1979) "Cyanamide mediated synthesis under plausible primitive Earth conditions VI. The synthesis of glycerol and glycerophosphates". *J Mol Evol* 14:235-241.
160. Holzer, G.; Oró, J. (1979) "The organic composition of the Allan Hills carbonaceous chondrite (77306) as determined by pyrolysis-gas chromatography-mass spectrometry and other methods". *J Mol Evol* 13:265-270.
161. Oró, J.; Holzer, G. (1979) "The photolytic degradation and oxidation of organic compounds under simulated Martian conditions". *J Mol Evol* 14:153-160.
162. Nooner, D.W.; Oró, J. (1979) "Synthesis of fatty acids by closed system Fischer-Tropsch processes". A: *Hydrocarbon Synthesis from Carbon Monoxide and Hydrogen Advances in Chemistry Series*, No 178. American Chemical Society, Washington DC, p. 159-171.
163. Holzer, G.; Oró, J. (1979) "Problems and methods in the analysis of organic volatiles in the athmosphere". A: *Global ecology. Interaction of the Biota with the atmosphere sediments*, NASA, Washington DC (19-20 d'octubre de 1979), p. 67-71.
164. Oró, J.; Nooner, D.W. (1979) "Cosmochemical and geochemical applications of mass spectrometry". A: Middleditch, B.S. (ed.) *Mass-Spectrometry. A Contemporary Introduction*. Plenum Publishing, Nova York, p. 327-359.
165. Oró, J.; Holzer, G.; Lazcano-Araujo, A. (1980) "The contribution of cometary volatiles to the primitive Earth". A: Holmquist, R. (ed.) *COSPAR Life Sciences in Space Research*, XVII. Pergamon Press, Oxford, p. 67-82.
166. Tornabene; T.G.; Lloyd, R.E.; Holzer, G.; Oró, J. (1980) "Lipids as a principle for the identification of Archaebacteria". A: Holmquist, R. (ed.) *COSPAR Life Sciences in Space Research*, XVIII. Pergamon Press, Oxford, p. 109-121.

167. Deamer, D.W.; Oró, J. (1980) "Role of lipids in prebiotic structures". *Biosystems* 12:167-175.
168. Rao, M.; Odom, D.G.; Oró, J. (1980) "Clays in prebiological chemistry". *J Mol Evol* 15:317-331.
169. Oró, J. (1980) "Prebiological synthesis of organic molecules and the origin of life". A: Halvorson, H.O.; Van Holde, K.E. (ed.) *The Origins of life and evolution*, MBL Lectures in Biology, vol. 1. Editorial Alan R. Liss, Nova York, p. 47-63.
170. Holzer, G.; Oró, J.; Smith, S.J.; Doctor, V.M. (1980) "Separation of monosaccharides as their alditol acetates by capillary column gas chromatography". *J Chromatogr* 194:410-415
171. Oró, J. (1980) "L'Origen de la Vida a la Terra". A: Oró, J.; Verges, J.C.; Plana Castellví, J.A. (ed.) *Els Planetes Comparats*. Ed. Sirocco, Barcelona, p. 57-71.
172. Hawker, J.R. Jr; Oró, J. (1981) "Cynamide mediated syntheses of Leu, Ala and Phe peptides under plausible primitive Earth conditions". A: Wolman, Y. (ed.) *Origins of Life*, Reidel, Dordrecht, p. 225-232.
173. Giner-Sorolla, A.; Oró, J. (1981) "Mutagens and carcinogens: Occurrence and role during chemical and biological evolution". A: Wolman, Y. (ed.) *Origins of Life*, Reidel, Dordrecht p. 583-588
174. Oró, J.; Holzer, G.; Rao, M.; Tornabene, T.G. (1981) "Membrane lipids and the origin of life". A: Wolman, Y. (ed.) *Origins of Life*. Reidel, Dordrecht p. 313-322.
175. Hawker, J.R. Jr; Oró, J. (1981) "Cyanamide mediated synthesis of peptides containing histidine and hydrophobic amino acids". *J Mol Evol* 17:285-294
176. Lazcano-Araujo, A.; Oró, J. (1981) "Cometary material and the origins of life on Earth". A: Ponnamperuma, C. (ed.) *Comets and the Origin of Life*. Reidel, Dordrecht, p. 191-225.
177. Oró, J.; Lazcano-Araujo, A. (1981) "The role of HCN and its derivatives in prebiotic evolution". A: Vennesland, B.; Conn, E.E.;

Knowles, C.J.; Westley, J.; Wissing, F. (ed.) *Cyanide in Biology*. Academic Press, Londres, p. 517-541.
178. Bar-Nun, A.; Lazcano-Araujo, A.; Oró, J. (1981) "Could life have evolved in cometary nuclei?". *Orig Life* 11:388-394.
179. Yuasa, S.; Oró, J. (1981) "HCN as a possible precursor of the amino acids in Lunar samples". A: *Science and Scientists—Essays by Biochemists, Biologists and Chemists*. Japan Scientific Societies Press, Tòquio, p. 31-37.
180. Green, C.; Doctor, V.M.; Holzer, G.; Oró, J. (1981) "Separation of neutral and amino sugars by capillary gas chromatography". *J Chromatogr* 207:268-272.
181. Rao, M.; Eichberg, J.; Oró, J. (1982) "Synthesis of phosphatidylcholine under possible primitive Earth conditions". *J Mol Evol* 18:196-202.
182. Oró, J.; Rewers, K.; Odom, D.G. (1982) "Criteria for the emergence and evolution of life in the Solar system". *Orig Life* 12:285-305.
183. Oró, J. (1982) "El hombre ante el espacio". *Aeronáutica y Astronáutica* 502:865-868.
184. Oró, J. (1983) "Chemical evolution and the origin of life". *Adv Space Res* 3:77-94.
185. Odom, D.G.; Yamrom, T.; Oró, J. (1983) "Prebiotic oligodeoxynucleotide synthesis in a cyclic evaporating system at low temperatures". *Adv Space Res* 3:55-59.
186. Bada, J.L.; Cronin, J.R.; Ho, M-S.; Kvenvolden, K.A.; Lawless, J.G.; Miller, S.L.; Oró, J.; Steinberg, S. (1983) "On the reported optical activity of amino acids in the Murchison meteorite". *Nature* 301:494-497.
187. Lazcano, A.; Oró, J.; Miller, S.L. (1980) "Primitive Earth enviroments: Organic syntheses and the origin and early evolution of life". *Precambr Res* 20:259-282.
188. Oró, J. (1983) "El origen de la vida en la Tierra y el hombre ante el espacio". *Astronomía y Astrofotografía Técnica* 6:192-197.

189. Andrawes, F.; Holzer, G.; Roedder, E.; Gibson, Jr. E.K.; Oró, J. (1984) "Gas chromatographic analysis of volatiles in fluid and gas inclusions". *Chromatography* 302:181-193.
190. Basile, B.P.; Middleditch, B.S.; Oró, J. (1984) "Polycyclic aromatic hydrocarbons in the Murchison meteorite". *Organic Geochem* 5:211-216.
191. Oró, J.; Basile, B.; Cortes, S.; Shen, C.; Yamrom, T. (1984) "The prebiotic synthesis and catalytic role of imidazole and other condensing agents". *Orig Life* 14:237-242.
192. Yuasa, S.; Flory, D.A.; Basile, B.; Oró, J. (1984) "On the abiotic formation of amino acids I. HCN as a precursor of amino acids detected in extracts of Lunar samples II. Formation of HCN and amino acids from simulated mixtures of gases released from Lunar samples". *J Mol Evol* 20:52-58.
193. Yuasa, S.; Flory, D.A.; Basile, B.; Oró, J. (1984) "Abiotic synthesis of purines and other heterocyclic compounds by the action of electrical discharges". *J Mol Evol* 21:76-80.
194. Oró, J.; Lazcano, A. (1984) "A minimal living system and the origin of a protocell". *Adv Space Res* 4:167-176.
195. Basile, B.; Lazcano, A.; Oró, J. (1984) "Prebiotic synthesis of purines and pyrimidines". *Adv Space Res* 4:125-131.
196. Oró, J. (1984) "La evolución química y el origen de la vida a los cien años de la muerte de Darwin". A: Albert, P.; Margalef, R.; Margulis, L.; Oró, J.; Pares, R.; Prevosti, A.; Reig, O.A.; Sperlich, D.; Valverde, J.A.; Villanueva, J.R. (ed.) *Darwin a Barcelona*. Promocions Publicacions Universitàries, Barcelona, p. 81-139.
197. Oró, J. (1985) "El origen de la vida". A: Arana, J. (ed.) *Genética molecular*. Fundación Instituto de Ciencias del Hombre, Madrid p. 25-78.
198. Baeza, I.; Ibáñez, M.; Santiago, J.C.; Wong, C.; Lazcano, A.; Oró, J. (1986) "Studies on precellular evolution: The encapsulation of polyribonucleotides by liposomes". *Adv Space Res* 6:39-43.

199. Oró, J. (1986) "La evolución química y el origen de la vida". A: *Bioquímica y Biología Molecular*. Salvat, Barcelona, p. 554-572.
200. Oró, J. (1986) "La exploración del espacio y el origen de la vida". A: *Aula de Cultura*, publicat per *El Correo Español – El Pueblo Vasco*, p. 11-33.
201. Mar, A.; Dworkin, J.; Oró, J. (1987) "Non-enzymatic synthesis of the coenzymes; uridine diphosphate glucose and cytidine diphosphate choline, and other phosphorylated metabolic intermediates". *Orig Life* 187:307-319.
202. Rao, M.; Eichberg, J.; Oró, J. (1987) "Synthesis of phospatidylethanolamine under possible primitive Earth conditions". *J Mol Evol* 27:365-376.
203. Lazcano, A.; Fastag, J.; Gariglio, O.; Ramírez, C.; Oró, J. (1988) "On the early evolution of RNA polymerase". *J Mol Evol* 27:365-376.
204. Lazcano, A.; Guerrero, R.; Margulis, L.; Oró, J. (1988) "The evolutionary transition from RNA to DNA in early cells". *J Mol Evol* 27:283-290.
205. Oró, J. (1988) "Constrains imposed by cosmic evolution towards the development of life". A: Marx, G. (ed.) *Bioastronomy-The Next Steps*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, p. 161-165.
206. Oró, J. (1988) "Origen i evolució de la vida". A: *Llibre de Ponències*. Tretzè Congrés de Metges i Biòlegs de Llengua Catalana (Andorra, novembre 1988), Barcelona, p.5-23.
207. Oró, J. (1989) "Chemical evolution: A Solar system perspective". A: *Exobiology and Future Mars Missions*, Proceedings of Mars Sample Return Workshop (16-18 de novembre de 1987). NASA Conference Publication 10027: 46-49.
208. Oró, J.; Mills, T. (1989) "Chemical evolution of primitive Solar system bodies". *Adv Space Res* 9:105-120.

