

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 ampliat 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 coneix 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'alçada de qualsevol de la resta del món, però com que díuem molt d'endarreri-

ment 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, que té com a finalitat fomentar les relacions entre Catalunya i Califòrnia. L'associació, que presideix el doctor Oró, i 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 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. El doctor Oró és vocal del patronat d'aquesta fundació.

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 que 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. Als darrers anys, en la biografia del doctor Oró també s'han produït 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 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, ha continuat assistint a congressos i simposis i interessant-se pels nous descobriments que es realitzen en les matèries que han estat objecte de la seva atenció científica durant tants anys.

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'erència 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 hi treballen i hi 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 repeixeix: 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 d'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 ciutadans, 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 absurdos, provocats per discussions triviais, irrelevants. I això passa perquè no es valora la importància de la vida. Hi ha d'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 tota 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 perquè 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 afro-americanes 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 poguem 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 principal 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 sers complexos vénen 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 varem 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, de les que tenen la informació hereditària que es transmet d'una cèl·lula a l'altra, mentre que els polipèptids, si tenen l'estrucció 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 interestelar. 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

ra tancada, amb doble capa, com si fos la membrana d'una cèl·lula. Aquestes estructures, que es formen espontàniament de la fosfatidicolina, 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 del ser 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 permet 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 composa 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 sers vius. La qüestió pendent és com s'aconsegueix sintetitzar suavament 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 sugerir 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?



Joan Oró i la seva esposa amb l'astronauta Neil Armstrong, el primer home que va trepitjar la lluna.



Joan Oró, el 1969, al Johnson Space Center, rep mostres lunars, portades per l'Apolo 11, per sotmetre-les a analisi.



La família Oró Forteza fotografiada a Houston el desembre de 1973.



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



El noi Joan Oró amb els seus pares i les seves germanes.

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



Joan Oró va néixer en aquesta casa —porta i balcó de la dreta— de La Bordeta, a Lleida, el 1923.





L'instrument LKB, d'espectrometria de masses i cromatografia de gasos, amb què Joan Oró ha treballat al seu laboratori de Houston.



Joan Oró es va casar en segones núpcies amb Antònia Vilajoliu el 13 de juny de 1995.

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 reproduueixen 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. Mirí, jo parteixo d'un raonament de caire 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, desconeixedors 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 interestelars, 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 vénen les altres, com ha passat a la Terra. Aquest és el raonament.

Aquest plantejament deuria 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 possibilitat 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 amoniàc, 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 sers microscòpics, molt primitius, aprofitant a més l'energia tèrmica que provoca la interacció de Júpiter sobre Europa. Pensi que la força gravitatori 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 enllot més que a la Terra.

I més enllà del nostre sistema solar?

Més enllà del nostre sistema solar fins fa ben poc no sabíem de cert ni que hi existissin planetes. No fa molts 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 cometary 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 d'ells 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 és 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 lògico-matemàtica.

És a partir d'aquest càlcul que es va posar en marxa el programa SETI (Search for Extraterrestrial Intelligence) de captació de ràdio-freqüències?

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

Aquest principi a vostè li sembla científicamente 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 hipòtic. Pensi que també pot ser que no hi hagi vida en lloc 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 interestelar 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 temperatu-

ra, 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'HOMA 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 enllot. 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 a la discussió, tot i que, en principi aquesta teoria presenta un problema. Al 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 termo-nuclears 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 sers 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 sers 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 so-

bre 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 el devenir 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. Mirí, 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 per què d'aquestes catàstrofes. De bon 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活ives. 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 pro-simis, 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 biològi-

ca 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 atzariosos. 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 és desconeixença, el que hi ha, 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 enllloc?

Suposo que vol dir que no està escrit enllloc 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 bipedisme –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 condensin 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 del ser 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 Neanderthal, 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 a 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 progresi, això és innegable, però no s'ha d'oblidar aquesta incidència sobre el procés evolutiu, si volem ser rigorosos. Mirant-ho amb optimis-

me 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'agra-
da matisar la frase de Ramon y Cajal i dir que a mesura que anem conequent 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 aggressius 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 sóc 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 progresiu, 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 introduceix 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 ella 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 en bé i en 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 quedí 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 es-

tudis, 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 volguem 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?
Fóra 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 só i és humana ma mesura
per tot quan puga creure i esperar:
si ma fe i ma esperanca 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!

Resum del curriculum vitae de Joan Oró

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-present).

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 Chemistry, 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-present).

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

Co-director del Programa d'estudis Gaspar de Portolà de la Universitat de Califòrnia, Berkeley (1987-present).

3. PARTICIPACIÓ EN COMITÈS DE RECERCA

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

Membre del 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 del 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-present).

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

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

Membre del Executive council i representant del International Council of Scientific Unions, in Biochemistry, en el Committee for Space Research (COSPAR) (1987-present).

4. PRINCIPALS PREMIS, HONORS I DISTINCIIONS 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'Ordre d'Alfonso X el Sabio, Madrid (1974).

Membre honorari de la Sociedad Espanola 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'Ordre 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).

5. CONGRESSOS, SIMPOSIS I CURSETS QUE HA ORGANITZAT

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

Simposi sobre Evolució Bioquímica. Sisena reunió de la European Federation of Societies of Biochemistry. Sociedad Espanola 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-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 Tübingen (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-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 XXII Reunió Internacional de la COSPAR, l'India (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-Reynals: Virus, Oncogens 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).

6. SÍNTESI DELS DESCOBRIENTS 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 produí 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 l'actualitat el doctor Oró ha desenvolupat i aplicat 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 enantiomers 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 clorofila 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 espectòmetre 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 of New York; Harold Urey de la University of California 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 photocatalítica 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 CO₂ i H₂O. 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'imidazol. 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 interestelar 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 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) En els anys més recents s'ha realitzat en el laboratori del doctor Oró la síntesi prebiòtica de la histidina, histidil-histidina i de nombrosos coenzims fosforilitzats i d'altres compostos enzimàtics actius. També s'han desenvolupat teòricament models protocol·lulars d'embolcalls liposomàtics i de molècules catalítiques actives de RNA. Diversos experiments estan sent realitzats per confirmar la validesa d'aquests models.

J) El doctor Oró ha examinat la proposta del professor Frank Drake sobre l'existència de civilitzacions extraterrestres –el qual, basant-se en càlculs matemà-

tics, proposa la possible existència de 100.000 civilitzacions tecnològicament avançades— i ha arribat a la conclusió que a la nostra galàxia no poden existir més de mil civilitzacions.

7. LLIBRES I MONOGRAFIES

1. Kimball, A. P. and J. Oró (eds.), 1971. Prebiotic and Biochemical Evolution, North-Holland, Amsterdam, pp. 296.
2. Stanley, W. M., J. Casals, J. Oró and R. Segura (eds.), 1971. Virus Y Cancer, Imprenta Socitra, Barcelona, pp. 452.
3. Oró, J. (President Scientific Committee), 1973. Programa y Resúmenes de Comunicaciones. 2nd Duran Reynals International Symposium-Viral Replication and Cancer and 4th International Conference on the Origin of Life-1st ISSOL Meeting, Barcelona, June 21-23 and 25-28, 1973, pp. 189.
4. Melnick, J. L., S. Ochoa and J. Oró (eds.), 1973. Viral Replication and Cancer, Proceedings of the 2nd Duran Reynals International Symposium, Barcelona, Spain, 1973. Editorial Labor, Barcelona, pp. 289.
5. Oró, J., S. L. Miller, C. Ponnamperuma and R. S. Young (eds.), 1974. Cosmochemical Evolution and the Origins of Life, Proceedings of the 4th International Conference on the Origins of Life, Barcelona, 1973. Vol. 1, pp. 523, i 2, pp. 334, Reidel, Dordrecht.
6. Oró, J. and L. Cornudella, 1975. Homenaje al Profesor Severo Ochoa en su 70 Aniversario—International Symposium on Enzymatic Mechanisms in Biosynthesis and Cell Function. Imprenta Socitra, Barcelona, pp. 240.
7. Kornberg, A., B. Horecker, L. Cornudella and J. Oró (eds.). Reflections on Biochemistry, Pergamon Press, New York, 1976, pp. 465.
8. Oró, J., L. Cornudella, C. P. Heredia and A. Sols. Avances de la Bioquímica, Salvat, Barcelona, 1976, pp. 593.
9. Oró, J., J. Sorjus, J. A. Plana, (eds.), 1978. Catalunya Agricola, Banco Occidental, servicio de Estudios, Ediciones Alba, S. A. Barcelona, pp. 183.
10. Oró, J. (Convenor), 1978. Experimental Approaches to Comets, Lunary and Planetary Institute, Houston.
11. Oró, J. (Pres. Organizing Comm.), 1978. Energy Sources and Development, 2 Vols., Proceedings of the International Symposium on Energy Sources and Development, Barcelona, 1977: Editorial Moneda y Crédito, Madrid, pp. 672.

12. Oró, J., 1979. The Viking Mission and the Question of Life on Mars, Springer-Verlag KG, Heidelberg. (Vol. 14, Nos. 1-3, *J. Mol. Evol.*)
13. Oró, J., Josep C. Verges, J. A. Plana Castellvi, (eds.), 1980. *Els Planetes Comparats*, Edicions Sirocco, S. A., Barcelona, pp. 235.
14. Oró, J. (President Organizing Committee), 1982. Col.loqui internacional sobre l'organització de la Recerca científica, Barcelona, Nov. 13-15, 1980, pp. 178.
15. Oser, H., Oró, J., MacElroy, R. D., Klein, H. P., DeVincenzi, D. L., Young, R. S. (eds.), 1984. *Advances in Space Research, Life Sciences and Space Research XXI* (2), Pergamon Press, Oxford, England, pp. 326.
16. Oró, J. (President Organizing Committee), 1984. 3rd Duran Reynals International Symposium on Viruses, Oncogenes and Cancer, Barcelona, May 14-17, 1984, pp. 77.
17. Oró, J. (President Organizing Committee), 1984. Promoción y Desarrollo de la Investigación Científica-3rd Duran-Reynals International Symposium, Barcelona, May 14-17, 1984, pp. 142.
18. Melnick, J. L., Ochoa, S., Oró, J. (eds.), 1985. *Progress in Medical Virology*, Vol. 32, Proceedings of the Third International Duran-Reynals Symposium: Viruses, Oncogenes and Cancer, Barcelona, May 14-17, 1984. Darger, Basel, Switzerland, pp. 222.
19. Ochoa, S., Leloir, L. F., Oró, J., Sols, A., (eds.), 1986. *Bioquímica y Biología Molecular*, Salvat Editores, S. A. Barcelona, pp. 586.
20. Margulis, L., Guerrero, R., and Lazcano A. (eds.), (In Honor of Prof. J. Oró), 1986. *Treballs de la Societat Catalana de Biología-Origin of Life and the Evolution of Cells*, Barcelona, Vol. 39, pp. 146.
21. Oró, J., Owen, T., Raulin, F., Fazio, G. G., (eds.), 1987. *Advances in Space Research, Environments of Planetary Bodies and Shuttle*, Pergamon Press, Oxford, England, vol. 7, núm. 5, pp. 235.
22. Oró, J., Cuchillo, C. M., Querol, E., Segura, R., and Suau, P. (eds.), 1988. *Virus, Oncogenes y Cáncer*, Tercer Congreso Internacional Duran-Reynals, Barcelona, May 14-17, 1984. Publicacions de la Universitat Autònoma de Barcelona, 1988, pp. 244.
23. Oró, J., 1989. *Advances in Space Research, Life Sciences and Space Research XXIII* (1), *Exobiology Science and Primitive Solar System Bodies*, Pergamon Press, Oxford, England, vol. 9, núm. 2, pp. 120.

- 24 Klein, H. P., (Chairman), Oró, J., (Member), and 18 other members, 1990. Committee on Planetary Biology and Chemical Evolution. In The Search for Life's Origin, Progress and Future Direction in Planetary Biology and Chemical Evolution. National Academy Press, Washington, D.C., pp. 148.
25. Oró, J., Miquel J., (eds.), 1990. Aerospace Research in Biology and Medicine. Proceedings of a Symposium held in Barcelona, June 26-27, 1987. Fundació «La Caixa», pp. 211.
26. Oró, J., Horneck, G., Greenberg, J. M., Raulin, F., Schwartz, A. W., Dose, K., and Friedmann, E. I., 1992. Advances in Space Research, Life Sciences and Space Research XXIV (3), Planetary Biology and Origins of Life, Pergamon Press, Oxford, England, Vol. 12, No. 4, pp. 288.
27. Oró, J. (President Organizing Committee), 1993. 7th ISSOL Meeting-10th International Conference on the Origin of Life, Barcelona (Catalonia), Spain, July 4-9, 1993, Book of Abstracts, pp. 149.
28. Oró, J., (President Organizing Committee), 1993. I Simposi Internacional de Biomedicina, Lleida, Nov. 8-10, 1993, Book of Abstracts pp. 101.
29. Greenberg, J. M., Oró, J. et al (eds), 1995, Advances in Space Research, Life Sciences and Space Research XXV (4), Planetary Biology and Origins of Life, Pergamon Press, Oxford, England, Vol. 15, No. 3, pp. 452.

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. Ph.D. Thesis. Baylor University College of Medicine.
2. Oró, J. and D. A. Rappoport, 1957. Formate Metabolism by Animal Tissues, I. Metabolism of Formate- ^{14}C by Isolated Rabbit and Rat Jejunum. *Journal of Biological Chemistry*, Vol. 224, No. 1, 489-498.
3. Zlatkis, A. and J. Oró, 1958. Amino Acid Analysis by Reactor-Gas Chromatography. *Analytical Chemistry*, Vol. 30, No. 6, 1156.
4. Oró, J. and D. A. Rappoport, 1959. Formate Metabolism by Animal Tissues, II. The Mechanism of Formate Oxidation. *Journal of Biological Chemistry*, Vol. 234, No. 7, 1661-1665.
5. Oró, J., A. Kimball, R. Fritz and F. Master, 1959. Amino Acid Synthesis from

- Formaldehyde and Hydroxylamine. *Archives of Biochemistry and Biophysics*. Vol. 85, No. 1, 115-130.
6. Oró, J., C. L. Guidry, and A. Zlatkis, 1959. The Odor of Methional Purified by Gas Chromatography. *Food Research*, Vol. 24, No. 2, 240-241.
 7. Zlatkis, A., J. Oró, and A. P. Kimball, 1960. Direct Amino Acid Analysis by Gas Chromatography. *Analytical Chemistry*, Vol. 32, No. 2, 162-164.
 8. Oró, J., 1960. Book Review of «Gas Chromatographic» by Rudolph Kaiser. *J. Am. Chem. Soc.*, Vol. 82, 5260.
 9. Oró, J., and C. L. Guidry, 1960. A Novel Synthesis of Polypeptides. *Nature*, Vol. 186, No. 4719, 156-157.
 10. Oró, J., 1960. Synthesis of Adenine from Ammonium Cyanide. *Biochemical and Biophysical Research Communications*, Vol. 2, No. 6, 407-412.
 11. Oró, J. and C. L. Guidry, 1961. Direct Synthesis of Polypeptides. I. Polycondensation of Glycine in Aqueous Ammonia. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Vol. 93, No. 1, 166-171.
 12. Oró, J., 1961. Comets and the Formation of Biochemical Compounds on the Primitive Earth. *Nature*, Vol. 190, No. 4774, 389-390.
 13. Oró, J. and S. S. Kamat, 1961. Amino Acid Synthesis from Hydrogen Cyanide under Possible Primitive Earth Conditions. *Nature*, Vol. 190, No. 4774, 442-443.
 14. Oró, J. and A. P. Kimball, 1961. Synthesis of Purines under Possible Primitive Earth Conditions. I. Adenine from Hydrogen Cyanide. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Vol. 94, No. 2, 217-227.
 15. Oró, J., 1961. Mechanism of Synthesis of Adenine from Hydrogen Cyanide Under Possible Primitive Earth Conditions. *Nature*, Vol. 191, No. 4794, 1193-1194.
 16. Oró, J. and A. P. Kimball, 1962. Synthesis of Purines Under Possible Primitive Earth Conditions. II. Purine Intermediates from Hydrogen Cyanide. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Vol. 96, No. 2, 293-313.
 17. Oró, J., 1963. Ultra-Violet-Absorbing Compound(s) Reported Present in the Murray Meteorite. *Nature*, Vol. 197, No. 4869, 756-758.
 18. Oró, J., 1963. Synthesis of Organic Compounds by Electric Discharges. *Nature* Vol. 197, No. 4870, 862-867.
 19. Oró, J., 1963. Synthesis of Organic Compounds by High Energy Electrons. *Nature*, Vol. 197, No. 4877, 971-974.

