

JOAN ORÓ FLORENSA: CENTENARIO DE UN CIENTÍFICO UNIVERSAL

Iván López García
Instituto de Historia de la Ciencia
Universidad Autónoma de Barcelona
<https://orcid.org/0000-0002-7535-6234>
Ivan.LopezG@uab.cat

Cómo citar este artículo/Citation: López García, Iván (2024).
Joan Oró Florensa: centenario de un científico universal. *Arbor*,
200(811): 2625. <https://doi.org/10.3989/arbor.2024.811.2625>

Recibido: 20 enero 2023. Aceptado: 21 junio 2023
Publicado: 30 septiembre 2024

RESUMEN: Joan Oró Florensa (1923-2004), al mismo tiempo que fue un destacado científico del siglo XX, es una de las figuras más desconocidas y olvidadas por parte de la historiografía de la ciencia contemporánea. Su destacado papel en las primeras investigaciones sobre el origen de la vida, en los análisis bioquímicos de las muestras lunares recogidas en la misión Apollo 11, así como su decisiva participación en los experimentos biológicos de la misión Viking —entre otras importantes aportaciones—, ameritan con mucho el inicio de estudios históricos que atiendan y analicen pormenorizadamente alguna de las dimensiones de su poliédrica figura. Este artículo, que analiza su figura y aportaciones en el contexto histórico y científico en el que se desarrollaron y utiliza el archivo inédito de Joan Oró, busca conmemorarlo en el centenario de su nacimiento (2023) y contribuir a los estudios historiográficos sobre el bioquímico español.

Palabras clave: Joan Oró Florensa; Estados Unidos; Apollo 11; Viking; exilio científico español

JOAN ORÓ FLORENSA: CENTENARY OF A UNIVERSAL SCIENTIST

Copyright: © 2024 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución *Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0)*.

ABSTRACT: Joan Oró Florensa (1923-2004), while being a prominent 20th century scientist, is one of the most unknown and forgotten figures in the historiography of contemporary science. His outstanding role in the first investigations into the origin of life, in the biochemical analyses of the lunar samples collected on the Apollo 11 mission, as well as his decisive participation in the biological experiments of the Viking mission — among other important contributions — highly deserve the beginning of historical studies that address and analyse in detail some of the dimensions of this polyhedral figure. This article, which analyses his figure and contributions in the historical and scientific context in which they were developed and uses the unpublished archive of Joan Oró, seeks to commemorate him on the centenary of his birth (2023) and contribute to historiographic studies on this Spanish biochemist.

Keywords: Joan Oró Florensa; United States; Apollo 11; Viking; Spanish scientific exile

1. INTRODUCCIÓN

La vida y la obra de Joan Oró Florensa (1923-2004) se desarrolla de forma sucesiva en dos planos históricos que moldean decisivamente la orientación de su producción científica y su visión de la ciencia y la sociedad contemporáneas: por un lado, la mayor parte de su vida y su obra tiene lugar en la ciencia y las instituciones estadounidenses de la guerra fría, y, por el otro, puede establecerse un segundo periodo, iniciado a partir de los años 70, en el que la producción científica de Oró se verá acompañada por su preocupación y su intento constante de volver a la España del tardofranquismo y la transición.

La carrera espacial determinó marcadamente la ciencia producida durante dicho periodo, al punto que espoleó la constitución y el desarrollo de nuevas disciplinas y campos científicos. Las investigaciones científicas sobre la vida extraterrestre microorgánica surgieron en este momento histórico y se reunieron bajo la disciplina bautizada como «exobiología», en la que la bioquímica, y en concreto los estudios sobre el origen de la vida, contaron con un lugar destacado. Oró llegó en 1952 a Estados Unidos donde se formó como bioquímico en medio de este contexto. Desde los primeros años fue estableciendo relaciones científicas y personales con los grandes científicos de su campo y de otros afines, como Severo Ochoa, Alexandr Oparin, Harold C. Urey, Melvin Calvin, Lynn Margulis o Sidney Fox, entre muchos otros.

Asimismo, sus trabajos y hallazgos sobre el origen de la vida le permitieron, al conseguir financiación de la Fundación Nacional de Ciencia (NSF por sus siglas en inglés) y la NASA, introducirse en el campo de la exobiología y consolidar con ello su laboratorio en la Universidad de Houston (UH en adelante) con un grupo fuerte de estudiantes e investigadores y una instrumentación desarrollada y puntera. Entre estos investigadores se encontraban Emili Gelpí Monteys, quien hizo importantes aportaciones al campo de la espectrometría de masas, o Josep Maria Gibert i Sabaté, responsable del análisis de las muestras lunares de la misión *Apollo 11* que llegaron en 1969 al laboratorio.

Las misiones lunares *Apollo* y el programa *Viking* ocuparon un lugar muy importante en la historia de Oró y su laboratorio, permitiéndole forjar una exitosa carrera científica en Estados Unidos. Sin embargo, a pesar de este éxito, a principios de los años 70 hizo distintos intentos de volver a España, en concreto a Cataluña, junto a su familia. Estos se dieron en medio de un proceso histórico y político en el que se promovió la fundación de diversas instituciones académicas e investigadoras en España con las que se pretendía establecer las bases necesarias para el retorno de los grandes científicos españoles, entre los que se encontraban Severo Ochoa y Oró.

Hasta ahora todos estos aspectos han sido recogidos en obras de carácter principalmente biográfico. Actualmente contamos con la biografía de Miquel Pairolí (1996), la primera biografía completa sobre Oró, basada en una serie de entrevistas que el autor realizó a Oró; su nueva y segunda edición (Pairolí, 2022), en la que se actualizan algunos datos y se añadió un epílogo de Mercè Piqueras, bióloga y divulgadora de la ciencia que mantuvo una duradera relación con Oró; con los textos del microbiólogo catalán Ricardo Guerrero (2005 y 2005b); y con la importante biografía de Mar Valldeoriola (2001), también basada en una serie de entrevistas.