209. Oró, J. (1989) "Los avances en la investigación científica del espacio". A: *Diez Años de Democracia en España 1976-1986*, Tibidabo Ediciones, Barcelona, p. 69-84.
210. Shen, C.; Yang, L.; Miller, S.L.; Oró, J. (1990) "Prebiotic synthesis of histidine". *J Mol Evol* 31:175-179.
211. Shen, C.; Mills, T.; Oró, J. (1990) "Prebiotic synthesis of histidyl-histidine". *J Mol Evol* 31:175-179.
212. Lazcano, A.; Valverde, V.; Fastag, J.; Gariglio, P.; Ramirez, C.; Oró, J. (1990) "Molecular evolution of nucleic acid polymerases". A: Ponnamperuma, C.; Eirich, F.R. (ed.) *Prebiological Self Organization of Matter*. A Deepak Publishing, Hampton, VA, p. 219-233.
213. Llaca, V.; Silva, E.; Lazcano, A.; Rangel, L.M.; Gariglio, P.; Oró, J. (1990) "A search of the ancestral RNA polymerase: An experimental approach". A: Ponnamperuma, C.; Eirich, F.R. (ed.) *Prebiological Self Organization of Matter*. A Deepak Publishing, Hampton, VA, p. 247-260.
214. Oró, J.; Lazcano, A. (1990) "A holistic precellular organization model". A: Ponnamperuma, C.; Eirich, F.R. (ed.) *Prebiological Self Organization of Matter*. A Deepak Publishing, Hampton, VA, p. 11-34.
215. Oró, J.; Miller, S.L.; Lazcano, A. (1990) "The origin and early evolution of life on Earth". *Anu Rev Earth Planet Sci* 18:317-356.
216. Shen, C.; Lazcano, A.; Oró, J. (1990) "The enhancement effects of histidyl-histidine in some prebiotic reactions". *J Mol Evol* 31:445-452.
217. Baeza, I.; Ibáñez, M.; Santiago, J.C.; Argüello, C.; Wong, C.; Oró, J. (1990) "Diffusion of Mn^{++} into liposomes mediated by phosphatidate and monitores by the activation of an encapsulated enzymatic system". *J Mol Evol* 31: 453-461.
218. Clark, B.; Chang, S.; Oró, J. (1990) "Specific-electrode measurement of chemical properties of the Martian soil". A: DeVicen-

zi, D.L.; Marshall, J.R.; Anderson, D. (ed.) *Exobiology on Mars*. NASA Conference Publication 10055:7-9.

219. Nier, A.; Oró, J.; Des Marais, D.; Rushneck, D. (1990) "The detection of organics and volatiles with mass spectrometry". A: DeVicenzi, D.L.; Marshall, J.R.; Anderson, D. (ed.) *Exobiology on Mars*. NASA Conference Publication 10055:19-21.
220. Oró, J. (1990) "Origen y evolución de la vida". A: Bach Piella, C. (ed.) *Investigacion y Universidad*. ICE Universidad de Córdoba, p. 55-80.
221. Kleins, H.P. *et al.* (J. Oró, un dels autors) Committee on Planetary Biology and Chemical Evolution (1990). "The search for life's origins: progress and future directions in planetary biology and chemical evolution". The National Academy of Sciences. National Academy of Sciences Press, Washington DC, p. 148.
222. Oró, J.; Berry, J.M. (1990) "Comets and the origin of Life". A: Oró, J.; Miquel, J. (ed.) *Aerospace Research in Biology and Medicine*. Fundació "La Caixa", Barcelona, p. 52-70.
221. Oró, J. (1991) "Origen y evolución de la vida". A: Fernández-Rañada, A. (ed.) *Nuestros orígenes: El universo, la vida, el hombre (Homenaje a Severo Ochoa)*. Fundación Ramón Areces, Madrid, p. 169-199.
222. Mar, A.; Oró, J. (1991) "Synthesis of the coenzymes adenosine diphosphate glucose, guanosine diphosphate glucose, and cytidine. Diphosphoethanolamine under primitive Earth conditions". *J Mol Evol* 32:201-210.
223. Wong, C.; Santiago, J.C.; Rodríguez-Páez, L.; Ibáñez, M.; Baeza, I.; Oró, J. (1991) "Synthesis of putrescine under possible primitive Earth conditions". *Orig Life Evol Biosph* 21:145-156.
224. Oró, J.; Lazcano, A. (1991) "On the origin and early evolution of biological catalysis and other studies on chemical evolution". A: NASA Conference Publication 3129:53.

225. Oró, J.; Blade, A.; Farran, J.; Reales, L. (1991) "Scientific research in Catalonia". A: Azevedo, M. (ed.) *Contemporary Catalonia in Spain and Europe*. Gaspar de Portolà Catalonian Studies Program Univ California, Berkeley, p. 128-138.
226. Oró, J.; Mills, T.; Lazcano, A. (1992) "The cometary contribution to prebiotic chemistry". *Adv Space Res* 12:33-41.
227. Lazcano, A.; Llaca, V.; Cappello, R.; Valverde, V.; Oró, J. (1992) "The origin and early evolution of nucleic acid polymerases". A: Oró, J.; Horneck, G.; Greenberg, J.M.; Raulin, F.; Schwartz, A.W.; Dose, K.; Friedmann, E.I. (ed.) *Life Sciences and Space Research* XXIV (3), Planetary Biology and the Origins of Life. *Adv Space Res* 12:207-216.
228. Baeza, I.; Ibáñez, M.; Wong, C.; Chavez, P.; Gariglio, P.; Oró, J. (1992) "Possible prebiotic significance of polyamines in the condensation, protection, encapsulation and biological properties of DNA". *Orig Life E Biosph* 21:225-242.
229. Oró, J.; Lazcano, A. (1992) "Recent advances in chemical evolution and the origins of life". *Acta Astron* 26:157-168.
230. Lazcano, A.; Valverde, V.; Greco-Hernández; Gariglio, P.; Fox; G.E.; Oró, J. (1992) "On the early emergence of reverse transcription: Theoretical basis and experimental aspects". *J Mol Evol* 35:524-536.
231. Velasco, A.M.; Medrano, L.; Lazcano, A.; Oró, J. (1992) "A redefinition of the Asp-Asp domain of reverse transcriptases". *J Mol Evol* 35:551-556.
232. Oró, J.; Mills, T.; Lazcano, A. (1992) "Comets and the formation of biochemical compounds on the primitive earth-A review". *Orig Life Evol Biosph* 21:267-277.
233. Lazcano, A.; Fox, G.; Oró, J. (1992) "Life before DNIn: The origin and evolution of early Archean cells". A: Mortlock, R.P. (ed.) *The Evolution of Metabolic Function*. Telford Press, Caldwell, NJ, p. 237-295.

234. Oró, J.; Squyres, S.W.; Reynolds, R.T.; Mills, T.M. (1992) "Chapter V Europa: Prospects for and ocean and Exobiological Implications". A: Carle, G.C.; Schwartz, D.E.; Huntington, J.L. (ed.) *Exobiology in Solar System Exploration*. NASA Special Publication 1992 512:103-125.
235. Oró, J. (1992) "La ciencia y el hombre en el umbral del siglo xxi". A: Grisolia, S. *et al.* (ed.) *En el umbral del tercer milenio*. Tabapress, p. 183-192.
236. Oró, J. (1993) "Evolution of life and extension of man's life expectancy". A: Boada, M.; Selmes, M.A. (ed.) *La enfermedad de Alzheimer y otras demencias afines* (4th Conference SYSTED 91, 10-14 de juny de 1991, Barcelona) Fundación Alzheimer España, Madrid, p. 105-107.
237. Baumann, U.; Oró, J. (1993) "Three stages in the evolution of the genetic code". *BioSystems* 29:133-141.
238. Oró, J. (1994) "Early chemical stages in the origin of life". A: Bengtson, S. (ed.) *Early Life on Earth*. Nobel Symposium No 84 Columbia University Press, Nova York, p. 48-59.
239. Oró, J. (1994) "Les arrels de l'escriptura i dels llibres. El projecte editorial de la UPC". A: Acte de presentació d'Edicions UPC. Edicions UPC, Barcelona, p. 17.
240. Oró, J. (1994) "Chemical synthesis of lipids and the origin of life". *J Biol Phys* 20:135-147.
241. Oró, J. (1995) "The chemical and biological basis of intelligent Terrestrial life from an evolutionary perspective". A: Shostak, S. (ed.): *Progress in the Search for Extraterrestrial Life*. AS Conference Series, San Francisco 74:121-133.
242. Oró, J. (1995) "From hydrogen to life and man". A: Baye, K.M.; Vasak, K. (ed.) *Federico Mayor Amicorum Liber (Solidarité, egalité, liberté) Dedicated to Dr Federico Mayor Zaragoza's 60th Anniversary*. Bruylant, Brusel·les 2:1051-1090.