20. Oró, J., 1963. Studies in Experimental Organic Cosmochemistry. *Annals of the New York Academy of Sciences*, Vol. 108, Article 2, 464-481.
21. Oró, J., 1963. Experimental Organic Cosmochemistry: The Formation of Biochemical Compounds. *Proceedings of the Lunar & Planetary Exploration Colloquim*, Vol. 3, No. 2, 9-28.
22. Oró, J., 1964. Prebiological Synthesis of Nucleic Acid Constituents. In «Problems of Evolutionary and Industrial Biochemistry,» V. L. Kretovich (ed.). Volume in honor of A. I. Oparin 70th Birthday. A. N. Bach Institute of Biochemistry, Academy of Sciences U.S.S.R., Moscow, pp. 63-69.
23. Oró, J., 1963. Investigation of Organo-Chemical Evolution. In «Current Aspects of Exobiology,» G. Mamikunian and M. H. Briggs (eds.). Pergamon Press, New York, pp. 13-76.
24. Oró, J., 1965. Stages and Mechanisms of Prebiological Organic Synthesis. In «The Origins of Prebiological Systems and of their Molecular Matrices,» S. W. Fox (ed.). Academic Press, New York, pp. 137-171.
25. Oró, J., D. W. Nooner and S. A. Wikström, 1965. Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Analysis of Paraffinic Hydrocarbons in Animal Products. *Journal of Gas Chromatography*, 105-106.
26. Oró, J., D. W. Nooner and S. A. Wikström, 1965. Paraffinic Hydrocarbons in Pasture Plants. *Science*, Vol. 147, No. 3660, 870-873.
27. Oró, J., D. W. Nooner, A. Zlatkis, S. A. Wikström and E. S. Barghoorn, 1965. Hydrocarbons of Biological Origin in Sediments about Two Billion Years Old. *Science*, Vol. 148, No. 3666, 77-79.
28. Oró, J. and H. S. Skewes, 1965. Free Amino Acids on Human Fingers: The Question of Contamination in Microanalysis. *Nature*, Vol. 207, No. 5001, 1042-1045.
29. Oró, J. and T. Tornabene, 1965. Bacterial Contamination of Some Carbonaceous Meteorites. *Science*, Vol. 150, No. 3699, 1046-1048.
30. Oró, J., D. W. Nooner, A. Zlatkis and S. A. Wikström, 1966. Paraffinic Hydrocarbons in the Orgueil, Murray, Mokoia, and Other Meteorites. *Life Sciences and Space Research*, Vol. IV, Spartan Books, Washington, pp. 63-100.
31. Oró, J., S. R. Lipsky, V. I. Oyama, G. R. Shoemaker and A. Zlatkis, 1966. Gas Chromatography. In «Biology and the Exploration of Mars,» C. S. Pittendrigh, W. Vishniac and J. P. T. Pearman (eds.). Publication 1296, National

Academy of Sciences, National Research Council, Washington, D. C., pp. 368-375.

32. Oró, J., K. Biemann, R. S. Gohlke, S. R. Lipsky, J. E. Lovelock, F. W. McLafferty, W. C. Meinschein and R. Ryhage, 1966. Gas Chromatography-Mass Spectrometry. In «Biology and the Exploration of Mars,» C. S. Pittendrigh, W. Vishniac and J. P. T. Pearman (eds.). Publication 1296, National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, D. C., pp. 378-384.
33. Oró, J., and A. P. Kimball, 1966. Synthesis of Purines under Possible Primitive Earth Conditions. I. Adenine from Hydrogen Cyanide. Reprinted article in «Extraterrestrial Life: An Anthology and Bibliography,» (Compiled by Elie A. Shneour and Eric A. Ottesen). Publication 1296A, National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, D. C., pp. 196-206.
34. Oró, J. and A. P. Kimball, 1966. Synthesis of Purines Under Possible Primitive Earth Conditions. II. Purine Intermediates from Hydrogen Cyanide. Reprinted article in «Extraterrestrial Life: An Anthology and Bibliography,» (Compiled by Elie A. Shneour and Eric A. Ottesen). Publication 1296A, National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, D. C., pp. 207-225.
35. Oró, J., 1966. Studies in Experimental Organic Cosmochemistry. Article reimprimé à «Extraterrestrial Life: An Anthology and Bibliography,» (Compiled by Elie A. Shneour and Eric A. Ottesen). Publication 1296A, National Academy of Sciences, National Research Council, Washington, D. C., pp. 226-243.
36. Oró, J. and J. Han, 1966. High Temperature Synthesis of Aromatic Hydrocarbons from Methane. *Science*, Vol. 153, No. 3742, 1393-1395.
37. Oró, J., J. L. Laseter, and D. Weber, 1966. Alkanes in Fungal Spores. *Science*, Vol. 154, No. 3748, 399-400.
38. Oró, J., J. Han, and A. Zlatkis, 1967. Application of High Resolution Gas Chromatography-Mass Spectrometry to the Analysis of the Pyrolysis Products of Isoprene. *Analytical Chemistry*, Vol. 39, 27-32.
39. Gelpi, E. and J. Oró, 1967. Chemical Ionization Mass Spectrometry of Pristane. *Analytical Chemistry*, Vol. 39, 388-389.
40. Oró, J. and D. W. Nooner, 1967. Aliphatic Hydrocarbons in Pre-Cambrian Rocks. *Nature*, Vol. 213, No. 5081, 1082-1085.

41. Oró, J. and D. W. Nooner, 1967. Aliphatic Hydrocarbons in Meteorites. *Nature*, Vol. 213, No. 5081, 1085-1087.
42. Updegrove, W. S., J. Oró and A. Zlatkis, 1967. GC-Quadrupole Mass Spectrometric Analysis of Organic Compounds. *Journal of Gas Chromatography*, Vol. 5, 359-361.
43. Oró, J. and J. Han, 1967. Application of Combined Chromatography-Mass Spectrometry to the Analysis of Aromatic Hydrocarbons Formed by Pyrolysis of Methane. *Journal of Gas Chromatography*, Vol. 5, 480-485.
44. Oró, J., T. G. Tornabene, D. W. Nooner and E. Gelpi, 1967. Aliphatic Hydrocarbons and Fatty Acids of Some Marine and Freshwater Microorganisms. *Journal of Bacteriology*, Vol. 93, No. 6, 1811-1818.
45. Doctor, V. M. and J. Oró, 1967. Non-Enzymatic Transamination of Histidine with α -Keto Acids. *Naturwissenschaften*, Vol. 54, 443-444.
46. Tornabene, T. G., E. Gelpi and J. Oró, 1967. Identification of Fatty Acids and Aliphatic Hydrocarbons in *Sarcina lutea* by Gas Chromatography and Combined Gas Chromatography-Mass Spectrometry. *Journal of Bacteriology*, Vol. 94, No. 2, 333-343.
47. Tornabene, T. G., E. O. Bennett and J. Oró, 1967. Fatty Acid and Aliphatic Hydrocarbon Composition of *Sarcina lutea* Grown in Three Different Media. *Journal of Bacteriology*, Vol. 94, No. 2, 344-348.
48. Tornabene, T. G. and J. Oró, 1967. ^{14}C Incorporation into the Fatty Acids and Aliphatic Hydrocarbons of *Sarcina lutea*. *Journal of Bacteriology*, Vol. 94, No. 2, 349-358.
49. Nooner, D. W. and J. Oró, 1967. Organic Compounds in Meteorites-I. Aliphatic Hydrocarbons. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 31, 1359-1394.
50. Olson, R. J., J. Oró and A. Zlatkis, 1967. Organic Compounds in Meteorites-II. Aromatic Hydrocarbons. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 31, 1935-1948.
51. Simmonds, P. G., D. W. Nooner, A. Zlatkis and J. Oró, 1968. Distribution Modes and Possible Origins of Sheep Wool Hydrocarbons. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 45, No. 1, 34-36.
52. Gelpi, E. and J. Oró, 1968. Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Analysis of Isoprenoid Hydrocarbons and Fatty Acids in Shark Liver Oil Products. *Journal of the American Oil Chemists' Society*, Vol. 45, No. 3, 144-147.

53. Oró, J., E. Gelpi and D. W. Nooner, 1968. Hydrocarbons in Extraterrestrial Samples. *Journal of the British Interplanetary Society*, Vol. 21, 83-98.
54. Oró, J., 1968. Synthesis of Organic Molecules by Physical Agencies. *Journal of the British Interplanetary Society*, Vol. 21, 12-25.
55. Laseter, J. L., D. J. Weber and J. Oró, 1968. Characterization of Cabbage Leaf Lipids: n-Alkanes, Ketones, and Fatty Acids. *Phytochemistry*, Vol. 7, 1005-1008.
56. Gelpi, E., J. Oró, H. J. Schneider and E. O. Bennett, 1968. Olefins of High Molecular Weight in Two Microscopic Algae. *Science*, Vol. 161, 700-702.
57. Oró, J. and E. Gelpi, 1968. Gas-Chromatographic Mass-Spectrometric Studies on the Isoprenoids and Other Isomeric Alkanes in Meteorites. A «Meteorite Research,» P. M. Millman (ed.). Reidel, Dordrecht, pp. 518-523.
58. Oró, J., D. W. Nooner and R. J. Olson, 1969. Chromatography of Hydrocarbons. In «Chromatographic Analysis of Lipids, Vol. II» G. V. Marinetti (ed.). Dekker, New York, pp. 479-521.
59. Updegrove, W. S. and J. Oró, 1969. Analysis of Organic Matter on the Moon by Gas Chromatography-Mass Spectrometry—A Feasibility Study. Research in Physics and Chemistry, Malina, F. J. ed. Proceedings of the Third International Laboratory (LIL) Symposium, Belgrade, 1967, pp. 53-74.
60. Johnson, C. L., J. Oró and A. Schwartz, 1969. Basic Protein Induction of Low Amplitude Energy-Linked Mitochondrial Swelling. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, Vol. 131, 310-315.
61. Gelpi, E., D. W. Nooner and J. Oró, 1969. Isoprenoids and Other Hydrocarbons in Terrestrial Graphite. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 33, 959-972.
62. Tornabene, T. G., M. Kates, E. Gelpi and J. Oró, 1969. Occurrence of Squalene, Di- and Tetrahydrosqualenes, and Vitamin MK₈ in an Extremely Halophilic Bacterium, *Halo-Bacterium cutirubrum*. *Journal of Lipid Research*, Vol. 10, 294-303.
63. Doctor, V. M. and J. Oró, 1969. Mechanism of Non-Enzymic Transamination Reaction Between Histidine and α-Oxoglutaric Acid. *Biochem. J.*, Vol. 112, 691-697.
64. Gelpi, E., H. Schneider, V. M. Doctor, J. Tennison and J. Oró, 1969. Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Identifications of the Hydrocarbons and Fatty Acids of *Plantago ovata* Seeds. *Phytochemistry*, Vol. 8, 2077-2081.

65. Simmonds, P. G., A. J. Bauman, E. M. Bollin, E. Gelpi and J. Oró, 1969. The Unextractable Organic Fraction of the Pueblito de Allende Meteorite: Evidence for its Indigenous Nature. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, Vol. 64, No. 3, 1027-1034.
66. Gelpi, E. and J. Oró, 1969, Comparative Mass Spectrometric Studies on the Isoprenoids and Other Isomeric Alkanes in Terrestrial and Extraterrestrial Samples. Presentat a la 17th Annual conference of mass Spectroscopy and Allied Topics, Dallas, Texas, pp350-359. *International Journal of Mass Spectrometry and Ion Physics*, Vol. 4, 323-335.
67. Oró, J. and D. W. Nooner, 1970. Aliphatic Hydrocarbons from the Pre-cambrian of North America and South Africa. A «Advances in Organic Geochemistry 1966,» G. D. Hobson and G. C. Speers (eds.). Pergamon, Oxford, pp. 493-506.
68. Oró, J., D. W. Nooner and R. J. Olson, 1970. Hydrocarbons in Meteorites. A «Advances in Organic Geochemistry 1966,» G. D. Hobson and G. C. Speers (eds.). Pergamon, Oxford, pp. 507-521.
69. Gelpi, E., H. Schneider, J. Mann and J. Oró, 1970. Hydrocarbons of Geochemical Significance in Microscopic Algae. *Phytochemistry*, Vol. 9, 603-612.
70. Schneider, H., E. Gelpi, E. O. Bennett, and J. Oró, 1970. Fatty Acids of Geochanical Significance in Microscopic Algae. *Phytochemistry*, Vol. 9, 613-617.
71. Gelpi, E. and J. Oró, 1970. Ubiquity of Hydrocarbons in Nature: Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Determination of the Hydrocarbons in Cigarette Smoke Condensate. *Journal of Chromatographic Science*, Vol. 8, 210-213.
72. Gelpi, E., D. W. Nooner and J. Oró, 1970. The Ubiquity of Hydrocarbons in Nature: Aliphatic Hydrocarbons in Dust Samples. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 34, 421-425.
73. Nakaparksin, S., E. Gil-Av and J. Oró, 1970. Study of the Racemization of Some Neutral α -Amino Acids in Acid Solution Using Gas Chromatographic Techniques. *Analytical Biochemistry*, Vol. 33, 374-382.
74. Nakaparksin, S., P. Birrell, E. Gil-Av and J. Oró, 1970. Gas Chromatography with Optically Active Stationary Phases: Resolution of Amino Acids. *Journal of Chromatographic Science*, Vol.8, 177-182.

75. Koenig, W. A., W. Parr, H. A., Lichtenstein, E. Bayer and J. Oró, 1970. Gas Chromatographic Separation of Amino Acids and Their Enantiomers: Non-Polar Stationary Phases and a New Optically Active Phase. *Journal of Chromatographic Science*, Vol. 8, 183-186.
76. Gibert, J. M. and J. Oró, 1970. Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Determination of Potential Contaminant Hydrocarbons of Moon Samples. *Journal of Chromatographic Science*, Vol. 8, 295-296.
77. Oró, J., W. S. Updegrove, J. Gibert, J. McReynolds, E. Gil-Av, J. Ibanez, A. Zlatkis, D. A. Flory, R. L. Levy and C. Wolf, 1970. Organogenic Elements and Compounds in Surface Samples from the Sea of Tranquillity. *Science*, Vol. 167, 765-767.
78. Levy, R. L., C. J. Wolf, M. A. Grayson, J. Gilbert, E. Gelpi, W. S. Updegrove, A. Zlatkis and J. Oró, 1970. Organic Analysis of the Pueblito de Allende Meteorite. *Nature*, Vol. 227, No. 5254, 148-150.
79. Oró, J., W. S. Updegrove, J. Gibert, J. McReynolds, E. Gil-Av, J. Ibanez, A. Zlatkis, D. A. Flory, R. L. Levy and C. J. Wolf, 1970. Organogenic Elements and Compounds in Type C and D Lunar Samples from Apollo 11. Proceedings of the Apollo 11 Lunar Science Conference, Vol. 2 (Suppl. 1., *Geochimica et Cosmochimica Acta*). Pergamon, New York, pp. 1901-1920.
80. Oró, J., J. Gibert, W. Updegrove, J. McReynolds, J. Ibanez, E. Gil-Av, D. Flory, and A. Zlatkis, 1970. Gas Chromatographic and Mass Spectrometric Methods Applied to the Analysis of Lunar Samples from the Sea of Tranquillity. *Journal of Chromatographic Science*, Vol. 8, 297-308. També a «Advances in Chromatography, 1970,» A. Zlatkis (ed.). Preston Technical Abstracts, Evanston, III, pp. 185-198.
81. Segura, R., J. Oró and A. Zlatkis, 1970. Resolution of Steroid Glucuronides by Thin-Layer Chromatography on Polyamide. *Journal of Chromatographic Science*, Vol. 8, 449-451. També a «Advances in Chromatography, 1970,» A. Zlatkis (ed.). Preston Technical Abstracts, Evanston, III, pp. 332-335.
82. Bayer, E., E. Gil-Av, W. A. König, S. Nakaparksin, J. Oró and W. Parr, 1970. Retention of Configuration in the Solid Phase Synthesis of Peptides. *Journal of American Chemical Society*, Vol. 92, 1738-1740.
83. Gelpi, E. and J. Oró, 1970. Comparative Mass Spectrometric Studies on the Isoprenoids and Other Isomeric Alkanes in Terrestrial and Extraterrestrial Samples. *International Journal of Mass Spectrometry and Ion Physics*, Vol. 4, 323-335.