Consciente de que la figura de Oró no ha sido atendida como amerita por la historiografía¹, este artículo quiere profundizar en su figura aprovechando el centenario de su nacimiento en 2023 y la oportunidad de contar por primera vez con su archivo científico y personal. Ubicado en la Fundación Joan Oró en Lérida, donde, tras sufrir una serie de percances, recaló de forma definitiva en 1999, comprende todo el legado científico y personal de Oró. Se trata, sin duda, de un fondo documental realmente extenso que alberga todo tipo de materiales muy valiosos para la historia del bioquímico español y de su contexto científico, político y humano².

Además, el trabajo en el extenso archivo de Joshua Lederberg ubicado en la National Library of Medicine de Bethesda en Maryland, uno de los padres de la exobiología, está permitiendo esclarecer, en la línea de Wolfe

1 Además de las obras citadas la figura de Joan Oró aparece de un modo secundario en Santesmases, 1993, 1994, 2000 y 2005; Dick, 1996 y 2004; Lazcano y Bada, 2008.

2 El legado solo cuenta con una parte del material catalogada y organizada en forma de archivo moderno. Esta parte fue catalogada dentro del proyecto *Modern Science, Technology and Medicine* del iHC-UAB en el año 2017 (2017SGR1138). El resto del material, aunque no está archivado en cajas o recipientes de archivo definitivo, presenta datos de catalogación suficientes para ser citado e identificado.

(2002), algunos aspectos relacionados con el contexto ideológico y político en el que se inscribió y desarrolló esta disciplina, y, con ello, analizar de un modo crítico y contextualizado las aportaciones y el discursar científico y personal de Joan Oró y su laboratorio.

2. PRIMEROS AÑOS EN ESTADOS UNIDOS Y SÍNTESIS DE LA ADENINA

Cuando en 1952 Oró emigra a Estados Unidos para estudiar con una beca el doctorado en ingeniería química en el Rice Institute de Houston, era un joven científico leridano licenciado en Ciencias Químicas por la Universidad de Barcelona, con humildes raíces de panadero y un conocimiento precario del inglés. Movido por un interés casi infantil por el misterio del origen de la vida y la vastedad del universo, decidió abandonar España, donde los estudios bioquímicos aún no estaban institucionalizados, buscando dar respuesta a ese interés y, además, consolidar la situación económica de su familia, que por aquel entonces crecía rápidamente³.

Desde los primeros años trató de encontrar apoyo profesional y personal en uno de los científicos españoles más importantes de todos los tiempos, instalado ya en Estados Unidos, cuya reputación estaba en alza: Severo Ochoa. Oró se puso en contacto con Ochoa y le visitó en su laboratorio de la Universidad de Nueva York para exponerle sus planes de futuro y las investigaciones de doctorado que quería iniciar en la Escuela de Medicina de la UH bajo la dirección de Donald Rappoport (Guerrero, 2005).

La primera correspondencia entre ambos científicos revela que Oró buscó la ayuda y el asesoramiento del médico español y también que a Ochoa le interesaron los trabajos de Oró y trató de incorporarlo a su laboratorio⁴. Pero Oró no acabó incorporándose al laboratorio de Ochoa, pues, ya en 1955, antes de acabar el doctorado en 1956, empezó una activa y ajetreada vida docente en el Departamento de Química de la UH que le llevó a docente titular en 1963 y a fundar, en 1967, el Departamento de Ciencias Biofísicas del que fue su primer director.

Pero antes de llegar a este punto, a finales de los años 50 Oró trató de entrar en el escenario de la ciencia puntera estadounidense en la línea de las famosas investigaciones bioquímicas sobre el origen de la vida del químico Stanley L. Miller. Éste, bajo la supervisión de Harold C. Urey, había logrado sintetizar aminoácidos reproduciendo las condiciones atmosféricas y prebióticas de una hipotética Tierra primitiva sobre las que aplicó descargas eléctricas. En palabras del propio Oró: «Me daba un poco de rabia que otras personas ya se hubieran adentrado en el estudio del origen de la vida, y ahora sí que necesitaba realizarlo por mi propio pie» (Valdeoriola, 2001, pp. 84-85).

Así, con la decisión que le caracterizaba, en 1958 empezó a desarrollar junto a Albert P. Kimball, el primer estudiante que se doctoró en su laboratorio, una serie de experimentos en la línea de los realizados por Miller pero con unos elementos distintos presentes en los cometas, como el cianuro de hidrógeno, el agua y el amoníaco; completando de algún modo la visión de Miller y logrando sintetizar aminoácidos sin aplicar descargas eléctricas.

Pero fueron un paso más allá logrando la síntesis de moléculas vitales para el origen y la evolución de la especie, las moléculas genéticas. En la navidad de 1959 volvieron a realizar el experimento para analizar un componente de color negro sintetizado en experimentos anteriores pero que habían obviado. La interpretación de la curva de exposición y el análisis de los componentes no dejaban lugar a dudas: habían logrado sintetizar adenina, una de las bases de los genes (Guerrero, 2005). Este experimento abrió un nuevo campo de investigación que condujo a la síntesis en laboratorio del resto de los componentes de los ácidos nucleicos. En 1960 Joan Oró presentó el hallazgo ante la Sociedad de Investigación del Centro Médico de Texas, con el nombre de «Mechanisms of Adenine Synthesis from Hydrogen Cyanide». En 1961 publicó los resultados en la revista *Nature* (Oró, 1961) y los presentó en el V Congreso Internacional de Bioquímica celebrado en Moscú⁵.