243. Lazcano, A.; Díaz-Villagómez, E.; Mills, T.; Oró, J. (1995) "On the levels of enzymatic substrate specificity: Implications for the early evolution of metabolic pathways". *Adv Space Res* 15:345-356.
244. Oró, J.; Mills, T.; Lazcano, A. (1995) "Comets and life in the Universe". *Adv Space Res* 15:81-90.
245. Oró, J. (1995) "Oparin AI: personal encounters and reminiscences". A: Poglazov, B.L. *et al.* (ed.) *Evolutionary Biochemistry and Related Areas of Physiochemical Biology (Dedicated to the Memory of Academician A.I. Oparin)*. Bach Institute of Biochemistry and ANKO, Moscou, p. 25-40.
246. Oró, J. (1995) "From cosmochemistry to life and man". A: Poglazov, B.L. *et al.* (ed.) *Evolutionary Biochemistry and Related Areas of Physicochemical Biology (Dedicated to the Memory of Academician A.I. Oparin)*, Bach Institute of Biochemistry and ANKO, Moscou p. 63-92. També a: *Eutopías*, 2a època, publicat per Centre de Semiòtica i Teoria de l'Espectacle, Universitat de València & Asociación Vasca de Semiótica, València, p. 1-31.
247. Oró, J. (1995) "Cosmochemical evolution and the origin of life". *Microbiol SEM* 11:145-160.
248. Oró, J. (1996) "Evolución cosmoquímica y origen de la vida". A: Morán, F.; Peretó, J.; Moreno, A. (ed.) *Orígenes de la Vida (en el centenario de Aleksandr Ivanovich Oparin)*. Editorial Complutense, Madrid, p. 321-335.
249. Oró, J. (1996) "La vida a l'univers i l'evolució còsmica". Llibre de Ponències. Quinzè Congrés de Metges i Biòlegs de Llengua Catalana, Lleida, p. 47-62.
250. Oró, J. (1996) "Cosmic evolution, life and man". A: Chela-Flores, J.; Raulin, F. (ed.) *Chemical Evolution: Physics of the Origin and Evolution of Life*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, p. 3-19.
251. Oró, J. (1996) "Planetary formation of biochemical compounds in circumstellar habitable zones". A: Doyle, L.R. (ed.) *Circumstellar*

Habitable Zones – Proceedings of the First International Conference. Travis House Publications, Menlo Park, Califòrnia, p. 283-297.
252. Oró, J.; Lazcano, A. (1997) "Comets and the origins and evolution of life: A scientific and historical introduction". A: Thomas, P.J.; Chyba, C.F.; McKay, C.P. (ed.) *Comets and the Origins and Evolution of Life*, Springer Verlag, Nova York, p. 3-27.
253. Macià, E.; Hernández, V.; Oró, J. (1997) "Primary sources of phosphorus and phosphates in chemical evolution". *Orig Evol Biosph* 27:459-480.
254. Oró, J.; Cosmovici, C.B. (1997) "Comets and life on the primitive Earth". A: Cosmovici, C.B.; Bowyer; Werthimer, P. (ed.) *Astronomical and Biochemical Origins and the Search for Life in the Universe*. Editrice Compositori, Bolonya, p. 97-120.
255. Oró, J. (1997) "Hi ha vida a l'univers?" *L'Anuari 1997*, Avui Fundació Catalunya, Barcelona, 1997, p. 232.
256. Oró, J. (1997) "Origen y evolución de la vida (del hidrógeno al hombre)". A: *Ciencia y Sociedad – "Desafíos del conocimiento ante el Tercer Milenio"*. Fundación Central Hispano, Ediciones Nobel S.A. Oviedo, p. 11-45.
257. Oró, J. (1997) "Cometas y el origen de la vida. Química prebiológica: una aportación personal". *Universo, Astronomía y Astronáutica* 23:20-25.
258. Oró, J. (1997) "Reminiscencias de Carl Sagan". *Universo, Astronomía y Astronáutica*, p. 23-26.
259. Oró, J. (1998) "Del naixement de l'Univers i l'origen de la vida al segle xxi". *Agropress*, Generalitat de Catalunya, p. 1-12.
260. Oró, J. (1998) "Origen i evolució de la vida". A: Universitat Pompeu Fabra, Fundació Mil·leni, Primeres Jornades sobre Medicina Preventiva i Predictiva, Barcelona, p. 79-83.
261. Oró, J. (1998) "Prólogo". A: Aupí, V. (ed.) *Santiago Grisolia Apuntes para la historia biológica del hombre*. Universitat Politècnica de València, València, p. 11-13.

262. Oró, J. (1998) ""The Abdus Salam Lecture" Cosmochemical Evolution". A: *Unifying and creative process in the Universe*. A: Chela-Flores, J.; Raulin, F. (ed.) *Exobiology Matter, Energy and Information in the Origin and Evolution of life in the Universe*. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, p. 11-32.
263. Oró, J. (1998) "The case for life on Mars". *Bioastron News*, p. 19.
264. Oró, J. (1998) "Data are as good as our interpretations". *Bioastron News*, p. 19.
265. Levy, M.; Miller, S.L.; Oró, J. (1999) "Production of guanine from NH_4CN polymerizations". *J Mol Evol* 49:165-169.
266. Oró, J. (1999) "Evolutionary requirements for the development of intelligent life". A: Colombo, R.; Giorello, G.; Rigamonti, G.; Sindoni, E.; Sinigaglia, C. (ed.) Ori*gine de la Vita Intelligente nell Universo. Origin of Intelligent Life in the Universe*. International Conference, Villa Monastero (Lecco, Varenna), Edizioni Newpress, Como, p. 167-195.
267. Oró, J. (1999) ""Vincoli per lo svilupo della vita intelligente". A: Colombo, R.; Giorello, G.; Sindoni E (ed.) *L'Intelligenza dell'Universo*. Edizioni Piemme, Asti, p. 83-107.
268. Oró, J. (1999) "Prólogo". A: Giner Sorolla, A.; Piqueras, M. (ed.) *Orígenes del big bang al tercer milenio*. Antinea, Vinaròs, p. 13-26.
269. Oró, J. (2000) "Organic matter and the origin of life in the Solar system". A: Lemarchand, A.; Meech, K. (ed.) *Bioastronomy '99. A new era in bioastronomy*. Sheridan Books Inc, Chelsea, MI, p. 285-299.
270. Chela-Flores, J.; Lemarchand, J.G.; Oró, J. (2000) "Preface". A: Chela-Flores, J.; Lemarchand, J.G.; Oró, J. (ed.) *Astrobiology: Origins from the Big-Bang to Civilisation*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, p. IX-XI.
271. Oró, J. (2000) "A few words of welcome". A: Chela-Flores, J.; Lemarchand, J.G.; Oró, J. (ed.) *Astrobiology: Origins from the Big-Bang to Civilisation*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, p. XXI-XXII.

272. Oró, J. (2000) "Cosmochemical evolution and the origin of life on Earth". A: Chela-Flores, J.; Lemarchand, J.G.; Oró, J. (ed.) *Astrobiology: Origins from the Big Bang to Civilisation*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, p. 57-59.
273. Oró, J. (2000) "Pròleg". A: Trigo-Rodriguez, J.M. *L'origen del sistema solar*. ECSA Pòrtic, Barcelona, p. 11-13.
274. Oró, J. (2000) "Evolución cultural hacia la paz–Utopia o necesidad". A: 23 Congreso de Geriatría y Gerontología, Barcelona, p. 1-20.
275. Oró, J. (2000) "El legado del siglo xx". A: ARP-Sociedad Para el Avance del Pensamiento Critico *Las fronteras del conocimiento ¿aún queda mucho por saber?* Agrupación Astronómica de Castelldefels, Castelldefels.
276. Oró, J. (2000) "Cosmochemical evolution and the origins of life". A: Bouhdiba, A. (ed.) *Qu'est-ce que la vie?* 4ème Rencontre Internationale de Carthage, Cartago.
277. Oró, J. (2000) "Organic Matter and the Origin of Life in the Solar System". A: *A New Era in Bioastronomy*. ASP Conference Series, G. Lemarchand, K. Meech (eds.), vol. 213, p. 285-299.
278. Oró, J. (2001) "Cometary molecules and life's origin". A: Chela-Flores, J. *et al.* (ed.) *First Steps in the Origin of Life in the Universe*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, p. 113-120.
279. Oró, J.; Palau, X. (2001) "Cosmopark-A natural astronomical observatory". A: Chela-Flores, J. *et al.* (ed.) *First Steps in the Origin of Life in the Universe*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, p. 383-385.
280. Oró, J. (2002) "L'origen de la vida a la Terra i l'exploració de l'espai". *Revista Ateneu Barcelonès*, Barcelona, p. I-IX.
281. Oró, J. (2002) "Prólogo". A: Urmeneta, J.; Navarrete, A. *¿Hay alguien ahí? Origen y evolución de la vida en el planeta Tierra y la búsqueda de señales de vida en el espacio*. Editorial Océano, Barcelona, p. 10-11.

282. Oró, J. (2002) "Comets and the origin of life on the primitive Earth". A: Seckbach, J. (ed.) *Origins, Evolution and Biodiversity of Microbial life*. Kluwer Academic Press, Dordrecht, p. 551-558.
283. Oró, J. (2002) "Pròleg". A: Forcada, A. *Cosmos*, Pagès Editors, Lleida, p. 8.
284. Oró, J. (2002) "Historical understanding of life's beginnings". A: Schopf, J.W. (ed.) *Life's Origin. The Beginnings of Biological Evolution*. Univ. California Press, Berkeley, p. 7-45.
285. Oró, J. (2004). "Comets and the Origin of Life on the Primitive Earth". A: Seckbach, J. (ed.) *Origins, cellular Origin, Life in Extreme Habitats and Astrobiology*, vol 6. Springer, Dordrecht, p. 549-565
286. Ehrenfreund, P.; Lazcano, A.; Oró J. (2006) "Comets and the Origin and Evolution of Life". A: Thomas, P.J. *et al.* (ed.), *Comets and the Origin and Evolution of Life*, 2nd ed.; Adv. Astrobiol. Biogeophys.; p. 1–28, Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2006.