84. Gelpi, E., J. Han, D. W. Nooner and J. Oró, 1970. Organic Compounds in Meteorites-III. Distribution and Identification of Aliphatic Hydrocarbons Produced by Open Flow Fischer-Tropsch Processes. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 34, 965-979.
85. Gelpi, E. and J. Oró, 1970. Organic Compounds in Meteorites-IV. Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Studies on the Isoprenoids and Other Isomeric Alkanes in Carbonaceous Chondrites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 34, 981-994.
86. Gelpi, E. and J. Oró, 1970. Organic Compounds in Meteorites-V. Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Studies on the Isoprenoids and Other Isomeric Alkanes in Graphitic Nodules of Iron Meteorites. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol 34, 995-1005.
87. Levy, R. L., C. J. Wolf and J. Oró, 1970. A Gas Chromatographic Method for Characterization of the Organic Content Present in an Inorganic Matrix. *Journal of Chromatographic Science*, Vol. 8, 524-526.
88. Yang, C. C. and J. Oró, 1971. Synthesis of Adenine, Guanine, Cytosine and Other Nitrogen Organic Compounds by a Fischer-Tropsch-Like Process. A: «Molecular Evolution I. Chemical Evolution and the Origin of Life,» R. Buvet and C. Ponnamperuma (eds.). North Holland, Amsterdam, pp. 155-170.
89. Ibanez, J., A. P. Kimball, and J. Oró, 1971. The Effect of Imidazole, Cyamide, and Polyornithine on the Condensation of Nucleotides in Aqueous Systems. A: «Molecular Evolution I. Chemical Evolution and the Origin of Life,» R. Buvet and C. Ponnamperuma (eds.). North Holland, Amsterdam, pp. 171-179.
90. Gibert, J., D. Flory and J. Oró, 1971. Identity of a Common Contaminant of Apollo 11 Lunar Fines and Apollo 12 York Meshes. *Nature*, Vol. 229, No. 5279, 33-34.
91. Oró, J., J. Gibert, H. Lichtenstein, S. Wikstrom and D. A. Flory, 1971. Amino-acids, Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons in the Murchison Meteorite. *Nature*, Vol. 230, No. 5289, 105-106.
92. Oró, J., S. Nakaparksin, H. Lichtenstein and E. Gil-Av, 1971. Configuration of Amino-acids in Carbonaceous Chondrites and a Pre-cambrian Chert. *Nature*, Vol. 230, No. 5289, 107-108.
93. Gibert, J. M., S. Wikstrom and J. Oró, 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. pp. 334-340.

94. Ibanez, J. D., A. P. Kimball and J. Oró, 1971. Possible Prebiotic Condensation of Mononucleotides by Cyanamide. *Science*, Vol. 173, 444-445.
95. Stephen-Sherwood, E., J. Oró and A. P. Kimball, 1971. Thymine: A Possible Prebiotic Synthesis. *Science*, Vol 173, 446-447.
96. Wachi, F. M., D. E. Gilmartin, J. Oró and W. S. Updegrove, 1971. Differential Thermal Analysis and Gas Release Studies of Apollo 11 Samples. *Icarus*, Vol. 15, 304-313.
97. Wolman, Y., S. L. Miller, J. Ibanez and J. Oró, 1971. Formaldehyde and Ammonia as Precursors to Prebiotic Amino Acids. *Science*, Vol. 174, 1039-1040.
98. Ibanez, J. D., A. P. Kimball and J. Oró, 1971. Condensation of Mononucleotides by Imidazole. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 1, 112-114.
99. Oró, J., D. A. Flory, J. M. Gibert, J. McReynolds, H. A. Lichtenstein and S. Wikstrom, 1971. Abundances and distribution of organogenic elements and compounds in Apollo 12 lunar samples. Proceedings of the Second Lunar Science Conference, Vol. 2 (Suppl. 2, *Geochimica et Cosmochimica Acta*). M.I.T. Press, Cambridge, pp. 1913-1925.
100. Oró, J., 1971. Carbon Compounds in Lunar Surface Samples. Instituto de Investigaciones Geológicas de la Diputación Provincial, Universidad de Barcelona, Vol. XXV, Barcelona, pp. 135-156.
101. McReynolds, J. H., N. B. Furlong, P. J. Birrell, A. P. Kimball and J. Oró, 1971. Polymerization of Deoxyribonucleotides by Ultraviolet Light. A «Prebiotic and Biochemical Evolution,» A. P. Kimball and J. Oró (eds.). North-Holland, Amsterdam, pp. 111-121.
102. Anderson, D. M., K. Biemann, L. E. Orgel, J. Oró, T. Owen, G. P. Shulman, P. Toulmin and H. C. Urey, 1972. Mass Spectrometric Analysis of Organic Compounds, Water and Volatile Constituents in the Atmosphere and Surface of Mars: The Viking Mars Lander. *Icarus*, Vol. 16, pp. 111-138.
103. Nooner, D. W., J. Oró, J. M. Gibert, V. L. Ray and J. E. Mann, 1972. Ubiquity of Hydrocarbons in Nature: Aliphatic Hydrocarbons in Weathered Limestone. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, Vol. 36, pp. 953-959.
104. Oró, J., 1972. Extraterrestrial Organic Analysis. *Space Life Sciences*, Vol. 3, pp. 507-550.

105. Flory, D. A., S. Wikstrom, S. Gupta, J. M. Gibert and J. Oró, 1972. Analysis of Organogenic Compounds in Apollo 11, 12, and 14 Lunar Samples. Proceedings of the Third Lunar Science Conference, (Supplement 3, *Geochimica et Cosmochimica Acta*), M.I.T. Press, Cambridge, Vol. 2, pp. 2091-2108.
106. Doctor, V. M. and J. Oró, 1972. Non-Enzymic β -Decarboxylation of Aspartic Acid. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 1, pp. 326-333.
107. Flory, D. A., J. Oró, S. Wikstrom, D. Beaman and D. W. Nooner, 1972. Analysis of Organogenic Compounds in Apollo 15 Samples. A «The Apollo 15 Lunar Samples,» J. Chamberlain and C. Watkins (eds.). Lunar Science Institute, Houston, pp. 275-279.
108. Macdonald, E. J., H. Lichtenstein, D. Nooner, D. Flory, S. Wikstrom and J. Oró, 1973. Epidemiological Factors in Lung Cancer Among Women in El Paso County, Texas, 1944-1969. *Journal of the American Medical Women's Association*, Vol. 28, No. 9, pp. 459-467.
109. Stephen-Sherwood, E. and J. Oró, 1973. Chemical Evolution. Recent Syntheses of Bioorganic Molecules. *Space Life Sciences*, Vol. 4, pp. 5-31.
110. Nooner, D. W., W. S. Updegrove, D. A. Flory, J. Oró and G. Mueller, 1973. Isotopic and Chemical Data of Bitumens Associated with Hydrothermal Veins from Windy Knoll, Derbyshire, England. *Chemical Geology*, Vol. 11, pp. 189-202.
111. Oró, J. and D. Flory, 1973. Organic Analysis of Lunar Samples and the Martian Surface. *Life Sciences and Space Research XI* (COSPAR, 1973). Akademie-Verlag, Berling, pp. 43-54.
112. Nooner, D. W., J. Oró, and J. Cerbulis, 1973. Paraffinic Hydrocarbon Composition of Earthworms (*Lumbricus terrestris*). *Lipids*, Vol. 8, No. 9, pp. 489-492.
113. Flory, D. A., J. Oró, S. A. Wikstrom, D. A. Beaman and A. Lovett, 1973. Organogenic Compounds in Apollo 16 Lunar Samples. Proceedings of the Fourth Lunar Science Conference, (Supplement 4, *Geochimica et Cosmochimica Acta*), Vol. 2, pp. 2229-2240.
114. Oró, J. and E. Stephen-Sherwood, 1974. The Prebiotic Synthesis of Oligonucleotides. *Origins of Life*, Vol. 5, pp. 159-172. També a «Cosmochemical Evolution and the Origins of Life,» Vol. 1., J. Oró, S. L. Miller, C. Ponnamperuma and R. S. Young (eds.). Reidel, Dordrecht, pp. 159-172.

115. Nooner, D. W. and J. Oró, 1974. Direct Synthesis of Polypeptides. Polycondensation of α -Amino Acids by Polymetaphosphate Esters. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 3, pp. 79-88.
116. Stephen-Sherwood, E., D. G. Odom and J. Oró, 1974. The Prebiotic Synthesis of Deoxythymidine Oligonucleotides. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 3, pp. 323-330. També a «Cosmochemical Evolution and the Origins of Life,» Vol. 2, J. Oró, S. L. Miller, C. Ponnamperuma and R. S. Young (eds.). Reidel, Dordrecht, pp. 301-308.
117. Ferris, J. P., J. D. Wos, D. W. Nooner and J. Oró, 1974. Chemical Evolution XXI. The Amino Acids Released on Hydrolysis of HCN Oligomers. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 3, pp. 225-231.
118. Flory, D. A., J. Oró, and P. V. Fennessey, 1974. Organic Contamination Problems in the Viking Molecular Analysis Experiment. *Origins of Life*, Vol. 5, pp. 443-455. També a «Cosmochemical Evolution and the Origins of Life,» Vol. 1, J. Oró, S. L. Miller, C. Ponnamperuma and R. S. Young (eds.). Reidel, Dordrecht, pp. 443-455.
119. Yuasa, S. and J. Oró, 1974. Role of Weak Bases on the Prebiotic Formation of Heterocyclic Compounds. A «Cosmochemical Evolution and the Origins of Life,» Vol. 2, J. Oró, S. L. Miller, C. Ponnamperuma and R. S. Young (eds.). Reidel, Dordrecht, pp. 295-299.
120. Gelpí, E. and J. Oró, 1974. Organic Compounds in Meteorites—IV. Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Studies on the Isoprenoids and Other Isomeric Alkanes in Carbonaceous Chondrites. Article reimprimès a «Geochemistry and the Origin of Life» (Edited by K. A. Kvenvolden). Dowden, Hutchinson and Ross, Inc., Stroudsburg, Penn., pp. 138-151. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 1970, Vol. 34, pp. 981-994.
121. Oró, J., D. W. Nooner, A. Zlatkis, S. A. Wikström and E. S. Barghoorn. Hydrocarbons of Biological Origin in Sediments About Two Billion Years Old. Article reimprimès a «Geochemistry and the Origin of Life» (Edited by K. A. Kvenvolden). Dowden, Hutchinson and Ross, Inc. Stroudsburg, Penn., pp. 138-151. Tirada a part de *Science*, 1965, Vol. 148, pp. 77-79.
122. Oró, J., 1974. Molècules Orgàniques a l'Espai Interstel.lar. Evolució (Colloquis-VII, Societat Catalana de Biologia). A Núñez, Barcelona, pp. 13-26.
123. Oró, J., 1975. Evolución Biológica y Evolución Urbana (Hacia una Biopo-

- lis). Planificacion Territorial-II. (Centro de Perfeccionamiento Profesional y Empresarial del Colegio Oficial de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos). Nuevas Gráficas, Madrid, pp. 413-425.
124. Gibert, J. M., I. M. R. de Andrade Bruning, D. W. Nooner and J. Oró, 1975. Predominance of Isoprenoids Among the Alkanes in the Irati Oil Shale, Permian of Brazil. *Chemical Geology*, Vol. 15, pp. 209-215.
 125. Nissenbaum, A., D. H. Kenyon and J. Oró, 1975. On the Possible Role of Organic Melanoidin Polymers as Matrices for Prebiotic Activity. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 6, pp. 253-270.
 126. Nooner, D. W., J. M. Gilbert, E. Gelpi and J. Oró, 1976. Closed System Fischer-Tropsch Synthesis Over Meteoritic Iron, Iron Ore and Nickel-Iron Alloy. *Geochimica et Cosmochimica Acta* Vol. 40, pp. 915-924.
 127. Lovett, A. M., E. Sherwood and J. Oró, 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 Twenty-Third Annual Conference on Mass Spectrometry and Allied Topics, Houston, Texas (May 25-30, 1975), pp. 351-353.
 128. Odom, D. G., J. T. Brady and J. Oró, 1976. The Prebiotic Synthesis of Deoxythymidine Oligonucleotides. III. Acid Salt Reactions. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 7, pp. 151-157.
 129. Oró, J., 1976. Prebiologic Chemistry and the Origin of Life. A Personal Account. A «Reflections on Biochemistry in Honour of S. Ochoa» (Kornberg, A., Horecker, B., Cornudella, L., Oró, J., editors), Pergamon, Oxford, pp. 423-443.
 130. Holzer, G., J. Oró and W. Bertsch, 1976. Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Evaluation of Exhaled Tobacco Smoke. *Journal of Chromatography*, Vol. 444, pp. 771-785.
 131. Oró, J. and E. Stephen-Sherwood, 1976. Abiotic Origin of Biopolymers. *Origins of Life*, Vol. 7, pp. 37-47.
 132. Biemann, K., J. Oró, P. Toulmin III, L. E. Orgel, A. O Nier, D. M. Anderson, P. G. Simmonds, D. Flory, A. V. Diaz, D. R. Rushneck and J. A. Biller, 1976. Search for Organic and Volatile Inorganic Compounds in Two Surface Samples from the Chryse Planitia Region of Mars. *Science*, Vol., 194, pp. 72-76.