3 Sobre la historia de la institucionalización de la bioquímica en España ver Santemas, 1993 y 1997; Santemas y Muñoz, 1996.

4 Ochoa, Severo, 14 de octubre de 1954. Carta a Joan Oró. Fundació Joan Oró, Lérida, España; Ochoa, Severo, 7 de febrero de 1955. Carta a Joan Oró. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

5 Oró, Joan, 26 de octubre de 1960. Presentación «Mechanisms of Adenine Synthesis from Hydrogen Cyanide». Fundació Joan Oró, Lérida, España. La importancia de este hallazgo en las hipótesis sobre el origen de la vida en la Tierra está, por ejemplo, en De Duve, 1995.

Ahora bien, la orientación de estos experimentos venía indefectiblemente determinada por un contexto científico y político definido por el nacimiento de la exobiología en el marco de la carrera espacial. Es decir, por la introducción de las investigaciones exobiológicas en las políticas científicas de la recién creada NASA, que se fundó en 1958⁶. Una introducción que encontró serias dificultades, pues la exobiología tuvo que pugnar por legitimarse como campo científico. Joshua Lederberg, genetista de la Universidad de Stanford que acuñó el término exobiología, fue el científico que más hizo —junto a miembros de la Space Science Board (SSB) de la National Academy of Science (NAS)— por lograr que la exobiología ocupara un lugar central en las políticas científicas del programa espacial estadounidense (Dick, 1996; 2004, pp. 18-31). Esta legitimización se logró al incluir, bajo el campo de la exobiología, los estudios de la biología molecular y la bioquímica sobre el origen de la vida (Wolfe, 2002, p. 190), en los que se encuadraban las investigaciones y hallazgos de Oró y su equipo, y los de Harold C. Urey, Stanley L. Miller, Sidney Fox o Harold Morowitz.

3. LA LUNA EN EL LABORATORIO DE ORÓ

En la línea de lo que se ha apuntado, los científicos dedicados al estudio del origen de la vida en la Tierra advirtieron rápidamente que sus investigaciones sobre la química prebiótica de la vida podían encontrar en el espacio exterior un escenario fértil de estudios, descubrimientos y financiación. A partir de 1959, una vez aceptada la importancia de las ciencias de la vida para la carrera espacial, la NASA empezó a desarrollar un programa incipiente de biología extraterrestre a través de la financiación de las investigaciones de laboratorios externos, entre los que se encontraba el de Joan Oró y su equipo en la UH, y de la fundación de un laboratorio de exobiología en el Ames Research Center en 1962 (Dick, 2004, pp. 33-36).

La primera investigación que desarrolló el laboratorio de Oró con un soporte financiero sustancial por parte de la NSF fue en septiembre de 1961. Se trataba de la continuación de un proyecto anterior, financiado también por la NSF y el primero con financiación externa, en el que habían investigado nuevas vías de síntesis de aminoácidos⁷. Este proyecto de 1961, sin embargo, era todavía más ambicioso pues proponía además el estudio de la síntesis de ácidos nucleicos (ADN y ARN). Oró, como investigador principal, y el indio Krishna Bahadur como investigador asociado prepararon y enviaron la propuesta a la NSF en septiembre de 1961. El proyecto tuvo una duración de tres años y contempló un presupuesto de 48.940 dólares⁸.

Ambos proyectos se enmarcaban en el campo de la cosmoquímica orgánica, fundado por el laboratorio de Oró y que sostenía que los cometas podían haber aportado la materia orgánica necesaria para generar la vida en la Tierra primitiva y en otros lugares del espacio exterior⁹. En este sentido, bajo el auspicio de la NASA, la cosmoquímica orgánica se encuadró en el campo de la exobiología en un contexto de disputa por el establecimiento de las políticas científicas espaciales estadounidenses. Joshua Lederberg, como miembro de la SSB, seguía exigiendo a la NAS que presionara a la NASA para que situara la exobiología en el centro de sus programas como base de la política exterior en el espacio frente a la Unión Soviética, en detrimento de los programas de *man-in-space*, tal y como recoge su correspondencia con Hugh Odishaw, director ejecutivo de la SSB¹⁰. A pesar de las preocupaciones de Lederberg, lo cierto es que la NASA empezó a financiar de un modo sustancial las investigaciones del campo de la exobiología, aunque tal vez no con la intensidad que Lederberg y otros científicos afines de la SSB hubieran deseado.

En este contexto, ya a partir de 1962 el laboratorio de Oró empezó a obtener subvenciones de la NASA para realizar numerosos proyectos de investigación sobre cosmoquímica orgánica relacionados con el análisis de muestras extraterrestres como meteoritos, en los que buscaban materia orgánica o signos de vida. Para ello su

6 En el inicio la biología espacial estaba dedicada a la bioastronáutica y la biomedicina espacial, es decir, programas de *man-in-space*, y no a la exobiología. Sobre la historia de estas disciplinas ver Pitts, 1985.

7 Oró, John, 1959. NSF GRANT 1959. Photochemical Synthesis of Biochemical Compounds. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

8 Oró, John, 1961. NSF GRANT 1961. Direct Synthesis of Biochemical Compounds. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

9 Oró y Albert P. Kimball ya contaban con trabajos en esta línea que abalaban estos proyectos (Oró, 1961b; Oró y Kimball, 1961).