9. Resums de comunicacions a reunions de societats científiques

1. Oró, J.; Rappoport, D. A.; Collins, V. P. (1954) "Formate Metabolism in Isolated Jejunum in the Presence of 4-Amino-5-imidazole-Carboxamide and Homocysteine", Chem. Soc., Div. of Biol. Chem., 126th Meeting, Nova York, Abstracts, p. 17 C.
2. Rappoport, D. A.; Oró, J.; Collins, V. P. (1955) "Pathway of Formate Oxidation by Animal Tissues", *Federation Proc.* 14:381.
3. Oró, J. (1956) "A Possible Pathway for the Natural Synthesis of Glycine and Glycinamide", Am. Chem. Soc., Div. of Biol. Chem., 130th Meeting, Atlantic City, Abstracts, p. 16 C.
4. Oró, J.; Guidry, C. L. (1956) "Direct Polymerization of Glycine", Am. Chem. Soc., Div. of Biol. Chem., 135th Meeting, Boston, Abstracts, p. 60 C.
5. Zlatkis, A.; Oró, J. (1958) "A New Approach to Amino Acid Analysis", Am. Chem. Soc., Div. of Biol. Chem., 133rd Meeting, San Francisco, Abstracts, p. 13 C.

6. Oró, J. (1960) "Possible Geochemical Synthesis of Purines on the Primitive Earth", American Geological Society, 5th Meeting, Denver, p. 171.
7. Oró, J.; Kimball, A. P. (1960) "Synthesis of Purines and Imidazoles Under Possible Primitive Earth Conditions", Am. Chem. Soc., Div. of Biol. Chem., 138th Meeting, Nova York, Abstracts, p. 25 C.
8. Oró, J.; Zlatkis, A. (1960) "A New Approach to Amino Acid Analysis", Amer. Chem. Soc., Div. of Biol. Chem., 138th Meeting, Nova York, Abstracts, p. 25 C.
9. Oró, J.; Kimball, A. P. (1960) "Direct Synthesis of Purines from Amino Acids", *Federation Proc.* 19:314.
10. Oró, J. (1961) "Formation of Purines Under Possible Primitive Earth Conditions", *Federation Proc.* 20:352.
11. Oró, J. (1961) "Formation of Purines Under Possible Primitive Earth Conditions". V International Congress of Biochemistry, Moscou, Abstr. of Communs., Pergamon Press, Londres, p. 503.
12. Oró, J.; Cox, A. C. (1962) "Non-Enzymatic Synthesis of Deoxyribose", *Federation Proc.* 25:80.
13. Oró, J. (1 maig de 1962) "Studies in Experimental Organic Cosmochemistry". Conference on the Problems of Environmental Control on the Morphology of Fossil and Recent Protobionta, New York Academy of Sciences, p. 8.
14. Oró, J. (1963) "Non-enzymatic Formation of Purines and Pyrimidines", *Federation Proc.* 22:681.
15. Nooner, D. W.; Oró, J. (5-7 de desembre de 1963) "Polypeptide Synthesis by Means of Polyphosphate Esters". Protein Symposium, American Chemical Society, Southwest Regional Meeting, Shamrock Hilton Hotel, Houston, Texas.
16. Oró, J.; Nooner, D. W. (1964) "Non-enzymatic Polypeptide Synthesis by Means of Polyphosphate Esters". VI International Congress of Biochemistry, Nova York, *Intern. Un. Biochem.* 32:171.

17. Oró, J.; Nooner, D. W. (1965) "Hydrocarbons of Biological Origin in Sediments about Two Billion Years Old", *Federation Proc.* 24:633.
18. Oró, J. (1965) "Comparative Study of the Hydrocarbons in the Orgueil, Murray and Mokoia Meteorites". 27th Annual Meeting of Meteoritical Society, 30 d'octubre-1 de novembre de 1964, Arizona State University, Tempe, Ariz., p. 13.
19. Oró, J.; Nooner, D. W. (1966) "Hydrocarbons in Lipid Extracts of Algal Mats", *Federation Proc.* 25:786.
20. Doctor, V. M.; Oró, J. (1967) "Non-enzymatic Transamination of Histidine and -Keto Acids", *Federation Proc.* 26:833.
21. Oró, J. (1967) "Meteorites, Precambrian Sediments and Life". Seventh International Congress of Biochemistry, Tòquio, Abstracts III, p. 485-486.
22. Oró, J. (maig de 1967) "Reports and Comments" a «First Conference on Origins of Life» (The New York Academy of Sciences, Interdisciplinary Communications Program), Princeton, N. J., p. 62, 202, 204, 326.
23. Oró, J. (27-30 de març de 1967) "Sistemas Combinados de Cromatografía Gaseosa y Espectrometría de Masa para Análisis Compuestos Bioquímicos". IV Congreso Nacional de Bioquímicos Españoles, Granada, Resumen de las Comunicaciones, p. 56.
24. Updegrove, W. S; Oró, J. (setembre de 1967) "Analysis of Organic Matter on the Moon by Gas Chromatography-Mass Spectrometry: A Feasibility Study", Proceedings of the Third Lunar International Laboratory Symposium, XVII Congress, International Astronautical Federation, Belgrad, Iugoslàvia.
25. Oró, J.; Nooner, D. W. (25-27 d'octubre de 1967) "Aliphatic Hydrocarbons in Graphite-Troilite Nodules of the Odessa and Canyon Diablo Meteorites". 30th Annual Meeting of the Meteoritical Society, Moffett Field, Califòrnia, NASA Ames Research Center.

26. Oró, J.; Tornabene, T. G.; Gelpí, E. (20-22 de novembre de 1967) "Hydrocarbons and Fatty Acids of Marine and Terrestrial Microorganisms". Organic Geochemistry in the Oceans I-Geochemical Society Symposium, New Orleans, La., p. 169.
27. Oró, J. (1968) "Incorporation of 14C-labelled Precursors into Biological Hydrocarbons", Symposium on Hydrocarbons from Living Organisms and Recent Sediments, Div. of Petroleum Chemistry, 156th American Chemical Society Meeting, Atlantic City, Preprint 13, No. 4, p. 19-20.
28. Oró, J.; Gelpi, E. (1968) "Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Studies on the Isoprenoids and Other Isomeric Alkanes in Meteorites", Proceedings of the International Symposium on Meteorits Research, Viena, Àustria.
29. Laseter, J. L.; Weber, D. J.; Oró, J. (1968) "Biosynthesis of Wax Components in *Brassica oleracea*", International Symposium on Phytochemistry.
30. Oró, J.; Gelpí, E. (7-13 d'agost de 1968) "Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Studies on the Isoprenoids and Other Isomeric AIkanes in Meteorites". International Symposium on Meteorite Research, Viena, Àustria.
31. Oró, J. (5-6 de desembre de 1968) "Analysis of Hydrocarbons and Carbon Isotopic Ratios of Meteorites". Group for the Analysis of Carbon Compounds in Carbonaceous Chondrites and the Returned Lunar Sample, Arizona State University, Tempe, Arizona, Abstracts, p. 7.
32. Updegrove, W. S.; Flory, D.; Wilkin, R.; Koenig, W.; Waldrep, S.; Oró, J. (5-7 de desembre de 1968) "Precision in Medium Resolution Mass Spectrometry Measured with Perfluorokerosene". Official Program of American Chemical Society Meeting, Austin, Texas, p. 40 A.
33. Updegrove, W. S.; Flory, D.; Wilkin, R.; Schneider, H.; Oró, J. (5-7 de desembre de 1968) "Carbon Isotope Mass Spectrometry of

Organic Geochemical Samples". Official Program of American Chemical Society Meeting, Austin, Texas, p. 40 A.
34. Schneider, H.; Mann, J.; Oró, J. (5-7 de desembre de 1968) "Lipids in Microscopic Algae. I: The Occurrence of Paraffins and Olefins". Official Program of American Chemical Society, Austin, Texas, p. 59 A.
35. Gelpí, E.; Oró, J. (5-7 de desembre de 1968) "Lipids in Microscopic Algae. II: Structural Characterization of Hydrocarbons and Fatty Acids". Official Program American Chemical Society, Austin, Texas, p. 59 A.
36. Nakaparksin, S.; Gil-Av, E.; Oró, J. (5-7 de desembre de 1968) "Gas Chromatography with Optically Active Stationary Phases: The Study of Racemization of Amino Acids in Acid Solution". Official Program American Chemical Society, Austin, Texas, p. 75 A.
37. Oró, J.; Birrell, P.; Nakaparksin, S.; Gil-Av, E. (5-7 de desembre de 1968) "Gas Chromatography with Optically Active Stationary Phases. Resolution of Amino Acid Esters". Official Program American Chemical Society, Austin, Texas, p. 75 A.
38. Flory, D.; Updegrove, D.; Wilson, R.; Oró, J. (5-7 de desembre de 1968) "Applications of Stable Isotope Mass Spectrometry to Biogeochemical Problems", Official Program American Chemical Society, Austin, Texas, p. 75 A.
39. Ibáñez, J.; Scheltgen, E.; Kimball, A. P.; Oró, J. (5-7 de desembre de 1968) "Deoxyribo-nucleotide Polymerization by Cyanamide", Official Program American Chemical Society, Austin, Texas, p. 75 A.
40. McReynolds, J.; Birrell, P.; Furlong, N.; Scheltgen, E.; Kimball, A. P.; Oró, J. (5-7 de desembre de 1968) "Polymerization of Deoyribo-nucleotides by Ultraviolet Light". Official Program American Chemical Society, Austin, Texas, p. 75 A.
41. Oró, J.; Gelpí, E. (13-18 d'abril de 1969) "High Resolution GC-MS Analysis of the Organic Matter in Returned Lunar Samples".