133. Oró, J., 1976. Química Prebiológica y Origen de la Vida. Una Visión Personal. A «Avances de la Bioquímica» (Oró, J., Cornudella, L., Sols, A., Fernandez-Heredia, C., editors), Salvat, Barcelona, pp. 515-541.
134. Miquel, J., J. Oró, K. G. Bensch and J. E. Johnson, Jr., 1976. Lipofuscin: Fine Structural and Biochemical Studies. A «Free Radicals in Biology,» Vol. III. (W. E. Pryor, ed.), Academic Press, New York, pp.55-73.
135. Miller, S. L., H. C. Urey and J. Oró, 1976. Origin of Organic Compounds on the Primitive Earth and in Meteorites. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 9, pp. 59-72.
136. Oró, J., S. L. Miller and H. C. Urey, 1977. Energy Conversion in the Context of the Origin of Life. A «Living Systems as Energy Converters» (R. Buillet et al. eds.). Elsevier/North Holland Biomedical Press, Amsterdam, B. V., pp.7-19.
137. Ballester, A., E. S. Barghoorn, D. B. Botkin, J. Lovelock, R. Margalef, L. Margulis, J. Oró, R. Schweikert, D. Smith, T. Swain, J. Todd, N. Todd, G. M. Woodwell, 1977. Ecological Considerations for Space Colonies. Co-Evolution Quarterly Winter 1976-1977: 96-97. També a: Ecological Bulletin, Oct. 5, 1976, 2-4.
138. Noonan, D. W. and J. Oró, 1977. Hydrocarbons and Fatty Acids in Oil Shale of Permian Irati Formation, Brazil. A «Chemical Evolution of the Early Precambrian». College Park Colloquium, 1975. C. Ponnamperuma (ed.), Academic Press Inc., New York, pp. 69-79.
139. Biemann, K., J. Oró, P. Toulmin III, L. E. Orgel, A. O. Nier, D. M. Anderson, P. G. Simmonds, D. Flory, A. V. Diaz, D. R. Rushneck, J. E. Biller, A. L. LaFleur, 1977. The Search for Organic Substances and Inorganic Volatile Compounds in the Surface of Mars. *Journal of Geophysical Research*, Vol. 82, No. 28, 4641-4658.
140. Oró, J., 1977. El Origen de la Vida, a: *Boletín Informativo* 64, Fundación Juan March, Neografis, S. L., Madrid, pp. 3-25.
141. Holzer, G. and J. Oró, 1977. Pyrolysis of organic compounds in the presence of ammonia. The Viking Mars lander site alteration experiment. *Organic Geochemistry*, Vol. 1, pp. 37-52.
142. Sherwood, E. and J. Oró, 1977. Cyanamide Mediated Syntheses Under Plausible Primitive Earth Conditions. Part I. The synthesis of p¹, p²-dide-

- oxythymidine 5'-pyrophosphate. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 10, pp. 183-192.
143. Sherwood, E., A. Joshi, and J. Oró, 1977. Cyanamide Mediated Syntheses Under Plausible Primitive Earth Conditions. II. The Polymerization of Deoxythymidine 5'-Triphosphate. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 10, pp. 193-209.
144. Nooner, D. W., E. Sherwood, M. A. More, and J. Oró, 1977. Cyanamide Mediated Syntheses Under Plausible Primitive Earth Conditions. III. Synthesis of Peptides. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 10, pp. 211-220.
145. Eichberg, J., E. Sherwood, D. E. Epps, and J. Oró, 1977. Cyanamide Mediated Syntheses Under Plausible Primitive Earth Conditions. IV. The Synthesis of Acylglycerols. *Journal of Molecular Evolution*, Vol. 10, pp. 221-230.
146. Nooner, D. W. and J. Oró, 1978. Synthesis of Fatty Acids by a Closed System Fischer-Tropsch Process, a «Preprints», Division of Petroleum Chemistry, *American Chemical Society*, Vol. 23, pp. 624-631.
147. Leach, W. W., D. W. Nooner, J. Oró, 1978. Abiotic Synthesis of Fatty Acids, A: *Origins of Life. Proceedings of the 2ISSOL and 5ICOL Meeting* (H. Noda, ed.), Center for Academic Publications, Japan Scientific Societies Press, Tokyo, pp. 105-111.
148. Sherwood, E., D. W. Nooner, J. Eichberg, D. E. Epps, J. Oró, 1978. Prebiotic Condensation Reactions Using Cyanamide, a: *Origins of Life. Proceedings of the 2ISSOL and 5ICOL Meeting* (H. Noda, ed.), Center for Academic Publications, Japan Scientific Societies Press, Tokyo, pp. 113-122.
149. Epps, D. E., E. Sherwood, J. Eichberg, J. Oró, 1978. Cyanamide Mediated Synthesis Under Plausible Primitive Earth Conditions. V. The synthesis of phosphatidic acids. *J. Mol. Evol.* 11: 279-292.
150. Tornabene, T. G., R. S. Wolfe, W. E. Balch, G. Holzer, G. E. Fox, J. Oró, 1978. Phytanyl-Glycerol Ethers and Squalenes in the Archaebacterium *Methanobacterium Thermoautotrophicum*. *J. Mol. Evol.* 11, 259-266.
151. Oró, J., G. Holzer, 1979. The Effects of Ultraviolet Light on the Degradation of Organic Compounds. A Possible Explanation for the Absence of Organic Matter on Mars, a: *COSPAR Life Sciences and Space Research VOL. XVII* (R. Holmquist, ed.) pp.77-86.
152. Oró, J., E. Sherwood, J. Eichberg, D. E. Epps, 1978. Formation of the

- Phospholipids Under Primitive Earth Conditions and the Role of Membranes in Prebiological Evolution, a: «Light Transducing Membranes» (D. Deamer, ed.), Academic Press, New York, pp.1-19.
- 153. Holzer, G., J. Oró, 1979. Chemical Carginogenesis: A Natural and Man-made Global Environmental Problem, in: Proceedings of the International Symposium on Analytical Techniques in Environmental Chemistry, Barcelona, November 27-30, 1978. Pergamon Press, Oxford, pp. 211-236.
 - 154. Oró, J., 1978. Biochemistry, Nutrition and Demographic Growth, a: *Catalunya Agrícola* (Oró, J., and Sorjus, J., eds.), Ediciones Alba, S. A., Barcelona, pp.84-96.
 - 155. Biemann, K., J. A. Biller, J. Oró, L. E. Orgel, A. O. Nier, D. M. Anderson, P. G. Simmoms, D. Flory, A. V. Diaz, D. R. Rushneck, 1978. Search for Organic and Volatile Inorganic Compounds in Two Surface Samples from the Chryse Planitia Region of Mars, a: Comparative Planetology (C. Ponnamperuma, ed.), Academic Press, New York, pp. 197-211.
 - 156. Tornabene, T. G., T. A. Langeworthy, G. Holzer and J. Oró, 1979. Squalenes, Phytanes and Other Isoprenoids as Major Neutral Lipids of Methanogenic and Thermacidophilic Archaeabacteria. *J. Mol. Evol.* 13, 73-83.
 - 157. Odom, D. G., M. Rao, J. Oró and J. Lawless, 1979. Association of Nucleotides with Homioionic Clays. *J. Mol. Evol.* 12, 365-367.
 - 158. Holzer, G., J. Oró, T. G. Tornabene, 1979. Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Analysis of Neutral Lipids from Methanogenic and Thermacidophilic Bacteria, a: Advances in Chromatography, 1979 (A. Zlatkis, L. S. Ettre, E. sz. Kovats, eds.). Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, pp. 873-887. També a: *J. Chromatog.* 186, 795-809.
 - 159. Epps, D. E., D. W. Nooner, J. Eichberg, E. Sherwood, J. Oró, 1979. Cyamide Mediated Synthesis Under Plausible Primitive Earth Conditions. VI. The Synthesis of Glycerol and Glycerophosphates, *J. Mol. Evol.* 14, 235-241.
 - 160. Holzer G., J. Oró, 1979. The Organic Composition of the Allan Hills Carbonaceous Chondrite as Determined by Pyrolysis-Gas Chromatography-Mass Spectrometry and Other Methods. *J. Mol. Evol.* 13, 265-270.
 - 161. Oró, J., G. Holzer, 1979. The Photolytic Degradation and Oxidation of Organic Compounds Under Simulated Martian Conditions, a: The Viking Mission and the Question of Life on Mars, *J. Mol. Evol.* 14, 153-160.

162. Noonan, D. W., J. Oró, 1979. Synthesis of Fatty Acids by Closed System Fischer-Tropsch Processes, in: Hydrocarbon Synthesis from Carbon Monoxide and Hydrogen, *Advances in Chemistry Series*, No. 178. American Chemical Society, Washington, D. C., pp.159-171.
163. Oró, J., G. Holzer, 1979. Problems and Methods in the Analysis of Organic Volatiles in the Atmosphere, in: Global Ecology: Interaction of the Biota with the Atmosphere and Sediments, pp.67-71. NASA, Washington, D. C. October 18-20, 1979.
164. Oró, J., D. W. Noonan, 1979. Cosmochemical and Geochemical Applications of Mass Spectrometry, in: *Mass Spectrometry. A Contemporary Introduction* (B. S. Middleditch, ed.), Plenum Publishing Co., New York, pp. 327-359.
165. Oró, J., G. Holzer, A. Lazcano-Araujo, 1980. The Contribution of Cometary Volatiles to the Primitive Earth, *COSPAR Life Sciences and Space Research*, Vol. XVII (R. Holmquist, ed.), Pergamon Press, Oxford, pp.67-82.
166. Tornabene, T. G., R. E. Lloyd, G. Holzer, J. Oró, 1980. Lipids as a Principle for the Identification of Archaeabacteria, *COSPAR Life Sciences and Space Research*, Vol. XVIII (R. Holmquist, ed.), Pergamon Press, Oxford, pp.109-121.
167. Deamer, D. W., J. Oró, 1980. Role of Lipids in Prebiotic Structures, *Biosystems*, 12, 167-175.
168. Rao, M., D. G. Odom, J. Oró, 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: *The Origins of Life and Evolution* (eds. Harlyn O. Halvorson and K. E. Van Holde), Alan R. Liss, Inc., New York, pp. 47-63.
170. Holzer, G., J. Oró, S. J. Smith, V. M. Doctor, 1980. Separation of Monosaccharides as their Alditol Acetates by Capillary Column Gas Chromatography. *J. Chromatog.* 194, 410-415.
171. Oró, J., 1980. L'Origen de la Vida a la Terra, a: *Els Planetes Comparats* (J. Oró, Josep C. Verges, J. A. Plana Castellvi, eds.). Edicions Sirocco, Barcelona, pp. 57-71.
172. Hawker, J. R., Jr., J. Oró, 1981. Cyanamide Mediated Syntheses of Leu, Ala and Phe Peptides Under Plausible Primitive Earth Conditions, a: *Origins of Life* (Y. Wolman, ed.), pp. 225-232.

173. Giner-Sorolla, A., J. Oró, 1981. Mutagens and Carcinogens: Occurrence and Role during Chemical and Biological Evolution, a: *Origins of Life* (Y. Wolman, ed.), Reidel, Dordrecht, 583-588.
174. Oró, J., G. Holzer, M. Rao, T. G. Tornabene, 1981. Membrane Lipids and the Origin of Life, a: *Origins of Life* (Y. Wolman, ed.), Reidel, Dordrecht, pp. 313-322.
175. Hawker, J. R., Jr., J. Oró, 1981. Cyanamide Mediated Synthesis of Peptides Containing Histidine and Hydrophobic Amino Acids. *J. Mol. Evol.* 17: 285-294.
176. Lazcano-Araujo, A., J. Oró, 1981. Cometary Material and the Origins of Life on Earth, a: *Comets and the Origin of Life* (C. Ponnamperuma, ed.), Reidel, Dordrecht, 191-225.
177. Oró, J., Lazcano-Araujo, A., 1981. The Role of HCN and Its Derivatives in Prebiotic Evolution, a: *Cyanide in Biology* (B. Vennesland, Eric E. Conn, Christopher J. Knowles, John Westley and Frode Wissing, eds.,), Academic Press, London, 517-541.
178. Bar-Nun, A., A. Lazcano-Araujo, and J. Oró, 1981. Could Life Have Evolved in cometary Nuclei? *Origins of Life*, 11: 388-394.
179. Yuasa, S., J. Oró, 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, Tokyo, pp. 31-37.
180. Green, C., V. M. Doctor, G. Holzer, J. Oró, 1981. Separation of Neutral and Amino Sugars by Capillary Gas Chromatography. *J. Chromatog.* 207: 268-282.
181. Rao, M., J. Eichberg, J. Oró, 1982. Synthesis of Phosphatidylcholine Under Possible Primitive Earth Conditions. *J. Mol. Evol.* 18: 196-202.
182. Oró, J., K. Rewers, D. Odom, 1982. Criteria for Emergence of and Evolution of Life in the Solar System, *Origins of Life*, 12: 285-305.
183. Oró, J., 1983. El Hombre ante el Espacio. *Aeronáutica y Astronáutica*, Octubre, 1982, No. 502, 865-868.
184. Oró, J., 1983. Chemical Evolution and the Origin of Life. *Adv. Space Res.*, 3, No. 9, 77-94.
185. Odom, D., Yamrom, T., Oró, J., 1983. Prebiotic Oligodeoxynucleotide Synthesis in a Cyclic Evaporating System at Low Temperatures. *Adv. Space Res.*, 3, No. 9, 55-59.

186. Bada, J. L., J. R. Cronin, M-S. Ho, K. A. Kvenvolden, J. G. Lawless, S. L. Miller, J. Oró, Spencer Steinberg, 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., 1983. Primitive Earth Environments: Organic Synthesis and the Origin and Early Evolution of Life. *Precambrian Research* 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, No. 6, Abril, Mayo, Junio, 1983, 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, *J. Chromatography* 302, 181-193.
190. Basile, Brenda, Middleditch B. S., Oró, J., 1984. Polycyclic Hydrocarbons in the Murchison Meteorite. *Organic Geochemistry* 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. *Origins of Life* 14, 237-242.
192. Yuasa, S., Flory, D., 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., Basile, B., Oró, J., 1984. Abiotic Synthesis of Purines and Other Heterocyclic Compounds by the Action of Electric Discharges. *J. Mol. Evol.* 21, 76-80.
194. Oró, J., Lazcano, A., 1984. A Minimal Living System and the Origin of a Protocell. *Adv. in Space Research* 4, 167-176.
195. Basile, B., Lazcano, A., Oró, J., 1984. Prebiotic Synthesis of Purines and Pyrimidines. *Adv. in Space Research* 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 *Darwin a Barcelona* (eds. P. Albert, R. Margalef, L. Margulis, J. Oró, R. Pares, A. Prevosti, O. A. Reig, D. Sperlich, J. A. Valverde, J. R. Villanueva), Gràfiques Manuel Pareja, Barcelona, pp. 80-136.
197. Oró, J., 1985. El origen de la vida, a: Genética Molecular (eds. Arana, J.), Proceedings of International Symposium on Molecular Genetics, Banco de

- Bilbao y Instituto de Ciencias del Hombre, 1983, Fundación Instituto de Ciencias del Hombre, Madrid, 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, pp. 39-43, Pergamon Press, London.
 - 199. Mar, A., Dworkin, J., Oró, J., 1987. Non-enzymatic Synthesis of the Co-enzymes, Uridine Diphosphate Glucose and Cytidine Diphosphate Choline, and Other Phosphorylated Metabolic Intermediates. *Origins of Life* 187: 307-319.
 - 200. Rao, M., Eichberg, J., Oró, J., 1987. Synthesis of Phosphatidylethanolamine under Possible Primitive Earth Conditions. *J. Mol. Evol.* 25: 1-6.
 - 201. Lazcano, A., Fastag, J., Gariglio, P., Ramírez, C., Oró, J., 1988. On the Early Evolution of RNA Polymerase. *J. Mol. Evol.* 27: 365-376.
 - 202. Lazcano, A., Guerrero, R., Margulis, L., Oró, J., 1988. The Evolutionary Transfer from RNA to DNA in Early Cells. *J. Mol. Evol.* 27: 283-290.
 - 203. Oró, J., 1988. Constraints Imposed by Cosmic Evolution Towards the Development of Life. A: Bioastronomy-The Next Steps (G. Marx, ed.), Kluwer Academic Publishers, pp. 161-165.
 - 204. Oró, J., 1989. Chemical evolution: A Solar System perspective. A Exobiology and Future Mars Missions, Proceedings of «Mars Sample Return Workshop», Nov. 16-18, 1987. NASA Conference Publication 10027, pp. 46-49.
 - 205. Oró, J. and Mills, T., 1989. Chemical Evolution of Primitive Solar System Bodies. *Adv. Space Res.* 9, No. 2, pp. 105-120.
 - 206. Oró, J., 1989. Los avances en la Investigación Científica del Espacio, a: Diez Años de Democracia en España 1976-1986. Tibidado Ediciones, S.A., Barcelona, Spain, pp. 69-84.
 - 207. Shen, C., Yang, L., Miller, S. L. and Oró, J., 1990. Prebiotic Synthesis of Histidine. *J. Mol. Evol.* 31: 167-174.
 - 208. Shen, C., Mills, T. and Oró, J., 1990. Prebiotic Synthesis of Histidyl-Histidine. *J. Mol. Evol.* 31: 175-179.
 - 209. Lazcano, A., Valverde, V., Fastag, J., Gariglio, P., Ramirez, C. and Oró, J., 1990. Molecular Evolution of Nucleic Acid Polymerases. A: Prebiological Self Organization of Matter (Ponnamperuma, C. and Eirich, F. R., Eds.). Hampton, VA: A. Deepak Publishing, pp. 219-234.