10 Lederberg, Joshua, 12 de Febrero de 1959. Carta a Hugh Odishaw. Joshua Lederberg Papers, National Library of Medicine, <https://profiles.nlm.nih.gov/>.

laboratorio se empezó a equipar con instrumental de análisis cromatográfico y espectrométrico especializado y avanzado. En 1963 la NASA invitó a Oró a uno de los primeros simposios sobre las posibilidades de existencia de vida fuera de la Tierra. Poco tiempo después Oró recibió una carta del Departamento de Ciencias de la Vida de la NASA en la que se le instaba a formar parte del grupo de trabajo (Valdeoriola, 2001).

A principios de los 60 ya se había puesto en marcha el programa *Apollo*, el programa espacial tripulado con el que los Estados Unidos además de pretender el alunizaje de astronautas con una clara intención geopolítica, buscaba implementar investigaciones exobiológicas. Aunque se sabía casi a ciencia cierta que la Luna era un satélite muerto, se pretendía buscar signos pasados o presentes de componentes orgánicos. El primer paso buscado de las investigaciones exobiológicas de la misión *Apollo 11* ya era todo un hito en la historia de la ciencia: los laboratorios terrestres recibirían por primera vez material rocoso recogido *ex profeso* de un planeta extraterrestre para ser analizado y sometido a experimentación (Dick, 2004, p. 74).

Ya desde el inicio, el laboratorio de Oró tuvo un papel destacado en la misión *Apollo 11* con el desarrollo de investigaciones y técnicas para los análisis de las muestras lunares que el equipo de astronautas recogería en 1969. Antes de este suceso, en septiembre de 1964 el laboratorio de Oró recibió a Emili Gelpí Monteys, un joven químico barcelonés que, tras viajar a Estados Unidos para doctorarse en bioquímica bajo la dirección de Oró, acabó siendo una pieza clave para el uso y desarrollo del instrumento principal del laboratorio: un novedoso aparato, resultado del acoplamiento de un cromatógrafo de gases y un espectrómetro de masas (CG-EM), que había sido diseñado por una empresa sueca y que permitía separar e identificar todo tipo de moléculas orgánicas obteniendo cálculos de gran exactitud¹¹. Adquirido por la UH a principios de 1965, con dicho instrumento realizaron cientos de análisis de todo tipo de muestras con el fin de determinar cuáles podían ser los marcadores biológicos presentes en la Luna o en los meteoritos; estaban preparándose para la recepción y análisis de las muestras lunares que debían llegar en 1969. Estos análisis preparatorios fueron liderados por Gelpí que seguía realizando su trabajo de tesis *Applications of combined gas chromatography-mass spectrometry to the analysis of organic products of bio-geochemical significance* con el que se doctoró en agosto de 1968.

El 21 de julio de 1969, un día después de la llegada del *Apollo 11* a la Luna, Gelpí dejó el laboratorio de Oró para empezar a trabajar en el Laboratorio de Ciencias Espaciales de la Universidad de California bajo la dirección del profesor Alma Burlingame, un buen experto en espectrometría de masas. Por ello Gelpí no se encargó de los análisis de las muestras lunares; fue el segundo discípulo catalán de Oró, el joven ingeniero químico barcelonés Josep Maria Gibert i Sabaté, quien llevó a cabo esta tarea. Gibert había llegado a Houston en junio de 1968 para incorporarse al grupo de Oró y obtener bajo su dirección el doctorado en el verano de 1971 bajo el título *Studies on Chemical Evolution. Determination by Gas Chromatography-Mass Spectrometry of Organic and Organogenic Matter in samples from the Moon, Chondrites Carboniferous and Terrestrial Samples*. Para desarrollar estas investigaciones se formó también en las técnicas del CG-EM y pasó a estar al frente de este instrumento en el laboratorio, sucediendo así a Gelpí. Josep Maria Gibert y Emili Gelpí fueron de los pocos expertos en este campo, mientras que lo cierto es que Oró no se convirtió en un especialista al delegar en ellos la responsabilidad de estas técnicas.

El 6 de octubre de 1969 recibieron las muestras lunares en el Lunar Receiving Laboratory de la NASA, de las que Gibert se hizo cargo. Tras los análisis realizados por los diversos laboratorios, algunos grupos creyeron haber detectado aminoácidos nativos y porfirinas en las muestras lunares. Sin embargo, los análisis del laboratorio de Oró a través del CG-EM, bajo la responsabilidad de Gibert, demostraron que, con la excepción de unas pocas partes por millón —de algunos compuestos simples—, las muestras lunares carecían de materia orgánica (Oró 1998, pp. 25-26). Por ello, y tras confirmarse estos resultados, se llegó a la conclusión consensuada de que la Luna carecía de materia orgánica nativa.

Estos datos, lejos de suponer un fracaso para las investigaciones exobiológicas, en el caso del laboratorio de Oró permitieron que se forjara un equipo fuerte de investigadores formados en las nuevas técnicas del CG-EM y en los estudios sobre el origen de la vida. Asimismo, establecieron las bases técnicas, científicas y humanas de

11 Oró, John, 20 de noviembre de 1973. Inter-Office Memorandum. GC-MS Laboratory. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

las misiones que llegarían a Marte en los años 70, planeta sobre el que realmente sí se albergaban esperanzas de encontrar signos de vida presente o pasada.

4. EL LABORATORIO DE ORÓ EN MARTE

Mientras se desarrollaban las misiones lunares, también se estaban conformando los aspectos científicos y tecnológicos del programa *Viking*, concebido como una continuación lógica de las primeras. Los diversos equipos que se involucraron en el desarrollo de los aspectos exobiológicos de las misiones *Apollo* también elaboraron sus propuestas de participación en la misión *Viking*. El objetivo central era desplegar, a principios de los 70, dos módulos en Marte, uno orbital y otro de aterrizaje, con instrumentos de experimentación científica, entre los que se encontraba un paquete de experimentos biológicos que, junto al CG-EM, analizaría *in situ* el regolito de Marte con el propósito de detectar materia orgánica y signos de actividad microorgánica.