American Chemical Society 157th National Meeting, Division of Nuclear Chemistry and Technology, Minnesota, Abstract No. 52.
42. Oró, J.; Schneider, H.; Gelpí, E.; Mann, J. (24 d'agost-2 de setembre de 1969) "Hydrocarbons in Geologically Important Algae". XI Intern. Botanical Congress, Seattle, Washington, p. 164.
43. Koenig, W.; Parr, W.; Lichtenstein, H.; Bayer, E.; Oró, J. (29 d'agost-3 de setembre de 1969) "Gas Chromatography of Amino Acid Enantiomers on New Optically Active Stationary Phases". Third Intern. Biophysics Congress, Cambridge, Massachusetts, p. 162.
44. Lichtenstein, H.; Parr, W.; Koenig, W.; Oró, J. (29 d'agost-3 de setembre de 1969) "Amino Acid Enantiomers in Biological Systems: Gas Chromatography Using Optically Active Stationary Phases". Third Intern. Biophysics Congress, Cambridge, Massachusetts, p. 161.
45. Flory, D.; Oró, J. (8-12 de setembre de 1969) "Stable Carbon Isotope Ratios in Meteoritic Organic Matter". International Conference on Mass Spectroscopy, Kyoto, Japó.
46. Oró, J.; Gelpí, E., (29-31 d'octubre de 1969) "Organic Analysis of the Pueblito de Allende Meteorite". The Meteoritical Society, 32nd Annual Meeting, Houston, Texas.
47. Simmonds, P. G.; Bauman, A. J.; Bollin, E. M.; Gelpí, E.; Oró, J. (7-8 de novembre de 1969) "Organic Analysis of the Unextractable Fraction of the Pueblito de Allende Meteorite. Evidence for Its Indigenous Nature", Group for the Analysis of the Carbon Compounds in Carbonaceous Chondrites and the Returned Lunar Sample. University of Maryland, MD.
48. Oró, J.; Gelpí, E. (10- 12 de novembre de 1969) "A Discussion of the Interpretation of Organic Analytical Data—Biogenic or Non-Biogenic", Geological Society of America, Atlantic City, N.J., Abstract, p. 167-168.

49. Ibáñez, J.; Oró, J.; Kimball, A. P. (4-6 de desembre de 1969) "Possible Prebiotic Synthesis of Amino Acids and Oligodeoxyribonucleotides". American Chemical Society Southwest Regional Meeting, Tulsa, Oklahoma, Abstract, p. 60.
50. Oró, J.(22-27 de febrer de 1970) "Organic Matter in Lunar Samples". 159th American Chemical Society National Meeting, Division of Physical and Nuclear Chemistry, Houston, Texas.
51. Oró, J.; Nooner, D.; Gelpí, E.; Gibert, J. (14-19 de juny de 1970) "A Comparative Study by Gas Chromatography-Mass Spectrometry of Environmental Hydrocarbons from Four Different Localities". Eighteenth Annual Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, San Francisco, Califòrnia.
52. Gibert, J. M.; Lichtenstein, H.; Wikstrom, S.; Flory, D.; Oró, J. (7-10 de juny de 1971) "Extraterrestrial (Non-Biological?) Protein and Non-Protein Amino Acids". V National Congress of Biochemistry, Barcelona, p. 91.
53. Gelpí, E.; Gibert, J. M.; Oró, J. (7-10 de juny de 1971) "Analysis of Amino Acids and Bioactive Peptidcs by Gas Chromatography and Mass Spcctrometry". V National Congress of Biochemistry, Barcelona, p. 16.
54. Flory, D. A.; Wikstrom, S.; Gupta, S.; Gibert, J. M.; Oró, J. (1972) "Analysis of Organogenic Compounds in Apollo 11, 12 and 14 Lunar Samples". Proceedings of the Third Lunar Science Conference, ed. C. Watkins, Houston: Lunar Science Institute, p. 271.
55. Stephen-Sherwood, E.; Wikstrom, S.; Lichtenstein, H.; Flory, D. A.; Oró, J. (21-23 de juny de 1973) "Gas Chromatic-Mass Spectrometric Analysis of the Volatile Components in the Urine of Tumor Bearing Swiss Albino Mice", Proceedings of 2nd Duran i Reynals International Symposium «Viral Replication and Cancer», No. 34, Barcelona.

56. Oró, J.; Stephen-Sherwood, E. (25-28 de juny de 1973) "The Prebiotic Synthesis of Nucleic Acid Components and Olingomicleotides", Proceedings of 4th International Conference on the Origin of Life, No. 17, Barcelona.
57. Flory, D. A.; Oró, J. (25-28 de juny de 1973) "Organic Contamination Problems in the Viking Molecular Analysis Experiment", Proceedings of 4th International Conference on the Origin of Life, No. 44, Barcelona.
58. Navarro, D.; Yuasa, S.; Wikstrom, S.; Oró, J. (25-28 de juny de 1973) "Organic Compound Synthesis on a Lunar-type Gas Mixrure", Proceedings of 4th International Conference on the Origin of Life, No. 76, Barcelona.
59. Yuasa, S.; Oró, J. (25-28 de juny de 1973) "Role of Weak Bases on the Prebiotic Formation of Heterocyclic Compounds", Proceedings of 4th International Conference on the Origin of Life, Barcelona.
60. Stephen-Sherwood, E.; Odom, D. G.; Oró, J. (25-28 de juny de 1973) "Prebiotic Condensacion of Deoxymononucleotides by AICA and Cyanamide", Proceedings of 4th International Conference on the Origin of Life, No. 96, Barcelona.
61. Nooner, D. W.; Oró, J. (25-28 de juny de 1973) "Direct Synthesis of Polypeptides: Polycondensation of α-Amino Acids by Polymetaphosphate Esters", Proceedings of 4th International Conference on the Origin of Life, No. 97, Barcelona.
62. Stephen-Sherwood, E.; Nooner, D. W.; Oró, J. (2-7 de juny de 1974) "Condensation of Amino Acids in a System Containing 4-Amino-5-Imidazole Carboxyamide, Cyanamide and Adenosine-5'-Triiphosphate". Biochemistry/Biophysics Meeting, Minneapolis, *Fed. Proc*. 33, No. 5, Part II.
63. Oró, J.; Stephen-Sherwood, E. (1-8 d'agost de 1974) "Abiotic Origin of Biopolymers", Proceedings of International Symposium on the Origin of Life, Moscou.

64. Nooner, D. W.; Oró, J. (9-11 de desembre de 1974) "Synthesis of Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons by Closed System Fischer-Tropsch Processes". 30th Southwest Regional ACS Meeting, American Chemical Society, Astroworld Hotel, Houston, Texas, Abstract No. 280.
65. Lovett, A. M.; Sherwood, E.; Oró, J. (22-24 de maig de 1975) "Application of GCMS in the Analysis of Voltatile Compounds in Urine and Ascitic Fluid of Normal and Tumor Bearing Mice". 23rd ASMS Meeting. American Society for Mass Spectrometry, Houston, Texas.
66. Nooner, D. W.; Gibert, J. M.; Andrade-Bruning, I. M. R. De; Oró, J. (29 d'octubre-1 de novembre de 1975) "Hydrocarbons and Fatty Acids in Oil Shale of Permian Irati Formation", Abstracts of Chemical Evolution of the Precambrian. College Park Colloguia on Chemical Evolution, p. 17.
67. Oró, J. (1975) "Avances Recientes en Evolución Química". Simposi sobre Evolució Molecular i Biològica, Universitat Autónoma de Barcelona, Barcelona, Abstracts, p. 19-20.
68. Odom, D.; Oró, J. (11-16 d'abril de 1976) "Prebiotic Oligonucleotide Synthesis: Tidal Washing at 60 C". 60th Annual Meeting, Federation of American Societies for Experimental Biology, Anaheim, Califòrnia, Abstract No. 661, *Fred. Proc.* 35, No. 7, p. 1488.
69. Leach, W.; Nooner, D. W.; Oró, J. (5-10 d'abril de 1977) "Abiotic Synthesis of Fatty Acids". 2nd ISSOL Meeting and Vth International Conferences on the Origin of Life, Kyoto, Abstracts No. I-C-13, p. 7.
70. Sherwood, E.; J. Oró (5-10 d'abril de 1977) "A Unified Condensation System for the Prebiotic Synthesis of Glycerides, Peptides and Oligodeoxynucleotides". 2nd ISSOL Meeting and Vth International Conference on the Origin of Life, Kyoto, Abstracts No. I-C-15, p. 7.

71. Oró, J. (5-10 d'abril de 1977) "Chemistry of the Martian Surface and Atmosphere. Results from the Viking Mission". 2nd ISSOL Meeting and Vth International Conference on the Origin of Life, Kyoto, Abstracts No. II-E-3, p. 41.
72. Biemann, K.; Anderson, D.; Orgel, L.; Oró, J.; Simmonds P.; Toulmin P. III (7-18 juny de 1977) "The Search for Organic and Inorganic Volatile Compounds in the Surface of Mars by Viking 1 and 2". XXth COSPAR Meeting and Associated Symposia, Tel Aviv, Abstract C. 3.6., p. 125.
73. Oró, J.; Sherwood, E.; Eichberg J.; Epps, D. (13-17 de desembre de 1977) "Stages of Chemical and Early Biological Evolution". Evolution of Light Trapping Systems Seminar, Honolulu.
74. Nooner, D. W.; Oró, J. (12-17 de març de 1978) "Synthesis of Fatty Acids in a Closed System Fischer-Tropsch Process". 175th ACS National Meeting, Anaheim, Califòrnia, Abstracts, PETRO 36.
75. Oró, J.; Holzer, G. (29 de maig-1 de juny de 1978) "Degradation of Organic Compounds Under Simulated Martian Conditions". XXI COSPAR Meeting, Innsbruck, Àustria.
76. Oró, J.; Holzer, G. (29 de maig-1 de juny de 1978) "The Effect of Ultraviolet Light on the Degradation of Organic Compounds. A Possible Explanation for the Absence of Organic Matter on the Surface of Mars". XXI COSPAR Meeting, Innsbruck, Àustria, Abstract V. 1. 8., p. 413-414.
77. Epps, D.; Sherwood, E.; Oró J.; Eichberg J. (5-8 de juny de 1978) "Prebiotic Synthesis of Acylglycerols and Phospholipids Mediated by Cyanamide", Abstracts of the American Society of Biological Chemists, Atlanta.
78. Oró, J.; Holzer, G.; Lazcano, A. (6-13 de setembre de 1978) "Organic Geochemistry, Comets and Lifet", Proceedings of Workshop «Experimental Approaches to Comets». Lunar and Planetary Institute, Houston, Texas.