210. Llaca, V., Silva, E., Lazcano, A., Rangel, L. M., Gariglio, P. and Oró, J., 1990. In Search of the Ancestral RNA Polymerase: An experimental approach. A: Prebiological Self Organization of Matter (Ponnamperuma, C. and Eirich, F. R., Eds.). Hampton, VA: A. Deepak Publishing, pp. 247-260.
211. Oró, J., and Lazcano, A., 1990. A Holistic Precellular Organization Model. In: Prebiological Self Organization of Matter (Ponnamperuma, C. and Eirich, F. R., Eds.). Hampton, VA: A. Deepak Publishing, pp. 11-34.
212. Oró, J., Miller, S. L. and Lazcano, A., 1990. The Origin and Early Evolution of Life on Earth. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences* 18: 317-356.
213. Shen, C., Lazcano, A. and Oró, J., 1990. The Enhancement Effects of Histidyl-Histidine in Some Prebiotic Reactions. *J. Mol. Evol.* 31: 445-452.
214. Baeza, I., Ibanez, M., Santiago, J. C., Argüello, C., Wong, C., and Oró, J., 1990. Diffusion of Mn⁺⁺ into Liposomes Mediated by Phosphatidate and Monitored by the Activation of an Encapsulated Enzymatic System. *J. Mol. Evol.* 31: 453-461.
215. Clark, B., Gardner, W., and Oró, J., 1990. Specific-Electrode Measurement of Chemical Properties of the Martian Soil. A: Exobiology on Mars (DeVincenzi, D. L., Marshall, J. R. and Anderson, D., Eds.). NASA Conference Publication 10055, pp. 7-9.
216. Nier, A., Oró, J., Des Marais, D., and Rushneck, D., 1990. The Detection of Organics and Volatiles with Mass Spectrometry. A: Exobiology on Mars (DeVincenzi, D. L., Marshall, J. R., and Anderson, D., Eds.). NASA Conference Publication 10055, pp. 17-21.
217. Oró, J., 1990. Origen y Evolución de la Vida. A: Investigación y Universidad, C. Bach Piella (coord.) I.C.E. de la Universidad de Córdoba, Adisur, Córdoba, pp. 55-80.
218. Kleins, H. P., 1990. (Oró, J. un dels membres). Committee on Planetary Biology and Chemical Evolution. The Search for life's origins: Progress and future directions in planetary biology and chemical evolution. The National Academy of Sciences. National Academy Press, Washington, D. C., pp. 148.
219. Oró, J. and Berry, J. M., 1990. Comets and the Origin of Life. A: Aerospace Research in Biology and Medicine. Proceedings of a Symposium held in Barcelona, June 26-27, 1987, J. Oró and J. Miquel (eds.), Fundació «La Caixa,» pp. 53-70.

220. Oró, J., 1991. Origen y Evolución de la Vida. A: «Nuestros Orígenes: El Universo, la Vida, el Hombre» (En homenaje a Severo Ochoa), Antonio Fernández-Rañada (ed.), Fundación Ramón Areces, pp. 167-199.
221. Mar, A. and 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.
222. Wong, C., Santiago, J. C., Rodriguez-Paez, L., Ibañez, M., Baeza, I., and Oró, J., 1991. Synthesis of Putrescine Under Possible Primitive Earth Conditions. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 21: 145-156.
223. Oró, J. and Lazcano, A., 1991. On the Origin and Early Evolution of biological Catalysis and other Studies on Chemical Evolution. A: NASA Conference Publication: 3129, p. 53.
224. Oró, J., Blade, A., Farran, J., and Reales, L., 1991. Scientific Research in Catalonia, a: *Contemporary Catalonia in Spain and Europe: Gaspar de Portolà Catalonian Studies Program*. University of California, Berkeley, M. Azevedo (ed.), pp. 128-138.
225. Oró, J., Mills, T., Lazcano, A., 1992. The Cometary Contribution to Prebiotic Chemistry. *Adv. Space Res.* Vol. 12, No. 4, pp (4) 33- (4) 41.
226. Lazcano, A., Llaca, V., Cappello, R., Valverde, V., and Oró, J., 1992. The Origin and Early Evolution of Nucleic Acid Polymerases. *Adv. Space Res.* Vol. 12, No. 4, pp. (4)207-(4)216.
227. Oró, J., Horneck, G., Greenberg, J. M., Raulin, F., Schwartz, A. W., Dose, K., and Friedmann, E. I., 1992. Life Sciences and Space Research XXIV (3), Planetary Biology and the Origins of Life. *Adv. Space Res.* Vol. 12, No. 4, pp. 288.
228. Baeza, I., Ibañez, M., Wong, C., Chavez, P., Gariglio, P., and Oró, J., 1992. Possible Prebiotic Significance of Polyamines in the Condensation, Protection, Encapsulation and Biological Properties of DNA. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 21: 225-242.
229. Oró, J. and Lazcano, A., 1992. Recent Advances in Chemical Evolution and the Origins of Life. *Acta Astronautica* Vol. 26, No. 3/4, pp. 157-158.
230. Lazcano, A., Valverde, V., Greco-Hernandez, Gariglio, P., Fox, G. E., and Oró, J., 1992. On the Early Emergence of Reverse Transcription: Theoretical Basis and Experimental Aspects. *Journal of Molecular Evolution* 35: 524-536.

231. Velasco, A. M., Medrano, L., Lazcano, A., and Oró, J., 1992. A Redefinition of the Asp-Asp Domain of Reverse Transcriptases. *Journal of Molecular Evolution* 35: 551-556.
232. Oró, J., Mills, T., and Lazcano, A., 1992. Comets and the Formation of Biochemical Compounds on the Primitive Earth-A Review. *Origins of Life and Evolution of the Biosphere* 21: 267-277.
233. Lazcano, A., Fox, G., and Oró, J., 1992. Life before DNA: The Origin and Evolution of Early Archean Cells. A: *The Evolution of Metabolic Function* (The Telford Press, Caldwell, N. J.), R. P. Mortlock (ed.), pp. 237-295.
234. Oró, J., Squyres, S. W., Reynolds, R. T., and Mills, T. M., 1992. Chapter V Europa: Prospects for an ocean and Exobiological Implications. A: *Exobiology in Solar System Exploration*, NASA Special Publication 512, G. C. Carle, D. E. Schwartz, J. L. Huntington (eds.), pp. 103-125.
235. Oró, J., 1992. La Ciencia y el Hombre en el umbral del Siglo XXI. A: *En el Umbral del Tercer Milenio*, S. Grisolia, et al., (eds.), Tabapress S. A., pp. 183-192.
236. Oró, J., 1993. Evolution of Life and Extension of Man's Life Expectancy. A: La Enfermedad de Alzheimer y Otras Demencias Afines, M. Boada and M. A. Selmes (eds.), 4th Conference SYTED 91. June 10-14, 1991, Barcelona, (Fundación Alzheimer España, Madrid) pp. 105-107.
237. Baumann, U. and 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: Early Life on Earth: Nobel Symposium No. 84, Columbia University Press, New York, Bengtson, S. (ed.), pp. 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, Ediciones UPC. Universitat Politècnica de Catalunya, Barcelona, pp. 1-17.
240. Oró, J., 1994. Chemical Synthesis of Lipids and the Origin of Life. *Journal of Biological Physics*, Vol. 20, pp. 135-147.
241. Oró, J., 1995. The Chemical & Biological Basis of Intelligent Terrestrial Life from an Evolutionary Perspective. A: Progress in the Search for Extraterrestrial Life, S. Shostak (ed.), San Francisco: ASP Conference Series, Vol. 74, pp. 121-133.

242. Oró, J., 1995. From Hydrogen to Life and Man. A: Federico Mayor Amicorum Liber (Solidarité, égalité, liberté). Dedicated to Dr. Federico Mayor Zaragoza's 60th Anniversary, K. M. Baye and K. Vasak (eds.), Bruylant, Bruxelles, Vol. 2, pp. 1051-1090.
243. Lazcano, A., Díaz-Villagómez, E., Mills, T. and Oró, J. 1995. On the Levels of Enzymatic Substrate Specificity: Implications for the Early Evolution of Metabolic Pathways. *Adv. Space Res.*, Vol. 15, No. 3, pp. 345-356.
244. Oró, J., Mills, T. and Lazcano, A. 1995. Comets and Life in the Universe. *Adv. Space Res.* Vol. 15, No. 3, pp. 81-90.
245. Oró, J., 1995 A. I. Oparin: Personal Encounters and Reminiscences. A: Evolutionary Biochemistry and Related Areas of Physicochemical Biology, *Dedicated to the Memory of Academician A. I. Oparin.*, B. L. Poglazov et al., (eds.), Bach Institute of Biochemistry and ANKO, Moscow, pp. 25-40.
246. Oró, J., 1995. From Cosmochemistry to Life and Man. A: Evolutionary Biochemistry and Related Areas of Physicochemical Biology, *Dedicated to the Memory of Academician A. I. Oparin.*, B. L. Poglazov et al., (eds.), Bach Institute of Biochemistry and ANKO, Moscow, pp. 63-92.
247. Oró, J., 1995. Cosmochemical Evolution and the Origin of Life. *Microbiología SEM*, Vol 11, No. 2, Sociedad Española de Microbiología, Madrid, pp. 145-160.
248. Oró, J., 1995. Evolución Cosmoquímica y Origen de la Vida. A: Orígenes de la Vida, En el Centenario de Aleksandr Ivanovich Oparin, F. Morán, J. Peretó and A. Moreno (eds.), Editorial Complutense, Madrid, pp. 321-335.
249. Oró, J., 1996. Cosmic Evolution, Life and Man. A: Chemical Evolution: Physics of the Origin and Evolution of Life, J. Chela-Flores and F. Raulin (eds.), Kluwer Academic Publishers, Netherlands, pp. 3-19.
250. Oró, J., 1996. Planetary Formation of Biochemical Molecules-The Role of Comets. A: Circumstellar Habitable Zones - Proceedings of the First International Conference. Travis House Publications (in press).
251. Oró, J. and Lazcano, A., 1996. Comets and the Origins and Evolution of Life: A Scientific and Historical Introduction. A: Comets and the Origins and Evolution of Life, Springer Verlag, New York, P. J. Thomas, C. F. Chyba, and C. P. McKay (eds.). (En premsa).

9. RESUMS DE COMUNICACIONS A REUNIONS DE SOCIETATS CIENTÍFIQUES

1. Oró, J., Rappoport, D. A., and Collins, V. P., Formate Metabolism in Isolated Jejunum in the Presence of 4-Amino-5-imidazole-Carboxamide and Homocysteine, A. Chem. Soc., Div. of Biol. Chem., Abstracts, 126th Meeting, New York (1954) p. 17 C.
2. Rappoport, D. A., Oró, J., and Collins, V. P., Pathway of Formate Oxidation by Animal Tissues, Federation Proc. 14, 381 (1955).
3. Oró, J., A Possible Pathway for the Natural Synthesis of Glycine and Glycynamide, Am. Chem. Soc., Div. of Biol. Chem., Abstracts, 130th Meeting, Atlantic City (1956) p. 16 C.
4. Oró, J., and Guidry, Carlton L., Direct Polymerization of Glycine, Am. Chem. Soc., Div. of Biol. Chem. Abstracts, 135th Meeting, Boston (1956) p. 60 C.
5. Zlatkis, A., and Oró, J., A New Approach to Amino Acid Analysis, Am. Chem. Soc., Div. of Biol. Chem., Abstracts, 133rd Meeting, San Francisco (1958) p. 13 C.
6. Oró, J., Possible Geochemical Synthesis of Purines on the Primitive Earth, American Geological Society, 5th Meeting, Denver, (1960) p. 171.
7. Oró, J., and Kimball, A. P., Synthesis of Purines and Imidazoles Under Possible Primitive Earth Conditions, Am. Chem. Soc., Div. of Biol. Chem., Abstracts, 138th Meeting, New York (1960) p. 25 C.
8. Oró, J. and Zlatkis, A., A New Approach to Amino Acid Analysis, Amer. Chem. Soc., Div. of Biol. Chem., Abstracts, 138th Meeting, New York (1960) p. 25 C.
9. Oró, J., and Kimball, A. P., Direct Synthesis of Purines from Amino Acids, Federation Proc. 19, 314 (1960).
10. Oró, J., Formation of Purines Under Possible Primitive Earth Conditions, Federation Proc. 20, 352 (1961).
11. Oró, J., Formation of Purines Under Possible Primitive Earth Conditions, V International Congress of Biochemistry, Moscow, 1961. Abstr. of Comms., p. 503, Pergamon Press, London (1961).
12. Oró, J., 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, May 1 (1962) p. 8.
13. Oró, J., and Cox, A. C., Non-Enzymatic Synthesis of Deoxyribose, Federation Proc. 25, 80 (1962).
 14. Noonan, D. W., and Oró, J., Polypeptide Synthesis by Means of Polyphosphate Esters. Protein Symposium, American Chemical Society, Southwest Regional Meeting, Dec. 5-7. Shamrock Hilton Hotel, Houston, Texas (1963).
 15. Oró, J., Non-enzymatic Formation of Purines and Pyrimidines, Federation Proc. 22, 681 (1963).
 16. Oró, J., and Noonan, D. W., Non-enzymatic Polypeptide Synthesis by Means of Polyphosphate Esters. VI International Congress of Biochemistry, New York, 1964. Intern. Un. Biochem. 32, 171 (1964).
 17. Oró, J., and Noonan, D. W. Hydrocarbons of Biological Origin in Sediments about Two Billion Years Old. Federation Proc. 24, 633 (1965).
 18. Oró, J., Comparative Study of the Hydrocarbons in the Orgueil, Murray and Mokoia Meteorites. 27th Annual Meeting of Meteoritical Society, Oct. 30-Nov. 1, 1964, Arizona State University, Tempe, Ariz., p. 13 (1965).
 19. Oró, J., and Noonan, D. W., Hydrocarbons in Lipid Extracts of Algal Mats, Federation Proc. 25, 786 (1966).
 20. Doctor, V. M. and Oró, J., Non-enzymatic Transamination of Histidine and -Keto Acids, Federation Proc. 26, 833 (1967).
 21. Oró, J., Meteorites, Precambrian Sediments and Life. Seventh International Congress of Biochemistry, Tokyo, Abstr. III, 485-486 (1967).
 22. Oró, J., Reports and Comments in «First Conference on Origins of Life,» (The New York Academy of Sciences, Interdisciplinary Communications Program) Princeton, N. J., p. 62, 202, 204, 326, May (1967).
 23. Oró, J., Tornabene, T. G., and Gelpi, E., Hydrocarbons and Fatty Acids of Marine and Terrestrial Microorganisms. Organic Geochemistry in the Oceans I-Geochemical Society Symposium, New Orleans, La., Nov. 20-22, p. 169 (1967).
 24. Oró, J., and Noonan, D. W., Aliphatic Hydrocarbons in Graphite-Troilite Nodules of the Odessa and Canyon Diablo Meteorites. 30th Annual Meeting of the Meteoritical Society, Moffett Field, California, NASA Ames Research Center, October 25-27 (1967).
 25. Oró, J., Sistemas Combinados de Cromatografía Gaseosa y Espectrometría