En octubre de 1969 Joan Oró preparó la propuesta de la UH para participar en el Equipo de Instrumentos de Análisis Molecular (MAIT por sus siglas en inglés) del proyecto *Viking Mars Lander*, propuesta que la NASA aprobó a finales de ese mismo año. Cada uno de los experimentos del paquete de experimentación biológica estaba liderado por un grupo, y entre todos ellos se conformó el MAIT. El proyecto de la UH, que transcurriría de 1970 a 1975, consistía en una primera fase de prelanzamiento, en la que se desarrollaría un nuevo CG-EM; y una segunda fase postlanzamiento en la que se entraría en la toma de decisiones para el análisis orgánico en tiempo real por parte del módulo de aterrizaje, se realizarían experimentos para duplicar los datos del módulo de en el laboratorio y se interpretaría y evaluaría la importancia de los datos en términos de química biológica. La propuesta calculaba y proponía un presupuesto para los cinco años de 720.090 dólares, una cifra nada desdeñable¹².

El hecho relevante es que el instrumento que se debía fabricar era una versión miniaturizada y mejorada para las condiciones de Marte del CG-EM del laboratorio de Oró, con el que habían trabajado Gelpí y Gibert. Esto constituyó la base fundamental del proyecto y articuló el MAIT en torno al CG-EM como instrumento central. Además de Oró, entre los miembros del MAIT se encontraron Klaus Biemann, Alfred C. O. Nier, Leslie E. Orgel, Garson P. Shulman y Harold C. Urey, todos ellos notables científicos. Biemann, por ejemplo, era considerado el padre de la espectrometría de masas orgánica (Chung, 2006), y Harold C. Urey, como se ha visto, ayudó a establecer las bases de los estudios sobre la química prebiótica en las investigaciones sobre el origen de la vida en la Tierra (Lazcano y Bada, 2008).

Según la propuesta, el papel de Oró en el equipo consistía en realizar el modelo de análisis orgánico en el laboratorio y en los instrumentos del módulo de aterrizaje y, con la ayuda de su equipo, interpretar los datos del CG-EM para determinar si existían componentes orgánicos o componentes de origen biogénico en Marte. Asimismo, el proyecto estipulaba los recursos técnicos de cada miembro, y en el caso de Oró contemplaba que su laboratorio estaba «equipado con varios cromatógrafos de gases y espectrómetros de masas, incluido uno cuádruple, y el CG-EM». Solo Biemann, que pasaría a ser el investigador principal del MAIT por su prestigio y experiencia en el campo de la espectrometría de masas, disponía, en el Departamento de Química del Instituto de Tecnología de Massachusetts, de un «laboratorio de espectrometría de masas muy bien equipado que incluye computadora y sistema CG-EM»¹³.

Con todo, a pesar de que se trataba de un equipo de científicos realmente fuerte, numerosos problemas empezaron a surgir con el desarrollo del CG-EM, principalmente por parte del Jet Propulsion Laboratory (JPL) — transferido a la NASA en 1958—, el centro encargado de fabricarlo. A principios de 1970 se distribuyó entre los miembros del MAIT un memorándum con los puntos principales que se habían tratado en una reunión mantenida el 25 de febrero de ese año por el Grupo Directivo de Ciencia de *Viking*, en la sede de la corporación Martin Marietta. En uno de los puntos se recogía la posición que el físico Alfred C. O. Nier, miembro del MAIT, había man-

12 Oró, John, octubre de 1969. Proposal for participation in the Molecular Analysis Instrument Team of the Viking Project Mars Landers, 1970-1975, Instrument: Volatilizer - Gas Chromatograph - Mass Spectrometer. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

13 Oró, John, octubre de 1969. Proposal for participation in the Viking 1973 Mars Mission. Team Area: Molecular Analysis. Fundació Joan Oró, Lérida, España. Esta versión del proyecto es la versión final presentada y es la más completa de las halladas en el archivo.

tenido con relación a la responsabilidad que tenía el JPL en la fabricación del CG-EM, sugiriendo «que se agregara un instrumentista al equipo [del JPL] o que los miembros [del MAIT] pasaran varios días al mes en el JPL para mantener un contacto más cercano con el instrumento»¹⁴. A pie de página del memorándum, Oró había escrito unas breves notas referentes al JPL, afirmando que Biemann debía estar presente de modo permanente en el JPL. En estas anotaciones se observa que el MAIT tenía reticencias sobre la capacidad del JPL para fabricar el CG-EM.

En cualquier caso, el hecho relevante es que en el verano de 1970 serios problemas administrativos y de ingeniería estaban perjudicando sobremanera el desarrollo del instrumento; unos problemas que estuvieron presentes hasta prácticamente el final de su fabricación y su envío a Marte. Esto condujo a una intrincada historia de dificultades surtida de reuniones y trabajos de ingeniería recogidos en el boletín informativo interno de *Viking*¹⁵.

5. ENTRE ESTADOS UNIDOS, ESPAÑA Y MARTE (O ENTRE LA POLÍTICA Y LA CIENCIA)

En medio de este enmarañado escenario, en el que estaba en juego el CG-EM del MAIT, Oró intentó de manera reiterada volver a alguna institución académica e investigadora de Cataluña o de otro lugar de España. Con la ayuda de una serie de políticos, académicos y científicos emprendió, en pleno desarrollo de *Viking*, una carrera paralela a la científica en su laboratorio de la UH para tratar de poner las bases institucionales necesarias que le permitieran volver a España junto a su familia. Por ello su carrera científica se vio entrelazada con aspectos políticos y sociológicos propios de la situación del sistema científico y educativo español del tardofranquismo y la transición a la democracia.