79. Giner-Sorolla, A.; Oró, J. (octubre de 1978) "The Emergence of Carcinogens During Chemical and Biological Evolution", Abstracts of the International Conference on Cancer, Buenos Aires.
80. Tornabene, T. G.; Holzer G.; Oró, J. (18- 20 d'octubre de 1978) "The Neutral Lipid Composition of Eleven Species of Archaebacteria: Significance to Early Biological Evolution". College Park Colloquium «Chemical Evolution-Limits of Life», College Park, Maryland.
81. Lazcano-Araujo, A.; Oró, J.; Holzer, G. (27 de novembre-10 de desembre de 1978) "Evolución Química de la Atmosfera Primitiva de la Tierra". Programa del XXI Congreso Nacional de Investigación en Física, Puebla, Mèxic, p. 186.
82. Odom, D.; Rao, M.; Oró, J. (3-9 de gener de 1979) "Asociation of Deoxynucleotides with Homometallic Clays". AAAS Annual Meeting, Houston, Texas.
83. Oró, J.; Holzer, G.; Lazcano, A. (29 de maig-9 de juny de 1979) "The Contribution of Cometary Volatiles to the Primitive Earth", Proceedings of COSPAR XXII Plenary Meeting, Bangalore, Índia, Abstract V. 3.5., p. 215.
84. Rao, M.; Odom, D. G.; Oró, J. (29 de maig-9 de juny de 1979) "Association of Nucleotides and Clays", Proceedings of COSPAR XXII Plenary Meeting, Bangalore, Índia, Abstract V. 4.6, p. 221.
85. Oró, J. (9 de juny de 1979) "The Evolution of the Earth's Atmosphere and the Emergence of Life", Proceedings of Workshop «Comparative Planetary Environments», Blanes, Girona.
86. Holzer, G.; Oró, J.; Tornabene, T. G. (22-25 d'octubre de 1979) "Analysis and Geochemical Significance of the Neutral Lipids Isolated from Methanogenic and Thermoacidophilic Bacteria", Abstracts, EXPOCHEM, Houston, Texas.
87. Oró, J.; Albaiges, J. (1980). Col·loqui internacional sobre l'organització de la recerca científica, Museu de la Ciència, Barcelona, *Quaderns de L'Obra Social* vol. 7, p. 22-23.

88. Oró, J.; Holzer, G.; Sherwood, E.; Tornabene, T. G. (23-27 de juny de 1980) "Membrane Lipids and the Origin of Life". Sixth International Conference on the Origins of Life, Jerusalem, Abstract, p. 70.
89. Hawker, J. R. Jr.; Rewers, K. A.; Oró, J. (23-27 de juny de 1980) "Cyanamide Mediated Synthesis of Leu, Ala and Phe Peptides Under Plausible Primitive Earth Conditions". Sixth International Conference on the Origins of Life, Jerusalem, Abstract, p. 45.
90. Giner-Sorolla, A.; Oró, J. (23-27 de juny de 1980) "Mutagens and Carcinogens: Occurrence and Role During Chemical and Biological Evolution". Sixth International Conference on the Origins of Life, Jerusalem, Abstract, p. 64.
91. Algaiges, J.; Oró, J. (29 de setembre-2 d'octubre de 1980) "Identificación y significado geoquímico de componentes de origen bacteriano en muestras sedimentaries". XVII Reunión Bienal, Real Sociedad Española de Física y Química, Burgos, p. 290.
92. Oró, J.; Odom, D.; Lazcano-Araujo, A. (28-29 de setembre de 1981) "Constraints for the Emergence of Life in the Solar System". Exobiology Colloquium, Catholic University of Nijmegen, Holanda.
93. Oró, J.; Odom, D. (5-7 d'octubre de 1981) "Criteria for the Emergence and Evolution of Life in the Solar System". College Park Colloquium, University of Maryland, College Park, Maryland.
94. Odom, D. G.; Yamrom, T.; Oró, J. (24-25 de maig de 1982) "Oligonucleotide Synthesis in a Cycling System at Low Temperature by Cyanamide or a Water Soluble Carbodiimide". 24th Meeting, COSPAR, Ottawa.
95. Oró, J.; Odom, D.; Lazcano-Araujo, A. (24-25 de maig de 1982) "Organic Cosmochemistry and Chemical Evolution". 24th Meeting, COSPAR, Ottawa.
96. Oró, J. (3 d'agost de 1982) "Role of Exobiological Science in the Future of Solar System Exploration". First Symposium on Chemi-

cal Evolution and the Origin and Evolution of Life, NASA Ames Research Center, Moffett Field, Califòrnia.

97. Oró, J. (3 d'agost de 1982) "Cyanamide Mediated Prebiological Synthesis of Phospholipids, Oligopeptides and Oligonucleotides". First Symposium on Chemical Evolution and the Origin and Evolution of Life, NASA Ames Research Center, Moffett Field, Califòrnia.
98. Oró, J.; Lazcano-Araujo, A. (5-7 d'octubre de 1982) "Comets, Organic Cosmochemistry and the Origin of Life on Earth". College Park Colloquium, University of Maryland, College Park, Maryland.
99. Oró, J.; Yamrom, T.; Cortes, S. (5-9 de juny de 1983) "The Prebiotic Synthesis of Imidazoles and their Catalytic Role in the Synthesis of Oligonucleotides". 7th Annual Meeting, American Society of Biological Chemists, San Francisco, Abstracts No. 987, p. 1926.
100. Oró, J. (3-8 de juliol de 1983) "Cosmochemical Evolution and the Origin of Life". Council of Europe Summer School, University of Nijmegen, Holanda.
101. Oró, J. ; Yamrom, T.; Cortes, S.; Basile, B. (10-16 de juliol de 1983) "The Pre-biotic Synthesis and Catalytic Role of Imidazoles and Other Condensing Agents". 7th International Conference on the Origins of Life, 4th Meeting of the International Society for the Study of the Origin of Life, Mainz, Alemanya.
102. Oró, J. (9-15 d'octubre de 1983) "Major Chemical Evolutionary Phases for the Emergence of Life in Planetary Systems". 34th Annual Congress of the International Astronautical Federation, CETI Program, Budapest.
103. Basile, B.; Oró, J. (26-28 d'octubre de 1983) "Highly Condensed Aromatic Hydrocarbons in the Murchison Meteorite". Pacific Conference on Chemistry and Spectroscopy, Pasadena, Califòrnia.

104. Basile, B.; Middleditch, B. S.; Oró, J. (11-16 de març de 1984) "Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Murchison Meteorite". Lunar Science Conference, Johnson Space Center, Houston, Texas.
105. Andrawes, F.; Holzer, G.; Roeder, E.; Gibson, E.; Oró, J. (abril del 1984) "Gas Chromatographic Analysis of Volatiles in Fluid and Gas Inclusions". Chromatography Meeting, Nova York.
106. Oró, J.; Basile, B. (25 de juny-7 de juliol de 1984) "The Role of Interstellar, Cometary and Meteoritic Organic Molecules in Chemical Evohition". 25th COSPAR Plenary Meeting, Graz, Àustria.
107. Oró, J.; Siddiqui, S.; Basile, B. (25 de juny-7 de juliol de 1984) "Radiation Biosynthesis of Alicyclic Isopreniod Derivatives". 25th COSPAR Plenary Meeting, Graz, Àustria.
108. Oró, J.; Basile, B.; Yuasa, S.; Flory, D. (25 de juny-7 de juliol de 1984) "Abiotic Synthesis of Adenine and Other Heterocyclic Compounds by the Action of Electric Discharges". 25th COSPAR Plenary Meeting, Graz, Àustria.
109. Oró, J. (25 de juny-7 de juliol de 1984) "What is a Minimal Living System?". 25th COSPAR Plenary Meeting, Graz, Àustria.
110. . Oró, J. (17-20 de setembre de 1984) " Las condiciones mínimas de un ser vivo y el origen de la vida". XI Congreso de la Sociedad Española de Bioquímica, Tenerife, Resúmenes de las Comunicaciones C-3, p. 6-8.
111. Oró, J. (8-13 d'octubre de 1984) "Major Chemical Evolutionary Phases for the Emergence of Life in Planetary Systems". 35th Congress of the International Astronautical Federation, Lausanne, Suïssa, Abstracts, p. 252-255.
112. Oró, J. (17 d'abril de 1985) "La exploración espacial y el origen de la vida". Fundación Areces, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid.
113. Oró, J. (10 de juliol de 1985) "Studies on the Origin of Life: What Can They Tell Us?". NASA Lewis Research Center, Cleveland, Ohio.

114. Oró, J.; Armangue, G.; Mar, A. (23-26 de juliol de 1985) "The Principle of Cooperation and Life's Origin and Evolution". Second Symposium on Chemcial Evolution and the Origin and Evolution of Life, NASA Ames Research Center.
115. Baeza, I.; Guerrero, R.; Lazcano, A.; Margulis, L.; Oró, J.; Wong, C. (12-23 d'agost de 1985) "RNA-Containing Liposomes: A Possible Model for Precellular Systems". Gordon Research Conferences, Andover, Massachusetts.
116. Oró, J. (8-12 de setembre de 1985) "Fundamental Attributes of a Molecular System Capable of Darwinian Evolution". Molecular Evolution of Life, Sodergarn, Lidingo, Suècia.
117. Oró, J. (8-9 d'octubre de 1985) "La exploración espacial y el origen de la vida". *El Correo Español-El Pueblo Vasco*, Bilbao.
118. Oró, J. (20 de juny-11 de juliol de 1986) "Comets and Life". Twenty-Sixth Plenary Meeting of the Committee on Space Research, Tolosa, França, Abstracts, p. 145.
119. Oró, J.; Lazcano, A. (20 de juny-11 de juliol de 1986) Twenty-Sixth Plenary Meeting of the Committee on Space Research, Tolosa, França, Abstracts, p. 309.
120. Berry, J. M.; Oró, J. (1986) "Interstellar and Cometary Molecules: Prebiological Connections. Origins of Life and Evolution of the Biosphere". Issue 1986 ISSOL Meeting, Berkeley, Califòrnia, Abstracts vol. 16 Nos. 3/4, p. 221-222.
121. Shen, C.; Yang, L.; Miller, S. L.; Oró J. (1986) "Prebiotic Synthesis of Imidazole-4-Acetaldehyde, Imidazole-4-Glycol and Imidazole-4-Ethanol". Issue 1986 ISSOL Meeting, Berkeley, Califòrnia, Abstracts vol. 16 Nos. 3/4, p. 275-276.
122. Katsigiannis, C.; Mar, A.; Oró J. (1986) "Prebiotic Synthesis of Purines from Metabolic Intermediates". Issue 1986 ISSOL Meeting, Berkeley, Califòrnia, Abstracts vol. 16 Nos. 3/4, p. 297-298.