- de Masa para Análisis Compuestos Bioquímicos. IV Congreso Nacional de Bioquímicos Españoles, Granada, 27-30 març, 1967. Resumen de las Comunicaciones, p. 56 (1967).
26. Oró, J., Incorporation of ^{14}C -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, B: 19-20 (1968).
 27. Oró, J., and Gelpi, E., Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Studies on the Isoprenoids and Other Isomeric Alkanes in Meteorites, Proceedings of the International Symposium on Meteorite Research, Vienna, Austria (1968).
 28. Updegrove, W. S., and Oró, J., 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, Belgrade, Yugoslavia, September (1967).
 29. Oró, J., Analysis of Hydrocarbons and Carbon Isotopic Ratios of Meteorites. Abstracts, Group for the Analysis of Carbon Compounds in Carbonaceous Chondrites and the Returned Lunar Sample, p. 7, Arizona State University, Tempe, Ariz., Dec. 5-6 (1968).
 30. Laseter, J. L., Weber, D. J., and Oró, J., Biosynthesis of Wax Components in *Brassica oleracea*, International Symposium on Phytochemistry (1968).
 31. Updegrove, W. S., Flory, D., Wilkin, Koenig, W., Waldrep, S., and Oró, J., Precision in Medium Resolution Mass Spectrometry Measured with Perfluorokerosene. Official Program of American Chemical Society Meeting, Dec. 5-7 (1968), Austin, Tex., 40 A.
 32. Updegrove, W. S., Flory, D., Wilkin, R., Schneider, H., and Oró, J., Carbon Isotope Mass Spectrometry of Organic Geochemical Samples. Official Program of American Chemical Society Meeting, Austin, Tex., Dec. 5-7, p. 40 A (1968).
 33. Schneider, H., Mann, J., and Oró, J., Lipids in Microscopic Algae. I: The Occurrence of Paraffins and Olefins. Official Program of American Chemical Society, Austin, Tex., Dec. 5-7, p. 59 A (1968).
 34. Gelpi, E., Oró, J., Lipids in Microscopic Algae. II: Structural Characterization of Hydrocarbons and Fatty Acids. Official Program American Chemical Society, Austin, Tex., Dec. 5-7, p. 59 A (1968).

35. Nakaparksin, S., Gil-Av, E., and Oró, J., Gas Chromatography with Optically Active Stationary Phases: The Study of Racemization of Amino Acids in Acid Solution. Official Program American Chemical Society, p. 75 A, Austin, Texas, Dec. 5-7, (1968).
36. Oró, J., Birrell, P., Nakaparksin, S., and Gil-Av, E., Gas Chromatography with Optically Active Stationary Phases. Resolution of Amino Acid Esters. Official Program American Chemical Society, p. 75 A, Austin, Texas, Dec. 5-7 (1968).
37. Flory, D., Updegrove, D., Wilson, R., and Oró, J., Applications of Stable Isotope Mass Spectrometry to Biogeochemical Problems, Official Program American Chemical Society, p. 75 A, Austin, Texas, Dec. 5-7 (1968).
38. Ibanez, J., Scheltgen, E., Kimball, A. P., and Oró, J., Deoxyribo-nucleotide Polymerization by Cyanamide, Official Program American Chemical Society, p. 75 A, Austin, Texas, Dec. 5-7 (1968).
39. McReynolds, J., Birrell, P., Furlong, N., Scheltgen, E., Kimball, A. P., and Oró, J., Polymerization of Deoxyribo-nucleotides by Ultraviolet Light. Official Program American Chemical Society, p. 75 A, Austin, Texas, Dec. 5-7 (1968).
40. Oró, J., and Gelpi, E., Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Studies on the Isoprenoids and Other Isomeric Alkanes in Meteorites. Intern. Symposium on Meteorite Research, Aug. 7-13, Vienna, Austria (1968).
41. Oró, J., Schneider, H., Gelpi, E., and Mann, J., Hydrocarbons in Geologically Important Algae. XI Intern. Botanical Congress, p. 164, Seattle, Wash., Aug. 24- Sept. 2 (1969).
42. Oró, J., and Gelpi, E., A Discussion of the Interpretation of Organic Analytical Data—Biogenic or Non-Biogenic. Abstract. Geological Society of America, p. 167-168, Atlantic City, N. J., Nov. 10-12 (1969).
43. Koenig, W., Parr, W., Lichtenstein, H., Bayer, E., and Oró, J., Gas Chromatography of Amino Acid Enantiomers on New Optically Active Stationary Phases. Third Intern. Biophysics Congress, p. 162, Cambridge, Mass., Aug. 29-Sept. 3 (1969).
44. Lichtenstein, H., Parr, W., Koenig, W., and Oró, J., Amino Acid Enantiomers in Biological Systems: Gas Chromatography Using Optically Active Stationary Phases. Third Intern. Biophysics Congress, p. 161, Cambridge, Mass., Aug. 29-Sept. 3 (1969).

45. Ibanez, J., Oró, J., and Kimball, A. P. Possible Prebiotic Synthesis of Amino Acids and Oligodeoxyribonucleotides. American Chemical Society Southwest Regional Meeting, Abstract, p. 60, Tulsa, Okla., Dec. 4-6 (1969).
46. Oró, J., Nooner, D., Gelpi, E., and Gibert, J., 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, Calif., June 14-19 (1970).
47. Oró, J., and Gelpi, E., Organic Analysis of the Pueblito de Allende Meteorite. The Meteoritical Society, 32nd Annual Meeting, Houston, Texas, Oct. 29-31 (1969).
48. Oró, J., and Gelpi, E., 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 Abstract No. 52, Minn., April 13-18 (1969).
49. Oró, J., Organic Matter in Lunar Samples. 159th American Chemical Society National Meeting, Division of Physical and Nuclear Chemistry, Houston, Texas, Feb. 22-27 (1970).
50. Flory, D., and Oró, J., Stable Carbon Isotope Ratios in Meteoritic Organic Matter. International Conference on Mass Spectroscopy, Kyoto, Japan, Sept. 8-12 (1969).
51. Simmonds, P. G., Bauman, A. J., Bollin, E. M., Gelpi, E., and Oró, J., Organic Analysis of the Unextractable Fraction of the Pueblito de Allende Meteorite. Evidence for Its Indigenous Nature. Abstracts, Group for the Analysis of the Carbon Compounds in Carbonaceous Chondrites and the Returned Lunar Sample. University of Maryland, MD., Nov. 7-8 (1969).
52. Gibert, J. M., Lichtenstein, H., Wikstrom, S., Flory, D., and Oró, J., Extraterrestrial (Non-Biological?) Protein and Non-Protein Amino Acids. V National Congress of Biochemistry, Barcelona, p. 91, June 7-10 (1971).
53. Gelpi, E., Gibert, J. M., and Oró, J., Analysis of Amino Acids and Bioactive Peptides by Gas Chromatography and Mass Spectrometry. V National Congress of Biochemistry, Barcelona, p. 16, June 7-10 (1971).
54. Flory, D. A., Wikstrom, S., Gupta, S., Gibert, J. M., and Oró, J., 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 (1972).

55. Stephen-Sherwood, E., Wikstrom, S., Lichtenstein, H., Flory, D. A. and Oró, J. Gas Chromatic-Mass Spectrometric Analysis of the Volatile Components in the Urine of Tumor Bearing Swiss Albino Mice. Proceedings of 2nd Duran Reynals International Symposium: Viral Replication and Cancer, No. 34, Barcelona, Spain, June 21-23, (1973).
56. Oró, J., and Stephen-Sherwood, E. The Prebiotic Synthesis of Nucleic Acid Components and Oligonucleotides. Proceedings of 4th International Conference on the Origin of Life, No. 17, Barcelona, June 25-28 (1973).
57. Flory, Donald A., and Oró, J., Organic Contamination Problems in the Viking Molecular Analysis Experiment. Proceedings of 4th International Conference on the Origin of Life, No. 44, Barcelona, June 25-28 (1973).
58. Navarro, D., Yuasa, S., Wikstrom, S., and Oró, J. Organic Compound Synthesis on a Lunar-type Gas Mixture. Proceedings of 4th International Conference on the Origin of Life, No. 76, Barcelona, June 25-28 (1973).
59. Yuasa, S., and Oró, J., Role of Weak Bases on the Prebiotic Formation of Heterocyclic Compounds. Proceedings of 4th International Conference on the Origin of Life, Barcelona, June 25-28 (1973).
60. Stephen-Sherwood, E., Odom, D. G. and Oró, J., Prebiotic Condensation of Deoxymononucleotides by AICA and Cyanamide. Proceedings of 4th International Conference on the Origin of Life, No. 96, Barcelona, June 25-28, (1973).
61. Nooner, D. W. and Oró, J., 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, June 25-28 (1973).
62. Stephen-Sherwood, E., Nooner, D. W. and Oró, J., Condensation of Amino Acids in a System Containing 4-Amino-5-Imidazole Carboxyamide, Cyanamide and Adenosine-5'-Triphosphate. *Fed. Proc.* 33, No. 5, Part II, Biochemistry/Biophysics Meeting, Minneapolis, Minn., June 2-7 (1974).
63. Oró, J. and Stephen-Sherwood, E., Abiotic Origin of Biopolymers, Proceedings of International Symposium on the Origin of Life, Moscow, August 1-8 (1974).
64. Nooner, D. W. and Oró, J., Synthesis of Aliphatic and Aromatic Hydrocarbons by Closed System Fischer-Tropsch Processes. Abstract No. 280, 30th

Southwest Regional ACS Meeting, American Chemical Society, Dec. 9-11, Astroworld Hotel, Houston, Texas (1974).

65. Lovett, A. M., Sherwood, E. and Oró, J. Application of GC-MS in the Analysis of Volatile Compounds in Urine and Ascitic Fluid of Normal and Tumor Bearing Mice. 23rd ASMS Meeting, American Society for Mass Spectrometry, May 22-24, Houston, Texas (1975).
66. Nooner, D. W., Gibert, J. M., de Andrade-Bruning, I.M.R. and Oró, J. Hydrocarbons and Fatty Acids in Oil Shale of Permian Irati Formation. Abstracts, Chemical Evolution of the Precambrian. College Park Colloquia on Chemical Evolution, p. 17, October 29-November 1 (1975).
67. Oró, J. Avances Recientes en Evolución Química, Simposio sobre Evolución Molecular y Biológica. Abstracts, p. 19-20. Univ. Autónoma de Barcelona, Barcelona, (1975).
68. Odom, D. and Oró, J. Prebiotic Oligonucleotide Synthesis: Tidal Washing at 60 C *Fred. Proc.* 35, No. 7, p. 1488. Abstract No. 661. Federation of American Societies for Experimental Biology, 60th Annual Meeting, April 11-16, Anaheim, California (1976).
69. Leach, W., D. W. Nooner and J. Oró, 1977. Abiotic Synthesis of Fatty Acids. Abstracts, 2nd ISSOL Meeting and Vth International Conferences on the Origin of Life, Kyoto, Japan, April 5-10 (1977), No. I-C-13, p. 7.
70. Sherwood, E. and J. Oró, 1977. A Unified Condensation System for the Prebiotic Synthesis of Glycerides, Peptides and Oligodeoxynucleotides. Abstracts, 2nd ISSOL Meeting and Vth International Conference on the Origin of Life, Kyoto, Japan, April 5-10 (1977) No. I-C-15, p. 7.
71. Oró, J., 1977. Chemistry of the Martian Surface and Atmosphere. Results from the Viking Mission. Abstracts, 2nd ISSOL Meeting and Vth International Conference on the Origin of Life, Kyoto, Japan, April 5-10 (1977), No. II-E-3, p. 41.
72. Biemann, K., D. Anderson, L. Orgel, J. Oró, P. Simmonds and P. Toulmin III, 1977. The Search for Organic and Inorganic Volatile Compounds in the Surface of Mars by Viking 1 and 2. Abstract XXth COSPAR Meeting and Associated Symposia, Tel Aviv, Israel, June 7-18 (1977), C. 3.6., p. 125.
73. Oró, J., E. Sherwood, J. Eichberg and D. Epps, 1977. Stages of Chemical and Early Biological Evolution. Abstracts, Evolution of Light Trapping Systems Seminar, Honolulu, Hawaii, Dec. 13-17 (1977).

74. Nooner, D. W. and J. Oró, 1978. Synthesis of Fatty Acids in a Closed System Fischer-Tropsch Process. Abstracts, 175th ACS National Meeting, Anaheim, Calif., March 12-17 (1978), PETRO 36.
75. Epps, D., E. Sherwood, J. Oró and J. Eichberg, 1978. Prebiotic Synthesis of Acylglycerols and Phospholipids Mediated by Cyanamide. Abstracts, American Society of Biological Chemists, Atlanta, Ga., June 5-8, 1978.
76. Oró, J. and G. Holzer, 1978. Degradation of Organic Compounds Under Simulated Martian Conditions. XXI COSPAR Meeting, Innsbruck, Austria, May 29-June 1, 1978.
77. Giner-Sorolla, A., and J. Oró, 1978. The Emergence of Carcinogens During Chemical and Biological Evolution. Abstracts, International Conference on Cancer, Buenos Aires, October (1978).
78. Tornabene, T. G., G. Holzer and J. Oró, 1978. The Neutral Lipid Composition of Eleven Species of Archaebacteria: Significance to Early Biological Evolution. Abstracts. College Park Colloquium, «Chemical Evolution-Limits of Life», College Park, Maryland, October 18-20 (1978).
79. Lazcano-Araujo, A., J. Oró, G. Holzer, 1978. Evolución Química de la Atmosfera Primitiva de la Tierra. Programa del XXI Congreso Nacional de Investigación en Física, Puebla, México, Noviembre 27- Diciembre 10 (1978), p. 186.
80. Oró, J., G. Holzer, 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. COSPAR XXI Plenary Meeting, Innsbruck, Austria, May 29-June 10 (1978). Abstract V. 1. 8. , 413-414.
81. Oró, J., G. Holzer, A. Lazcano, 1978. Organic Geochemistry, Comets and Life. Proceedings of Workshop «Experimental Approaches to Comets». Lunar and Planetary Institute, Houston, Texas. Sept. 6-13 (1978).
82. Odom, D., M. Rao, J. Oró, 1979. Asociation of Deoxynucleotides with Homometallic Clays. AAAS Annual Meeting, January 3-9 (1979), Houston, Texas.
83. Oró, J., Holzer, G., Lazcano, A., 1979. The Contribution of Cometary Volatiles to the Primitive Earth. Proceedings of COSPAR XXII Plenary Meeting, Bangalore, India, May 29-June 9 (1979), Abstract V. 3.5., 215.
84. Rao, M., D. G. Odom, J. Oró, 1979. Association of Nucleotides and Clays.

Proceedings of COSPAR XXII Plenary Meeting, Bangalore, India, May 29-June 9 (1979), Abstract V. 4.6, 221.