Ya en la temprana fecha de 1969, cuando apenas estaba conformándose el germen del MAIT, varios políticos y científicos españoles, entre los que se encontraba Oró, promovieron la creación del Instituto de Biología Fundamental (IBF) en la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y del Centro de Biología Molecular (CBM) en la Universidad Autónoma de Madrid (UAM). Esto se llevó a cabo en una coyuntura política y social de reforma del sistema educativo español, impulsada por el entonces ministro de educación José Luis Villar Palasí, que propició la creación de universidades como la Autónoma de Madrid y Barcelona y centros de investigación que acabarían plasmándose en la Ley General de Educación en 1970 (Calvó, 2012, pp. 87-88). Para llevar a cabo estos proyectos, con los que se buscaba promover la biología molecular en Madrid y Barcelona, el ministerio de Villar Palasí se asesoró con científicos españoles residentes en el extranjero. Para el CBM contó con el bioquímico Alberto Sols y su discípulo Carlos Asensio, y para el IBF con el biólogo molecular Jaume Palau y con el propio Joan Oró (Santesmases, 2001, pp. 155-156). En España ya había una comunidad de bioquímicos organizada desde principios de los 60 en torno a la Sociedad Española de Bioquímica, que incluía a todos estos investigadores (Santesmases, 1993).

Además de participar en el proyecto del IBF, en 1971 Joan Oró fue nombrado profesor extraordinario en la UAB, fundada en 1968, donde ocupó la cátedra recién creada de biofísica aprovechando una excedencia de unos meses de la UH (Pairolí, 2022, pp. 76). Este nombramiento, que estaba acordado con Palasí junto con su participación en la creación del IBF, buscaba, al igual que la puesta en marcha del CBM, empezar a recuperar a los científicos españoles residentes en el extranjero.

Para la puesta en marcha del IBF Palau y Oró contaron con la ayuda del rector de la UAB Vicente Villar Palasí, hermano del ministro; con Claudio Cuchillo Foix, secretario general del IBF, y los propios Gelpí y Gibert, que en 1970 y 1972 habían dejado Estados Unidos para ubicarse en el IBF en calidad de coordinador de servicios y coordinador de la división de enseñanza, respectivamente, e iniciar investigaciones en las divisiones de neuroquímica y metabolismo. En concreto, fue Palau quien, junto a Joan Antoni Subirana, contactó con Oró y con Villar Palasí para poner en marcha el IBF en una reunión mantenida con Ricardo Díaz Hotchleitner, entonces secretario general técnico del Ministerio de Educación (Calvó, 2012, pp. 91). Desde Houston Oró ejerció de presidente del comité científico. Otros científicos españoles como Isaac Blanco Fernández, José Egozcue Cuixart o Ricardo Guerrero

14 Langley Research Center, 5 de marzo de 1970. Meeting Molecular Analysis Instrument Team. Highlights of Viking Science Steering Group Meeting, Feb. 25, 1970, Martin Marietta Corp. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

15 Recant, I. G., 05/12/1970-28/09/1973. Viking Science Activities Newsletter, VPO. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

Moreno —microbiólogo interesado en los estudios sobre el origen de la vida, que había mantenido contactos con Oró—, también formaron parte del IBF en sus años iniciales¹⁶.

Ahora bien, aunque el proyecto del IBF se puso en marcha en 1970, nunca llegó a desarrollarse con plena normalidad institucional e investigadora. Desde su inicio careció del soporte de presupuesto público —por lo que inicialmente se tuvo que ubicar en el Hospital de Sant Pau—, y en 1973, tras los cambios ministeriales, el proyecto se paralizó temporalmente (Santesmases, 2001, pp. 165). Pero el peor momento llegó en 1974 cuando algunos actores lo convirtieron en el Instituto de Biofísica y Neurobiología (IBN), un instituto de carácter nacional dependiente del CSIC, del que Oró fue nombrado director. Entre estos actores se encontraban Vicente Villar Palasí —a la sazón presidente del CSIC—, Octavio Carpena, secretario general del CSIC, Palau y Federico Mayor —a la sazón Subsecretario del Ministerio de Educación y Ciencia—. Así se ve reflejado en una carta que Oró envió a Federico Mayor el 22 de noviembre de 1974, en la que le comenta que «como te darás cuenta, estoy realmente interesado en regresar a España», para lo cual le sugería que la Fundación Juan March patrocinase el IBN, que arrancaría desde el IBF¹⁷. De hecho, la puesta en marcha del IBF se contemplaba como la primera piedra para el retorno de Oró, pues, en palabras de Palau, cuando ocupaba la dirección del IBF, existía una «operación Oró»¹⁸.

En este contexto de transformación del IBF en el IBN, en el que debía instalarse Oró, se promovió el retorno de Ochoa al CBM, cuya inauguración debía coincidir con la del IBN. Ambos sucesos no pueden entenderse por separado. En este sentido promovieron la celebración en septiembre de 1975 del *Símpoio Internacional Mecanismos Enzimáticos en Biosíntesis* en homenaje al profesor Ochoa con motivo de su 70 cumpleaños, cuya celebración en Madrid y Barcelona tenía que coincidir con la inauguración del CBM¹⁹. El diseño y desarrollo del simpoio fue planeado por Oró y Arthur Kornberg, bioquímico de la Universidad Stanford, pero también contaron con la ayuda, en el comité científico, de Mayor y Duncan Clement, agregado cultural de la embajada norteamericana, de los importantes bioquímicos Alberto Sols y Bernard Horecker, y de los biólogos moleculares Eladio Viñuela, David Vázquez, Emilio Herrera, Palau y Luis Cornudella en el comité organizador (Santesmases, 2000, p. 728), con quien Oró escribió el programa del simpoio²⁰. Además de un surtido grupo de ministros y otros colaboradores.