123. de Llorens, R.; Cuchillo, C. M.; Oró, J. (1986) "Studies on the Synthetic Activity of Bovine Pancreatic Ribonuclease A and its Relevance to the Prebiotic Synthesis of Oligoribonucleotides". Issue 1986 ISSOL Meeting, Berkeley, Califòrnia, Abstracts vol. 16 Nos. 3/4, p. 313-314.
124. Baeza, I.; Ibáñez, M.; Lazcano, A.; Santiago, J. C.; Wang, C.; Oró, J. (1986) "Liposomes with Polyribonucleotides as Models of Precellular Systems". Issue 1986 ISSOL Meeting, Berkeley, Califòrnia, Abstracts vol. 16 Nos. 3/4, p. 373-374.
125. Mar, A. O.; Dworkin, J.; Porbunderwalla, S.; Oró, J. (1986) "Non-Enzymatic Synthesis of UDPG and Phosporylated Metabolic Intermediates". Issue 1986 ISSOL Meeting, Berkeley, Califòrnia, Abstracts vol. 16 Nos. 3/4, p. 388-389.
126. Armangue, J.; Oró, J. (1986) "Studies of the Non-Enzymatic Template-Directed Synthesis of Oligoguanylates". Issue 1986 ISSOL Meeting, Berkeley, Califòrnia, Abstracts vol. 16 Nos. 3/4, p. 448-449.
127. Lazcano, A.; Guerrero, R.; Margulis, L.; Oró, J. (1986) "RNA Prior to DNA: The Origin of Archean Cells". Issue 1986 ISSOL Meeting, Berkeley, Califòrnia, Abstracts vol. 16 Nos. 3/4, p. 512-513.
128. Oró, J. (14-16 de gener de 1989) "Chemical evolution: a solar system perspective", Proceedings of NASA LPI Meeting, Milpitas, Califòrnia.
129. Oró, J. (23-25 de març de 1989) "Martian oxidation processes and selection of ancient sedimentary samples for bioorganic analysis", Proceedings of Exobiology and Future Mars Missions NASA Meeting, Sunnyvale, Califòrnia, Abstract, p. 134-135.
130. Johnson, G. A.; Márquez, C.; Middleditch, B. S.; Zlatkis, A.; Oró, J. (juliol de 1989) "Aliphatic hydrocarbons obtained from iron carbides: possible stellar and meteoritic implications", Proceedings of the Sixth ISSOL Meeting and the Ninth International Conference on the Origins of Life, Praga, p. 35-36.

131. Mar, A.; Oró, J. (juliol de 1989) "Synthesis of Coenzymes ADPG, GDPG and CDP-Ethanolamine under primitive Earth conditions", Proceedings of the Sixth ISSOL Meeting and the Ninth International Conference on the Origins of Life, Praga, p. 42-43.
132. Shen, C.; Yang, L.; Miller, S. L.; Oró, J. (juliol de 1989) "Prebiotic synthesis of histidine and histidyl-histidine", Proceedings of the Sixth ISSOL Meeting and the Ninth International Conference on the Origins of Life, Praga, p. 46-47.
133. Armangue, G.; Mills, T.; Oró, J. (juliol de 1989) "Non-enzymatic oligomerization of dAMP and GTP and the condensation effects played by GTP", Proceedings of the Sixth ISSOL Meeting and the Ninth International Conference on the Origins of Life, Praga, p. 102-103.
134. Shen, C.; Lazcano, A.; Oró, J. (juliol de 1989) "On the prebiological significance of the catalytic activity of histidyl-histidine", Proceedings of the Sixth Meeting of ISSOL and the Ninth International Conference on the Origins of Life, Praga, p. 202.
135. Lazcano, A.; Gariglio, P.; Orozco, E.; Oró, J. (juliol de 1989) "On the early evolution of reversed transcriptase", Proceedings of the Sixth Meeting of ISSOL and the Ninth Internacional Conference on the Origins of Life, Praga, p. 166-167.
136. Lazcano, A.; Llaca, V.; Fox, G. E.; Oró, J. (juliol de 1989) "A classification of RNA polymerases based on their evolutionary relatedness", Proceedings of the Sixth Meeting of ISSOL and the Ninth International Conference on the Origins of Life, Praga, p. 194-195.
137. Llaca García, V.; Lazcano Araujo, A.; Fox, G. E.; Oró, J. (26-29 d'abril de 1989) "Hacia una clasificación evolutiva de las RNA Polimerasas", Resúmenes del XX Congreso Nacional de Microbiologia, Morelia, Michoacán, Mèxic, p. 28.
138. Valverde, V.; Hernandez, G.; Oró, J.; Lazcano, A.; Gariglio, P. (13-16 de novembre de 1989) "Purificación parcial de la reverso trans-

criptasa del VIH-1", Resúmenes del II Congreso Nacional sobre SIDA, Mèxic DF.
139. Valverde, V.; Hernandez, G.; Oró, J.; Gariglio, P.; Lazcano, A. (13-16 de novembre de 1989) "Caracterización de la actividad de RNA replicasa que la reverso transcriptasa del HIV-1 presenta en vitro", Resúmenes de II Congreso Nacional sobre SIDA, Mèxic DF.
140. Lazcano, A.; Serrano, J.; Gariglio, P; Oró, J. (13-16 de novembre de 1989) "Origen y evolución de los retrovirus: el caso del SIDA". Resúmenes del II Congreso Nacional sobre SIDA, Mèxic DF.
141. Lazcano, A.; Oró, J. (4-7 de desembre de 1989) "Origen y evolución de las polimerases". Tercer Congreso Nacional de Biología Teórica y Fisicoquímica Biológica, Cuernavaca, Mèxic.
142. Márquez, C.; Hartmetz, C. P.; Gibson, E. K. Jr.; Oró, J. (12-16 de març de 1990) "Volatile molecules produced from carbides of iron, calcium and manganese by laser pulse". Lunar and Planetary Science Conference XXI, p. 734-735.
143. Valverde Gardulio V.; Lazcano Araujo, A.; Gariglio, P.; Oró, J. (21-24 de maig de 1990) "Interacción de reverso transcriptasas virales con cationes divalentes", Resúmenes del XXII Congreso Nacional de Microbiología, Asociación Mexicana de Microbiología, Acapulco, Mèxic, p. 42.
144. Oró, J. (4-8 de juny de 1990) "Origins and Primaeval Evolution of Life". Symposium on «Our Origins: a Tribute to Severo Ochoa», Oviedo.
145. Lazcano, A.; Oró, J. (24-29 de juny de 1990) "The origin and early evolution of nucleic acid polimerases". XXVIII COSPAR Plenary Meeting, la Haia, Abstracts, p. 247.
146. Oró, J.; Lazcano, A. (24-29 de juny de 1990) "The cometary contribution to prebiotic chemistry". XXVIII COSPAR Plenary Meeting, la Haia, Abstracts, p. 247.

147. Oró, J.; Lazcano, A. (24-27 de juliol de 1990) "On the origin and early evolution of biologial catalysis and other studies on chemical evolution". Fourth Symposium on Chemical Evolution and the Origin and Evolution of Life, NASA-Ames, Moffet Field, Califòrnia, Abstracts, p. 42.
148. Oró, J.; Lazcano, A. (8-12 d'octubre de 1990) "Recent advances in chemical evolution and the origins of life", 41st Congress of the International Astronautical Federation, Dresden, Alemanya.
149. Capello, R.; Oró, J.; Lazcano, A. (11-16 de novembre de 1990) "La secuencia GlyGly-Arg-Gly-Leu-Val-Asp: Un nuevo sitio funcional conservado en todas las RNA polimerasas DNA dependientes celulares", Resúmenes del XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Bioquímica, San Luis de Potosí, Mèxic, p. 173.
150. Valverde, V.; Greco-Hernández, Gariglio, P.; Fox, G.; Oró, J.; Lazcano, A. (11-16 de novembre de 1990) "¿Qué tan específicas son las reverso transcriptasas?", Resúmenes del XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Bioquímica, San Luis de Potosí, Mèxic, p. 173.
151. Oró, J.; Mills, T.; Lazcano, A. (30 de setembre-4 d'octubre de 1991), "Comets and the formation of biochemical compounds on the primtive Earth: a reappraisal". Conference on Comets and the Origins and Evolution of Life, University of Wisconsin, Eau Claire, Abstracts, p. 39.
152. Velasco, A. M.; Medrano, L.; Oró, J.; Lazcano Araujo, A. (21-23 d'octubre de 1991) "Caracterización de un sitio funcional conservado en reverso transcriptasas celulares y virales", Resúmenes del III Congreso Nacional de SIDA, Mèxic DF.
153. Valverde-Garduno, V.; Lazcano Araujo, A.; Oró, J.; Gariglio, P. (21-23 d'octubre de 1991) "Inhibición in vitro de la reverso transcriptasa del HIV-1", Resúmenes del III Congreso Nacional de SIDA, Mèxic DF.