85. Oró, J. The Evolution of the Earth's Atmosphere and the Emergence of Life. Proceedings of Workshop «Comparative Planetary Environments», Blanes (Gerona) Spain, June 9 (1979).
86. Holzer, G., J. Oró, T. G. Tornabene, 1979. Analysis and Geochemical Significance of the Neutral Lipids Isolated from Methanogenic and Thermoacidophilic Bacteria. Abstracts, EXPOCHEM, Houston, Texas, October 22-25 (1979).
87. Oró, J., G. Holzer, E. Sherwood, T. G. Tornabene, 1980. Membrane Lipids and the Origin of Life, Abstract, Sixth International Conference on the Origins of Life, Jerusalem, June 23-27, 1980, p. 70.
88. Hawker, J. R., Jr., K. A. Rewers, J. Oró, 1980. Cyanamide Mediated Synthesis of Leu, Ala and Phe Peptides Under Plausible Primitive Earth Conditions. Abstract. Sixth International Conference on the Origins of Life, Jerusalem, June 23-27 (1980), p. 45.
89. Giner-Sorolla, A., and J. Oró, 1980. Mutagens and Carcinogens: Occurrence and Role During Chemical and Biological Evolution. Sixth International Conference on the Origin of Life, Jerusalem, June 23-27 (1980), p. 64.
90. Albaiges, J., J. Oró, 1980. Identificación y Significado Geo-químico de Componentes de Origen Bacteriano en Muestras Sedimentarias. XVII Reunión Bienal, Real Sociedad Española de Física y Química, Burgos, Septiembre 29-Octubre 3 (1980), p. 290.
91. Oró, J., Albaiges, 1980. Col·loqui internacioal sobre l'organització de la Recerca científica. Quaderns de L'Obra Social, Museu de la Ciència, Barcelona, Vol. 7, 22-23, (1980).
92. Oró, J., D. Odom, A. Lazcano-Araujo, 1981. Constraints for the Emergence of Life in the Solar System. Exobiology Colloquium, Catholic University of Nijmegen, The Netherlands, September 28-29 (1981).
93. Oró, J., D. Odom, 1981. Criteria for the Emergence and Evolution of Life in the Solar System. College Park Colloquium, University of Maryland, College Park, MD, October 5-7 (1981).
94. Odom, D. G., T. Yamrom, J. Oró, 1982. Oligonucleotide Synthesis in a Cycling System at Low Temperature by Cyanamide or a Water Soluble Carbo-

- diimide. 24th Meeting, COSPAR, Ottawa, Canada, May 24-25 (1982).
95. Oró, J., D. Odom, A. Lazcano-Araujo, 1982. Organic Cosmochemistry and Chemical Evolution. 24th Meeting, COSPAR, Ottawa, Canada, May 24-25 (1983).
 96. Oró, J., 1982. Role of Exobiological Science in the Future of Solar System Exploration. First Symposium on Chemical Evolution and the Origin and Evolution of Life, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA, August 3 (1982).
 97. Oró, J. Cyanamide Mediated Prebiological Synthesis of Phospholipids, Oligopeptides and Oligonucleotides. First Symposium on Chemical Evolution of Life, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA, August 3 (1982).
 98. Oró, J., A. Lazcano-Araujo, 1982. Comets, Organic Cosmochemistry and the Origin of Life on Earth. College Park Colloquium, University of Maryland, College Park, MD, Oct. 5-7 (1982).
 99. Oró, J., 1982. T. Yamrom, S. Cortes, 1983. The Prebiotic Synthesis of Imidazoles and their Catalytic Role in the Synthesis of Oligonucleotides. ABSTRACTS. 7th Annual Meeting, American Society of Biological Chemists, June 5-9 (1983) San Francisco, CA No. 987, p. 1926.
 100. Oró, J., 1983. Cosmochemical Evolution and the Origin of Life, Council of Europe Summer School, University of Nijmegen, The Netherlands, July 3-8 (1983).
 101. Oró, J., T. Yamrom, S. Cortes, B. Basile, 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, Germany, July 10-16 (1983).
 102. Oró, J., 1983. Major Chemical Evolutionary Phases for the Emergence of Life in Planetary Systems. 34th Annual Congress of the International Astronautical Federation, CETI Program, Budapest, Hungary, October 9-15 (1983).
 103. Basile, Brenda, P., J. Oró, 1983. Highly Condensed Aromatic Hydrocarbons in the Murchison Meteorite. 1983 Pacific Conference on Chemistry and Spectroscopy, Pasadena, CA, October 26-28 (1983).
 104. Andrawes, F., Holzer, G., Roeder, E., Gibson, E., Oró, J., 1984. Gas Chro-

- matographic Analysis of Volatiles in Fluid and Gas Inclusions. Chromatography Meeting, New York, April (1984).
- 105. Basil, B., Middleditch, B. S., Oró, J., 1984. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in the Murchison Meteorite. Lunar Science Conference, Johnson Space Center, Houston, Texas, March 11-16 (1984).
 - 106. Oró, J., Basile, B., 1984. The Role of Interstellar, Cometary and Meteoritic Organic Molecules in Chemical Evolution. 25th COSPAR Plenary Meeting, Graz, Austria, June 25-July 7 (1984).
 - 107. Oró, J., Siddiqui, S., Basile, B. Radiation Biosynthesis of Alicyclic Isoprenoid Derivatives. 25th COSPAR Plenary Meeting, Graz, Austria, June 25-July 7 (1984).
 - 108. Oró, J., Basile, B., Yuasa, S., Flory, D., 1984. Abiotic Synthesis of Adenine and Other Heterocyclic Compounds by the Action of Electric Discharges. 25th COSPAR Plenary Meeting, Graz, Austria, June 25-July 7 (1984).
 - 109. Oró, J., 1984. What is a Minimal Living System? 25th COSPAR Plenary Meeting, Graz, Austria, June 25-July 7 (1984).
 - 110. Oró, J., 1984. Major Chemical Evolutionary Phases for the Emergence of Life in Planetary Systems. 35th Congress of the International Astronautical Federation, Lausanne, Switzerland, October 8-13 (1984). ABSTRACTS p. 252-255.
 - 111. Oró, J., 1984. Las Condiciones Minimas de un Ser Vivo y el Origen de la Vida, XI Congreso de la Sociedad Española de Bioquímica, Resúmenes de las Comunicaciones, Tenerife, 17-20 Septiembre (1984), C-3, 6-8.
 - 112. Oró, J., 1985. La Exploración Espacial y el Origen de la Vida. Fundación Areces, Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Madrid, Abril 17 (1985).
 - 113. Oró, J., 1985. Studies on the Origin of Life: What Can They Tell Us? NASA Lewis Research Center, Cleveland, Ohio, July 10 (1985).
 - 114. Oró, J., Armangue, G., Mar, A., 1985. The Principle of Cooperation and Life's Origin and Evolution. Second Symposium on Chemical Evolution and the Origin and Evolution of Life, NASA Ames Research Center, July 23-26 (1985).
 - 115. Baeza, I., Guerrero, R., Lazcano, A., Margulis, L., Oró, J., Wong, Carlos. RNA-Containing Liposomes: A Possible Model for Precellular Systems. Gordon Research Conferences, August 12-23 (1985), Andover, Mass.

116. Oró, J., 1985. Fundamental Attributes of a Molecular System Capable of Darwinian Evolution, Molecular Evolution of Life, September 8-12 (1985), Sodergarn, Lidingo, Sweden.
117. Oró, J., 1985. La Exploración Espacial y el Origen de la Vida. El Correo Español-El Pueblo Vasco, Bilbao, Octubre 8-9 (1985).
118. Oró, J., 1986. Comets and Life. Abstracts, Twenty-Sixth Plenary Meeting of the Committee on Space Research, June 20-July 11 (1986), Toulouse, France, 145.
119. Oró, J. and Lazcano, A., 1986. Abstracts, Twenty-Sixth Plenary Meeting of the Committee on Space Research, June 20-July 11 (1986), Toulouse, France, 309.
120. Berry, J. M. and Oró, J., 1986. Interstellar and Cometary Molecules: Prebiological Connections. Origins of Life and Evolution of the Biosphere. Abstracts Issue 1986 ISSOL Meeting, Vol. 16, Nos. 3/4, Berkeley, California (1986), pp. 221-222.
121. Shen, C., Yang, L., Miller, S. L., and Oró J., 1986. Prebiotic Synthesis of Imidazole-4-Acetaldehyde, Imidazole-4-Glycol and Imidazole-4-Ethanol. Abstracts Issue 1986 ISSOL Meeting, Vol. 16, Nos. 3/4, Berkeley, California (1986), pp. 275-276.
122. Katsigiannis, C., Mar, A., and Oró J., 1986. Prebiotic Synthesis of Purines from Metabolic Intermediates. Abstracts Issue 1986 ISSOL Meeting, Vol. 16, Nos. 3/4, Berkeley, California (1986), pp. 297-298.
123. de Llorens, R., Cuchillo, C. M., and Oró, J., 1986. Studies on the Synthetic Activity of Bovine Pancreatic Ribonuclease A and its Relevance to the Prebiotic Synthesis of Oligoribonucleotides. Abstracts Issue 1986 ISSOL Meeting, Vol. 16, Nos. 3/4, Berkeley, California (1986), pp. 313-314.
124. Baeza, I., Ibañez, M., Lazcano, A., Santiago, J. C., Wong, C., and Oró, J., 1986. Liposomes with Polyribonucleotides as Models of Precellular Systems. Abstracts Issue 1986 ISSOL Meeting, Vol. 16, Nos. 3/4, Berkeley, California, (1986), pp. 373-374.
125. Mar, A. O., Dworkin, J., Porbunderwalla, S., and Oró, J., 1986. Non-Enzymatic Synthesis of UDPG and Phosporylated Metabolic Intermediates. Abstracts Issue 1986 ISSOL Meeting, Vol. 16, Nos. 3/4, Berkeley, California, (1986), pp. 388-389.

126. Armangue, J., and Oró, J., 1986. Studies of the Non-Enzymatic Template-Directed Synthesis of Oligoguanylates. Abstracts Issue 1986 ISSOL Meeting, Vol. 16, Nos. 3/4, Berkeley, California, (1986), pp. 448-449.
127. Lazcano, A., Guerrero, R., Margulis, L., and Oró, J., 1986. RNA Prior to DNA: The Origin of Archean Cells. Abstracts Issue 1986 ISSOL Meeting, Vol. 16, Nos. 3/4, Berkeley, California, (1986), pp. 512-513.
128. Oró, J., 1989. Chemical evolution: a solar system perspective. Proceedings of NASA LPI Meeting, Milpitas, CA, January 14-16 (1989).
129. Oró, J., 1989. Martian oxidation processes and selection of ancient sedimentary samples for bio-organic analysis. Proceedings of Exobiology and Future Mars Missions NASA Meeting, March 23-25 (1989), Sunnyvale, CA, Abstract pp. 134-135.
130. Johnson, G. A., Marquez, C., Middleditch, B. S., Zlatkis, A. and Oró, J., 1990. 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, Prague, Czechoslovakia, July (1989), pp. 35-36.
131. Mar, A. and Oró, J., 1990. 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, Prague, Czechoslovakia, July (1989), pp. 42-43.
132. Shen, C., Yang, L., Miller, S. L., and Oró, J., 1989. Prebiotic synthesis of histidine and histidyl-histidine. Proceedings of the Sixth ISSOL Meeting and the Ninth International Conference on the Origins of Life, Prague, Czechoslovakia, July (1989), pp. 46-47.
133. Armangue, G., Mills, T. and Oró, J., 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, Prague, Czechoslovakia, July (1989), pp. 102-103.
134. Shen, C., Lazcano, A. and Oró, J., 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, Prague, Czechoslovakia, July (1989), pp. 202.
135. Lazcano, A., Gariglio, P., Orozco, E. and Oró, J., 1989. On the early evo-

- lution of reversed transcriptase. Proceedings of the Sixth Meeting of ISSOL and the Ninth International Conference on the Origins of Life, Prague, Czechoslovakia, July, (1989), pp. 166-167.
- 136. Lazcano, A., Llaca, V., Fox, G. E. and Oró, J., 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, Prague, Czechoslovakia (July), 1989, pp. 194-195.
 - 137. Llaca García, V., Lazcano Araujo, A., Fox, G. E. y Oró, J., 1989. Hacia una clasificación evolutiva de las RNA Polimerasas. Resúmenes del XX Congreso Nacional de Microbiología, Morelia, Michoacan, México, Abril 26-29 (1989), p. 28.
 - 138. Valverde, V., Hernandez, G., Oró, J., Lazcano, A. y Gariglio, P., 1989. Purificación parcial de la reverso transcriptasa del VIH-1. Resúmenes del II congreso Nacional sobre SIDA. México D. F., Nov. 13-16 (1989).
 - 139. Valverde, V., Hernandez, G., Oró, J., Gariglio, P. y Lazcano, A., 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. México, D. F., Nov. 13-16 (1989).
 - 140. Lazcano, A., Serrano, J., Gariglio, P. y Oró, J., 1989. Origen y evolucion de los retrovirus: el caso del SIDA. Resúmenes del II Congreso Nacional sobre SIDA. México, D. F., Nov. 13-16 (1989).
 - 141. Lazcano, A. y Oró, J., 1989. Origen y evolución de las polimerasas, Tercer Congreso Nacional de Biología Teórica y Fisicoquímica Biológica, Cuernavaca, México, Dec. 4-7 (1989).
 - 142. Oró, J., 1990. Origins and Primaeval Evolution of Life. A: Symposium on «Our Origins: a Tribute to Severo Ochoa», Oviedo, Spain, June 4-8 (1990).
 - 143. Lazcano, A. and Oró, J., 1990. The origin and early evolution of nucleic acid polymerases. A: Abstracts of the XXVIII COSPAR Plenary Meeting, The Hague, The Netherlands, June 24-29 (1990), pp. 247.
 - 144. Oró, J. and Lazcano, A., 1990. The cometary contribution to prebiotic chemistry. In: Abstracts of the COSPAR XXVIII Plenary Meeting, The Hague, The Netherlands, June 24-29 (1990), pp. 247.
 - 145. Oró, J. and Lazcano, A., 1990. On the origin and early evolution of biological catalysis and other studies on chemical evolution. In: Abstracts of the

- Fourth Symposium on Chemical Evolution and the Origin and Evolution
of Life NASA-Ames, Moffet Field, CA., July 24-27 (1990), pp. 42.
146. Oró, J. and Lazcano, A., 1990. Recent advances in chemical evolution and the origins of life. In: Abstracts of the 41st Congress of the International Astronautical Federation, Dresden, German Democratic Republic, October 8-12 (1990).
 147. Capello, R., Oró, J., and Lazcano, A., 1990. La secuencia Gly-Gly-Arg-Gly-Leu-Val-Asp: Un nuevo sitio funcional conservado en todas las RNA polimerasas DNA dependientes celulares. A: Resúmenes del XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Bioquímica, San Luis de Potosí, México, Noviembre 11-16, (1990), pp. 173.
 148. Valverde, V., Greco-Hernandez, Gariglio, P., Fox, G., Oró, J., and Lazcano, A., 1990. ¿Qué tan específicas son las reverso transcriptas? A: Resúmenes del XVIII Congreso Nacional de la Sociedad Mexicana de Bioquímica, San Luis de Potosí, México, Noviembre 11-16 (1990), pp. 173.
 149. Marquez, C., Hartmetz, C. P., Gibson, E. K., Jr., Oró, J., 1990. Volatile molecules produced from carbides of iron, calcium, and manganese by laser pulse. Lunar and Planetary Science Conference XXI: 734-735, March 12-16 (1990).
 150. Valverde Garduño V., Lazcano Araujo, A., Gariglio, P., and Oró, J., 1991. Interacción de reverso transcriptas virales con cationes divalentes. A: Resúmenes del XXII Congreso Nacional de Microbiología, Asociación Mexicana de Microbiología, Acapulco, México, p. 42, Mayo 21-24 (1990).
 151. Oró, J., Mills, T., and Lazcano, A., 1991. Comets and the formation of biochemical compounds on the primitive Earth: a reappraisal. In: Abstracts of the Conference on Comets and the Origins and Evolution of Life, University of Wisconsin, Eau Claire, p. 39, Sept. 30-Oct. 4 (1991).
 152. Velasco, A. M., Medrano, L., Oró, J., and Lazcano Araujo, A., 1991. Caracterización de un sitio funcional conservado en reverso transcriptas celulares y virales. A: Resúmenes del III Congreso Nacional de SIDA, México, D. F., Oct. 21-23 (1991).
 153. Valverde-Garduño, V., Lazcano Araujo, A., Oró, J., and Gariglio, P., 1991. Inhibición in vitro de la reverso transcriptasa del HIV-1. A: Resúmenes del III Congreso Nacional de SIDA, México, D. F., Oct. 21-23 (1991).