Una vez celebrado con éxito el simpoio, las autoridades se trasladaron a inaugurar el centro Flor de Maig en la Universidad Autónoma de Barcelona, un edificio cedido por la Fundación Juan March a la Diputación de Barcelona en el que estaban proyectados varios centros de investigación entre los que se encontraba el IBN. A partir de la inauguración, en los meses siguientes se entablaron negociaciones para que el CSIC se hiciera cargo del mantenimiento del nuevo centro y de su personal (Santesmases, 2000).

Mientras tanto, poco tiempo antes de la celebración del simpoio las dos naves *Viking* habían despegado con éxito hacia Marte el 20 de agosto de 1975. La *Viking Lander* llevaba el CG-EM a bordo listo para operar junto al paquete de instrumentos de experimentación biológica en el que estaba incorporado. Oró, tras haber viajado a España, para entonces se encontraba ya en Houston para seguir atendiendo sus obligaciones en *Viking*, desde donde esperaba también el buen fin de las negociaciones sobre el IBN. De hecho, en fechas posteriores al simpoio elaboró un presupuesto de operaciones y un programa del IBN para el año 1976 que envió a Eduardo Primo Yúfera, entonces presidente del CSIC²¹. Poco tiempo después, sin embargo, supo que las negociaciones con el CSIC no avanzaban. Decidió llamar desde Houston a Juan Antonio Samaranch, presidente de la Diputación Catalana, que al poco tiempo fue nombrado embajador en la Unión Soviética, por lo que Oró se dio cuenta de que sus principales apoyos para la puesta en marcha del centro desaparecían y nada llegaría a arreglarse. En esta ocasión, por lo tanto, tampoco volvió a España, y de hecho nunca llegó a hacerlo de forma definitiva²².

16 Universidad Autónoma de Barcelona, 1973. Memoria del Instituto de Biología Fundamental Años 1970-1973. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

17 Oró, Joan, 22 de noviembre de 1974. Carta de Oró a Federico Mayor. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

18 Oró, Joan, 17 de marzo de 1972. Carta de Oró a Jaume Palau. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

19 Oró, Joan, 15 de noviembre de 1974. Carta de Oró a Federico Mayor. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

20 Cornudella, Luis, 28 de noviembre de 1974. Carta de Cornudella a Oró. Fundació Joan Oró, Lérida, España; Oró, Joan, 16 de febrero de 1975. Carta de Oró a Cornudella. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

21 Oró, Joan, 27 de octubre de 1975. Carta de Oró a Federico Mayor. Fundació Joan Oró, Lérida, España.

22 La historia de los siguientes intentos de retorno de Oró y su familia a España desborda los objetivos principales del presente artículo. Valga apuntar que entre 1980 y 1981 vivió una aventura frustrada como diputado por Convergència i Unió en el Parlamento catalán, y que

A pesar del triste final de este episodio, en el que Oró y su familia más cerca estuvieron de volver a España, su ajetreada vida científica en Estados Unidos no le dejaba demasiado tiempo para recrearse en la decepción. Los datos del desarrollo de *Viking* eran muy positivos, y el 20 de julio de 1976 la sonda *Viking Lander* consiguió amartizar con éxito. Transcurrido el tiempo estipulado, el paquete de instrumentos de experimentación biológica y el CG-EM empezaron a desarrollar los experimentos según lo previsto, de tal modo que poco tiempo después transmitieron los primeros datos que los diversos equipos empezaron a interpretar buscando signos de actividad biológica. Así, Marte se había convertido en un gran laboratorio automatizado: por primera vez en la historia de la ciencia se realizaban experimentos *in situ* en un planeta extraterrestre.

El equipo de Oró había conseguido algo realmente extraordinario de lo que podían estar satisfechos: su instrumento, que de algún modo era su laboratorio, realizaba, esta vez en Marte y bajo la tutela del MAIT, los experimentos que ellos habían realizado en Houston a lo largo de toda su carrera científica. Pero, una vez más, la complejidad de la ciencia y de un proyecto de este calado salió a la luz. Mientras que el experimento biológico conocido como Labeled Release (LR) había detectado actividad metabólica en el subsuelo del planeta rojo, el CG-EM, encargado de detectar materia orgánica, proporcionó datos negativos (Oró, 1998, pp. 25-26). Esto ocasionó una enconada controversia entre los dos equipos de científicos, que llevó a una serie de reuniones en el JPL para conseguir un consenso sobre los resultados: se debía decidir si existía o no vida en Marte.

En este contexto, el CG-EM se convirtió en una corte de apelaciones donde tratar de alcanzar un veredicto claro. Oró tenía una teoría sobre la fuente de producción de gas del LR: el dióxido de carbono no procedía de la actividad metabólica de microbios sino que era el producto de una reacción química en la que los óxidos de hierro mineral (la fuente del color rojo del polvo) y el peróxido de hidrógeno presentes en las muestras analizadas se habían oxidado produciendo dióxido de carbono (Oró, 2000, pp. 64-65). El hecho relevante es que esta teoría parecía irrefutable y más fundamentada que la que defendía la actividad biológica del LR, y, aunque se informó al público de las dos interpretaciones, la mayoría de científicos acabó aceptando la de Oró y se concluyó que no había vida en Marte (Cleland y Chyba, 2002; Chyba y Phillips, 2002)²³.