154. Oró, J.; Mills, T.; Lazcano, A. (28 d'agost-5 de setembre de 1992) "Comets and Life in the Universe". World Space Congress (COSPAR), Washington DC.
155. Lazcano, A.; Diaz, E.; Greco-Hernández and Oró, J. (28 d'agost-5 de setembre de 1992) "Early evolution of enzymes". World Space Congress (COSPAR), Washington DC.
156. Baumann, U.; Oró, J. (4-9 de juliol de 1993) "Three Stages During the Evolution of the Genetic Code". 7th ISSOL Meeting, 10th International Conference on the Origin of Life, Barcelona.
157. Díaz-Villagómez, E.; Mills, T.; Lazcano, A.; Oró, J. (4-9 de juliol de 1993) "Early Evolution of Metabolic Pathways". 7th ISSOL Meeting, 10th International Conference on the Origin of Life, Barcelona.
158. Giner-Sorolla, A.; Oró, J. (4-9 de juliol de 1993) "Purines: Their Role in Biopoiesis, Biological Evolution and Oncogenes". 7th ISSOL Meeting, 10th International Conference on the Origin of Life, Barcelona.
159. Francino, M. P.; Ortega, R., Hernandez, J. M.; Pérez Rangel, A.; Lazcano, A.; Oró J. (4-9 de juliol de 1993) "On the Monophyletic Origin of Eubacterial, Archaebacterial and Eukaryotic Polynucleotide Phosphorylase". 7th ISSOL Meeting, 10th International Conference on the Origin of Life, Barcelona.
160. Oró, J. (16-20 d'agost de 1993) "The Chemical and Biological Basis of Intel·ligent Terrestrial Life". Bioastronomy Symposium, Progress in the Search for Extraterrestrial Life, Santa Cruz, Califòrnia.
161. Oró, J. (19-21 de gener de 1994) "Planetary Formation of Organics—The Role of Comets". First International Conference on Circumstellar Habitable Zones, NASA Ames Research Center, Moffett Field, Califòrnia.
162. Oró, J. (13-18 de maig de 1994) "From Cosmochemistry to Life and Man", conferència de clausura a l'International Symposium

«Biochemistry of the 21st Century: Problems and Frontiers» dedicat al primer centenari del naixement de A. I. Oparin, Moscou.

163. Oró, J. (28 de maig de 1994) "Convivència entre l'home i la ciència". Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Catalunya (COETIC), Lleida.
164. Oró, J. (juliol de 1994) "Evolución cosmoquímica y origen de la vida", conferència de clausura a l'International Symposium «Orígenes de la Vida» dedicat al primer centenari del naixement de A. I. Oparin, Universidad Internacional Menéndez y Pelayo, València.
165. Oró, J. (6-8 d'octubre de 1994) "El origen cosmoquímico de las moléculas genéticas y de la vida en la Tierra primitiva". XXIX Jornades de Genètica Luso-Espanyoles, Universitat de Lleida.
166. Oró, J. (29 d'octubre-1 de novembre de 1994) "El origen de la vida y la exploración del Sistema Solar". XI Jornadas Estatales de Astronomía, Centre Cultural de la Fundació La Caixa de Lleida, Lleida.
167. Oró, J. (29 d'agost-2 de setembre de 1994) "Chemical Formacion of Phospholipids and Protocellular Membranes". Conference on the Structure and Model of the First Cell (ICTP), Trieste, Itàlia.
168. Oró, J. (3 de novembre-2 de desembre de 1994) "Science, Security and Progress", conferència inaugural al II European Forum on Science and Safety, Universitat de Barcelona, Barcelona.
169. Oró, J. (6-9 de febrer de 1995) "Life in the Universe", curset a l'Institut Fundació Catalana per a la Recerca, Barcelona.
170. Oró, J. (9-13 de juliol de 1995) "A Message of Peace through the Sharing of Scientific Knowledge and Communication". 8th International Conference of the International Federation of Science Editors (IFSE-8) «Science, Culture & Communication for the 21st Century», Universitat de Barcelona, Barcelona.

171. Oró, J. (4-8 de setembre de 1995) "Cosmic Evolution, Life and Man". Conference on Chemical Evolution, IV: Physics of the Origin and Evolution of Life, Cyril Ponnamperuma Memorial, Miramare, Trieste, Itàlia.
172. Oró, J. (25 d'octubre de 1995) "Del hidrógeno al hombre". International Symposium Tecno-Science, Associación de Estudiantes de la Universidad Complutense, Madrid.

10. Tesis doctorals dirigides

Guidry, Carlton L. (1962) *Thermal Synthesis of Polypeptides in Aqueous Systems,* 112 p.

Kimball, A.P. (1962) *The Synthesis of Adenine and Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions*, 129 p.

Skewes, H.B. (1966) *High Temperature Initiation of Natural Amino Acid Synthesis*, 172 p.

Nooner, D.W. (1966) *Alkanes in Meteorites and Terrestrial Samples*, 234 p.

Tornabene, T.G. (1967) *Distribution and Synthesis of Hydrocarbons and Closely Related Compounds in Micoorganisms*, 191 p.

Gelpí-Monteys, E. (1968) *Aplication of Combined Gas Chromatography-Mass Epectrometry to the Analysis of Organic Products of Biochemical Significance*, 589 p.

Laseter, J.L. (1969) *Distribution and Nature of Surface Wax in Fungal Spores an Mechanisms of Wax Biosynthesis in* Brassica oleracea, 159 p.

Flory, D.A. (1969) *Stable Carbon Isotope Ratio Measurement of Meteoric Carbonaceous Material*, 143 p.

Nakaparksin, S. (1969) *Separation of Amino Acid Enantioners by Gas Chromatography on Optically Active Stationary Phases and applications to Organic Geochemistry*, 196 p.

Schneider, H.J. (1969) *Paleobiochemistry of Algae*, 130 p.

Lichtenstein, H.A. (1970) *Amino Acid Enantiomers in biological Systems: Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Analyses*, 96 p.

Ibáñez, J.D. Jr (1970) *Prebiotic Condensations of Mononucleotides by Cyanamide and Imidazole*, 102 p.

McReynolds, J.H. (1970) *Synthetic and Analytical Studies in Chemical Evolution*, 111 p.

Gibert-Sabaté, J.M. (1971) *Studies in Chemical Evolution. Gas Chromatographic-Mass Epectrometric Determination of Organic and Organogenic Matter in Lunar Samples, Carbonaceous Chondrites and Terrestrial Samples*, 124 p.

Evans, J.E. (1973) *A Gas Chromatographic-Mass Spectrometric and Stable Carbon Isotope Ratio Study of organic Pollution in Clear Lake and its Tributaries*, 114 p.

Gupta, S.K. (1973) *I. Volatillization-Quadrupole Mass Spectrometric Analysis of Apollo 11, 12 and 14 Lunar Samples II. Search for Organic Compounds in Simulated Lunar and Martian Atmospheres*, 129 p.

Odom, D.G. (1973) *Thin Layer Chromatographic Analysis of Oligonucleotide Mixtures and Prebiotic Condensation of Mononucleotides by AICA and Cyanamide*, 89 p.

Edwards, B.F. Jr (1973) *Mathematical Models for Quantitative Microprobe Analysis of thin Biological Materials*, 105 p.

Thompson, J.B. (1974) *Studies of 31 Cyanophyta Species: I. Amino Acid Analyses II. Effects of Irradiation with Cobalt^{60}*, 141 p.

Hoffman, R.B. (1974) *The Influence of Aging on Brain Fatty Acids and Phospholipids of Poecilia Formosa and Carassius Auratus*, 160 p.

Joe, H.T. (1975) *Mechanism and Prebiotic Synthesis of Purine and Pyrimidine Deoxyribonucleoside Mono-, Di-, and Triphosphates*, 127 p.

Lovett, A.M. (1975) *Aplication of the Gas Chromatograph-Mass Spectrometer in the Analysis of: I. The Apollo 16 and 17 Lunar Samples II. Volatile Compounds in Urine and other Body Fluids of Tumor-Bearing Mice*, 137 p.

Rao, M. (1981) *Studies on Model Systems of Possible Prebiological Significance: Part I. Synthesis of Phosphatidycholine Phosphatidylethanolamine*

Under Possible Primitive Earth Conditions Part II. Adsorptive and Catalytic Properties of Clays, 182 p.

Mar, A. (1987) *Prebiotic Synthesis of Phosphorylated Metabolic Intermediates, including Some Enzymes*, 199 p.

Shen, C. (1988) *Prebiotic Synthesis of Histidine and Histidyl-Histidine Studies of Catalytic Activities of Histidyl-Histidine in Prebiotic Reactions*, 175 p.

Mills, T.M. (1993) *Cosmochemistry and the Origin and Early Evolution of Life*, 190 p.

Miquel Pairolí (Quart, el Gironès, 1955–2011). Estudià Filologia Catalana i s'inicià en el periodisme amb articles de crítica literària a *Presència*, *El Punt* i *Avui*. Premi Joan Santamaria de teatre per *El retrat de Voltaire* (1997). Publicà els dietaris *Paisatge amb flames* (1990), *L'enigma* (1999) i *Octubre* (2010, Premi Crítica Serra d'Or de biografiies i memòries, 2011), les novel·les *El camp de l'ombra* (1995), *El manuscrit de Virgili* (2004) i *Cera* (2008), i l'assaig *Geografia íntima de Josep Pla* (1996).

Joan Oró

Joan Oró i Florensa (Lleida, 1923 – Barcelona, 2004) va ser un bioquímic català pioner dels estudis sobre l'origen de la vida. El 1947 es va llicenciar en Ciències Químiques a la Universitat de Barcelona i el 1952 va traslladar-se als Estats Units, on el 1956 va doctorar-se en el Baylor College of Medicine de Houston. A la Universitat de Houston va desenvolupar la seva carrera científica dedicada a la recerca i a la docència. Va col·laborar en diversos projectes d'investigació espacial de la NASA. En jubilar-se com a catedràtic emèrit de Ciències Bioquímiques i Biofísiques d'aquella universitat, va tornar a Catalunya, on va mantenir-se actiu fins al final. Ell va ser l'impulsor del Parc Astronòmic del Montsec, projecte que no va poder veure completat.

De la seva trajectòria de recerca destaquen el descobriment de la síntesi abiòtica de l'adenina, una de les molècules fonamentals per a la vida; nous mètodes de cromatografia o d'espectrometria de masses per a l'anàlisi de components orgànics presents en mostres extraterrestres o sintetitzats en les condicions possibles de la Terra primitiva; la hipòtesi —confirmada posteriorment per altres investigadors— sobre l'origen cometari de l'aigua de la Terra, i la seva interpretació crítica sobre la hipòtesi de la presència de vida a Mart a partir de les reaccions dutes a terme en la superfície d'aquell planeta en l'expedició Viking que va arribar a Mart el 1976.

fcri Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació

Generalitat de Catalunya

100 Joan Oró i Florensa