154. Oró, J., Mills, T., and Lazcano, A., 1992. Comets and Life in the Universe. World Space Congress (COSPAR), Washington D. C., August 28-Sept. 5 (1992).
155. Lazcano, A., Diaz, E., Greco-Hernandez, and Oró, J., 1992. Early evolution of enzymes. World Space Congress (COSPAR), Washington D. C., August 28-Sept. 5 (1992).
156. Baumann, U. and Oró, J., 1993. Three Stages During the Evolution of the Genetic Code. 7th ISSOL Meeting, 10th International Conference on the Origin of Life, Barcelona, July 4-9 (1993).
157. Díaz-Villagómez, E., Mills, T., Lazcano, A., and Oró, J., 1993. Early Evolution of Metabolic Pathways. 7th ISSOL Meeting, 10th International Conference on the Origin of Life, Barcelona (Catalonia), SPAIN, July 4-9 (1993).
158. Giner-Sorolla, A., and Oró, J., 1993. Purines: Their Role in Biopoiesis, Biological Evolution and Oncogenes. 7th ISSOL Meeting, 10th International Conference on the Origin of Life, Barcelona, July 4-9 (1993).
159. Francino, M. P., Ortega, R., Hernández, J. M., Pérez Rangel, A., Lazcano, A., and Oró J., 1993. On the Monophyletic Origin of Eubacterial, Archaeabacterial and Eukaryotic Polynucleotide Phosphorylase. 7th ISSOL Meeting, 10th International Conference on the Origin of Life, Barcelona (Catalonia), SPAIN, July 4-9 (1993).
160. Oró, J., 1993. The Chemical and Biological Basis of Intelligent Terrestrial Life. 1993 Bioastronomy Symposium, Progress in the Search for Extraterrestrial Life, Santa Cruz, CA, August 16-20 (1993).
161. Oró, J., 1994. Planetary Formation of Organics—The Role of Comets. First International Conference on Circumstellar Habitable Zones, NASA Ames Research Center, Moffett Field, CA, Jan. 19-21 (1994).
162. Oró, J., 1994. From Cosmochemistry to Life and Man. Closing Lecture presented on May 18, 1994 at the International Symposium «Biochemistry of the 21st Century: Problems and Frontiers,» devoted to the One Hundredth Anniversary of the Birth of A. I. Oparin, Moscow, RUSSIA, May 13-18 (1994).
163. Oró, J., 1994. Convivència entre l'home i la Ciència. Conferència al Col·legi d'Enginyers Tècnics Industrials de Catalunya (COETIC), Lleida, Maig, 28 (1994).

164. Oró, J., 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 organitzat per la Universitat Internacional Menéndez y Pelayo a València, Juliol (1994).
165. Oró, J., 1994. El Origen Cosmoquímico de las Moléculas Genéticas y de la Vida en la Tierra Primitiva. Comunicació a les XXIX Jornades de Genètica Luso-Espanyoles, Universitat de Lleida, Octubre 6-8 (1994).
166. Oró, J., 1994. El Origen de la Vida y la Exploración del Sistema Solar. Comunicació a les XI Jornadas Estatales de Astronomía, Centre Cultural de la Fundació La Caixa a Lleida, Octubre 29-Novembre 1 (1994).
167. Oró, J., 1994. Chemical Formation of Phospholipids and Protocellular Membranes. Comunicació a la Conference on the Structure and Model of the First Cell (ICTP), Trieste, Itàlia, August 29-September 2 (1994).
168. Oró, J., 1994. Science, Security and Progress. Comunicació inaugural del II European Forum on Science and Safety, Universitat de Barcelona, Barcelona, November 3-December 2 (1994).
169. Oró, J., 1995. Life in the Universe. Curset a l'Institut Fundació Catalana per a la Recerca, Barcelona, Febrer 6-9 (1995).
170. Oró, J., 1995. A Message of Peace through the Sharing of Scientific Knowledge and Communication. Comunicació a la 8a. International Conference of the International Federation of Science Editors (IFSE-8) «Science, Culture & Communication for the 21st Century», a la Universitat de Barcelona, Juliol 9-13 (1995).
171. Oró, J., 1995. Cosmic Evolution, Life and Man. Comunicació presentada a la Trieste Conference on Chemical Evolution, IV: Physics of the Origin and Evolution of Life, Cyril Ponnamperuma Memorial. Miramare, Trieste, Itàlia, September 4-8, 1995.
172. Oró, J., 1995. Del Hidrógeno al Hombre. Comunicació al International Symposium Tecno Ciencia organitzat per l'Associació d'Estudiants de la Universidad Complutense, Madrid, Octubre 25 (1995).

10. TESIS DIRIGIDES

- Freny Masters, M.S. (1957). Natural Synthesis of Amino Acids. Gener, 1957. 47 p.
- Richard Reed Fritz, M.S. (1960). Photochemical Synthesis of Amino Acids. Agost, 1960. 45 p.
- Carlton L. Guidry, Ph.D. (1962). Thermal Synthesis of Polypeptides in Aqueous Systems. Maig, 1962. 112 p.
- Aubrey Pierce Kimball, Ph.D. (1962). The Synthesis of Adenine and Amino Acids Under Possible Primitive Earth Conditions. Juny, 1962. 129 p.
- A. C. Cox, M.S. (1962). Nonenzymatic Synthesis of 2-Deoxy-Ribose and its Isomers. Agost, 1962. 74 p.
- Lerna Engberg Hearn, M.S. (1963). Amino Acids Synthesis by Electric Discharges. Agost, 1963. 86 p.
- Joseph Charles Raia, M.S. (1966). An Investigation of the Carbonaceous Material in the Orgueil, Murray, Mokoia, and Lance Carbonaceous Chondritic Meteorites. Gener, 1966. 91 p
- Harry Blaine Skewes, Ph.D. (1966). High Temperature Initiation of Natural Amino Acid Synthesis. Març, 1966. 172 p.
- Daryl Wilburn Noonan, Ph.D. (1966). Alkanes in Meteorites and Terrestrial Samples. Juny, 1966. 234 p.
- Jerry Chih-Yuan Han, M.S. (1966). High Temperature Synthesis of Aromatic Hydrocarbons. Agost, 1966. 94 p.
- Joe David Ibanez, Jr., M.S. (1966). Synthesis of Amino Acids by Ultra-Violet Light. Agost, 1966. 65 p.
- Thomas Guy Tornabene, Ph.D. (1967). Distribution and Synthesis of Hydrocarbons and Closely Related Compounds in Microorganisms. Juny, 1967. 191 p.
- Howard Schneider, M.S. (1967). The Effect of Culturing Conditions on the Aliphatic Hydrocarbons and Fatty Acids Content of a Few Marine and Fresh Water Microorganisms. Agost, 1967. 49 p.
- F. Edward O'Neill, Jr., M.S. (1967). Pyrolysis of Some Fatty and Amino Acids. Agost, 1967. 63 p.
- Carl Johnson, M.S. (1968). Effects of Polycationic Proteins of Mitochondrial Structure and Function. Juny, 1968. 183 p.

Emilio Gelpi-Monteys, Ph.D. (1968). Application of Combined Gas Chromatography-Mass Spectrometry to the Analysis of Organic Products of Biochemical Significance. Agost, 1968. 589 p.

John Luther Laseter, Ph.D. (1969). Distribution and Nature of Surface Wax in Fungal Spores and Mechanisms of Wax Biosynthesis in *Brassica Oleracea*. Gener, 1969. 159 p.

Cheng-Chu Yang, M.S. (1969). The Synthesis of Some Purines and Pyrimidines by a Fischer-Tropsch-like Process Under Possible Primitive Earth Conditions. Gener, 1969. 72 p.

Pamela Jost Birrell, M.S. (1969). Separation of Amino Acid Enantiomers by Gas Chromatography. Gener, 1969. 45 p.

Donald Andrew Flory, Ph.D. (1969). Stable Carbon Isotope Ratio Measurement of Meteoritic Carbonaceous Material. Maig, 1969. 143 p.

Wanda L. Gardiner, M.S. (1969). Occurrence and Biosynthesis of Sterols in Certain Marine Invertebrates. Mig, 1969. 75 p.

Songchai Nakaparksin, Ph.D. (1969). Separation of Amino Acid Enantiomers by Gas Chromatography on Optically Active Stationary Phases and Applications to Organic Geochemistry. Agost, 1969. 196 p.

Howard J. Schneider, Ph.D. (1969). Paleobiochemistry of Algae. Agost, 1969. 130 p.

Allen J. Norin, M.S. (1969). Studies on the Colonial Morphology of *Bacillus Cereus* Var. *Mycoides*. Gener, 1970. 51 p.

Harris A. Lichtenstein, Ph.D. (1970). Amino Acid Enantiomers in Biological Systems: Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Analyses. Maig, 1970. 96 p.

Joe David Ibanez, Jr., Ph.D. (1970). Prebiotic Condensations of Mononucleotides by Cyanamide and Imidazole. Desembre, 1970. 102 pages.

James H. McReynolds, Ph.D. (1970). Synthetic and Analytical Studies in Chemical Evolution. Desembre, 1970. 111 p

Joseph M. Gibert-Sabate, Ph.D. (1971). Studies in Chemical Evolution. Gas Chromatographic-Mass Spectrometric Determination of Organic and Organogenic Matter in Lunar Samples, Carbonaceous Chondrites and Terrestrial Samples. Maig, 1971. 124 p

Achim Seiler, M.S. (1972). Gas Chromatography-Mass Spectrometry of N-TFA Amino Acid Isopropyl Esters. Desembre, 1972.

Joseph Edwin Evans, Ph.D. (1973). A Gas Chromatographic-Mass Spectrometric and Stable Carbon Isotope Ratio Study of Organic Pollution in Clear Lake and its Tributaries. Gener, 1973. 114 p.

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

Gary Mason Church, M.S. (1973). A Tabular Study and Annotated Bibliography of the Abiotic Synthesis of Amino Acids Under Simulated Hypothetical Primitive Earth Conditions. Agost, 1973. 88 p.

Daniel Gwin Odom, Ph.D. (1973). Thin Layer Chromatographic Analysis of Oligonucleotide Mixtures and Prebiotic Condensation of Mononucleotides by AICA and Cyanamide. Agost, 1973. 89 p.

Benjamin F. Edwards, Jr. Ph.D. (1973). Mathematical Models for Quantitative Microprobe Analysis of Thin Biological Materials. Desembre, 1973. 105 p.

Joyce Butler Thompson, Ph.D. (1974). Studies of 31 Cyanophyta Species: I. Amino Acid Analyses. II. Effects of Irradiation with Cobalt 60. Mig, 1974. 141 p.

Mary D. Peterson, M.S. (1974). The Physical Basis for the Clinical Dosimetry of a 4 MV Linear Accelerator. Maig, 1974. 43 p.

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

Howard T. Joe, Ph.D. (1975). Mechanism and Prebiotic Synthesis of Purine and Pyrimidine Deoxyribonucleoside Mono-, Di-, and Triphosphates. Agost, 1975. 127 p.

Annette M. Lovett, Ph.D. (1975). Application 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. Setembre, 1975. 137 p.

William Wilson Leach, M.S. (1977). A Synthesis of Fatty Acids Under Prebiotic Conditions Using a Fischer-Tropsch-Type Synthesis. Agost, 1977. 65 p.

Noor Uddin Siddiqui, M.S. (1980). Abiotic Synthesis of Polyisoprenoids and Their Analysis by Gas Chromatography-Mass Spectrometry. Maig, 1980. 65 p.

Kathleen A. Rewers, M.S. (1980). Astronomical Aspects of the Origin of Life: An Annotated Bibliography. Maig, 1980. 104 p.

James R. Hawker, Jr., M.S. (1980). The Incorporation of Histidine, Leucine and Phenylalanine Into Peptides by Cyanamide Mediated Synthesis Under Plausible Primitive Earth Conditions. Agost, 1980. 127 p.

Michael C. Gianturco, M.S. (1981). Homologous Sequences Between Eukaryotic tDNAs and the Intron Control Region of 5S rDNA Suggest a Method for Predicting tDNA Introns. Agost, 1981. 75 p.

Kenneth M. Noll, M.S. (1981). Biochemical and Geochemical Aspects of Early Biological Evolution. Agost, 1981. 193 p.

Meera Rao, Ph.D. (1981). Studies on Model Systems of Possible Prebiological Significance: Part I. Synthesis of Phosphatidylcholine Phosphatidylethanolamine Under Possible Primitive Earth Conditions. Part II. Adsorptive and Catalytic Properties of Clays. Agostt, 1981. 182 p.

Sabrina Amir Porbunderwalla, M.S. (1987). A Comparative and Integrated Study of Phosphorylation under Prebiotic Biochemical and Chemical Conditions. Maig, 1987. 113 p.

Arnulfo Mar, Ph.D. (1987). Prebiotic Synthesis of Phosphorylated Metabolic Intermediates, including Some Enzymes. Agost, 1987. 199 p.

Gil Armangue, M.S. (1988). Synthesis of Oligoguanylates Using a Polyditidylate Template, and the Possible Catalytic Role of GTP in the Elongation of Oligonucleotides. Desembre, 1988. 168 p.

Chun Shen, Ph.D. (1988). Prebiotic Synthesis of Histidine and Histidyl-Histidine Studies of Catalytic Activities of Histidyl-Histidine in Prebiotic Reactions. Desembre, 1988. 175 p.

Cristina Marquez, M.S. (1990). Carbide Studies and their Relation to Processes Leading to the Origins of Life. Desembre, 1990. 118 p.

Thomas M. Mills, Ph.D. (1993). Cosmochemistry and the Origin and Early Evolution of Life. Agost, 1993. 190 p.



**Col·lecció de Biografies
de la Fundació Catalana
per a la Recerca**

Títols publicats

- Ramon Margalef
- Fèlix Serratosa i Palet
- Jordi Sabater Pi
- Joan Oró

Títol en preparació

- Manuel Cardona i Castro

Miquel Pairolí. Quart d'Onyar (El Gironès), 1955. Estudià filologia catalana i s'inicià en el periodisme amb articles de crítica literària a «Presència», «El Punt» i «Avui». Premi Joan Santamaría de teatre per *El retrat de Voltaire*. Ha publicat els llibres *L'enrenou dels anys 80*, *Paisatge amb flames*, la guia comarcal *La Selva*, *El Princep i el feli*, la novel·la *El camp de l'Ombra* i l'assaig *La geografia íntima de Josep Pla*.

JOAN ORÓ

Joan Oró i Florensa, nascut a Lleida (1923), es llicencià en ciències químiques a Barcelona (1947) i el 1952 es traslladà als Estats Units, on es doctorà a la universitat de Houston i on ha exercit des d'aleshores una intensa activitat de docència. Actualment és professor emèrit de Ciències bioquímiques i biofísiques en aquella universitat.

Entre els seus descobriments destaca la primera síntesi prebiòtica de l'adenina a partir del cianur l'hidrogen; nous mètodes de cromatografia o d'espectrometria de masses, per a l'anàlisi de components orgànics sintetitzats sota les possibles condicions de la Terra primitiva, o en les de les mostres extraterrestres; la contribució de les col·lisions dels cometes amb la Terra a l'increment en el nostre planeta de compostos de carboni; una interpretació química, i crítica, sobre la hipòtesi de vida a Mart..

Ha col·laborat i dirigit programes d'investigació de la NASA (*Apollo* i *Viking*).



FUNDACIÓ
CATALANA
PER A LA
RECERCA

ISBN 84-89570-09-4

9 788489 570092