Esto sucedió en 1976, pero la teoría de Oró se basó en investigaciones que había realizado veinte años antes mientras trabajaba en su tesis doctoral (Oró, 2002, p. 36). Esta trabazón necesaria y significativa entre diversos momentos de su vida fue algo recurrente y ciertamente singular. En este caso, su gran aporte a *Viking*, con el que se concluía nada menos que los experimentos biológicos, había sido fruto, según las propias palabras de Oró, de «la diosa Serendipia», es decir, de un descubrimiento que se produjo de manera accidental, o, mejor dicho, gracias a la conexión inesperada entre diversos capítulos de su vida. Así se lo narraba a Federico Mayor en una carta en 1980, con quien seguía manteniendo una estrecha relación y que entonces ocupaba el cargo de Director General Adjunto de la UNESCO. En forma de puntos sucesivos le exponía una suerte de hitos vitales que de un modo imprevisto le habían llevado desde el descubrimiento de una de las principales vías biológicas de oxidación del ácido fórmico en 1956 hasta descubrir, en 1976, que no había vida en Marte y, con ello, de algún modo, a cerrar un ciclo en su carrera científica. A modo de conclusión, añadía las siguientes palabras en un corolario: «Si la diosa Serendipia no se hubiese interpuesto en mi camino, los terrestres creeríamos que hay vida en Marte. ¡Y quizás marcianos! ¡Qué mala suerte! ¿Se fue con ello la última esperanza de lograr paz en la Tierra?»²⁴.

no fue hasta 1995, una vez jubilado, cuando estableció su residencia principal en Barcelona tras sus segundas nupcias, aunque siguió manteniendo su residencia estadounidense (Valdeoriola, 2001, p. 145). Sobre la historia del retorno de Severo Ochoa ver Santesmases, 2005.

23 Aunque se alcanzó un acuerdo de forma más o menos consensuada, lo cierto es que la polémica nunca se cerró del todo y que el equipo del LR, especialmente su investigador principal, el biólogo e ingeniero Gilbert V. Levin, emprendió una verdadera cruzada, que mantuvo hasta pocos años antes de su muerte en 2021, defendiendo la validez de los resultados de su experimento y por tanto la presencia de microorganismos vivos en la capa superior del suelo de Marte. Para ello criticó la validez del CG-EM, sembrando la duda sobre Oró (Levin, Kuznetz y Lafleur, 2000; Levin, 2006 y 2016). La historia completa de la interpretación de los resultados se halla en Oró, Joan, 1976. *Viking Notebook*. Fundació Joan Oró, Llérida, España.

24 Oró, Joan, 15 de febrero de 1980. Carta de Oró a Federico Mayor. Fundació Joan Oró, Llérida, España.

6. CONCLUSIONES

A tenor de lo expuesto, no hay duda acerca de que la figura de Joan Oró ocupa un lugar destacado en la historia de las instituciones y las ciencias desarrolladas en la segunda mitad del siglo xx, especialmente en el contexto de la guerra fría. Sus primeras aportaciones al campo de los estudios sobre el origen de la vida en la Tierra llamaron la atención de la NASA en el contexto de la conformación de la exploración espacial y en concreto de las investigaciones exobiológicas. A pesar de que su interés originario y principal no era el descubrimiento de vida extraterrestre microorgánica, sino los mecanismos bioquímicos del origen de la vida, se encontró en una coyuntura histórica y política peculiar en la que su campo halló en el espacio exterior un lugar fértil para llevar a cabo investigaciones y conseguir financiación.

Pero, lo cierto es que, tal y como hemos podido advertir en el presente trabajo, su figura y sus aportaciones en absoluto pueden entenderse sin la participación de un cuantioso número de colaboradores y científicos con los que formó equipos de trabajo. Trabajó codo con codo con muchos otros científicos que, en varias ocasiones, fueron los verdaderos protagonistas de las investigaciones y los logros. Emilio Gelpí y Josep Maria Gibert son dos ejemplos paradigmáticos de esto. Ambos desarrollaron, como hemos visto, los trabajos y desarrollos del CG-EM durante los años 60 —marcados por las misiones lunares *Apollo*—, y no, como hasta ahora han expuesto las obras biográficas de Oró existentes, el bioquímico leridano. La historia del MAIT y del CG-EM *Viking* no puede entenderse sin la historia del laboratorio de Oró, definida por los trabajos e investigaciones del CG-EM durante los años 60, realizados por su equipo y liderados de forma sucesiva por Gelpí y Gibert. Por otra parte, el estado de las investigaciones actuales parece indicar que en el caso de la resolución de los experimentos biológicos de *Viking* Oró sí que fue el principal protagonista y tuvo una importancia central; aun así, es una cuestión, la de la polémica en torno a los resultados de los experimentos, que sigue abierta a la investigación. El hecho notorio que aquí puede establecerse con seguridad es que la conformación y desarrollo del CG-EM *Viking* fue ciertamente polémico, y que la resolución fue fruto de un consenso y, como tal, de ciertos elementos que, por su contingencia, dan pie a seguir investigando.

Del mismo modo, la historia de los intentos de retorno de Oró a España forman parte de un complejo proceso histórico de reforma de la estructura educativa española promovida en los últimos años de la dictadura franquista y la transición. Un proceso en el que los científicos jugaron un papel fundamental. Asimismo, tras el periodo de *Viking*, Oró siguió promoviendo la creación de instituciones científicas en Cataluña, como es el caso del Centro de Estudios Avanzado de Blanes en 1985, la Fundació Catalana per a la Recerca en 1986 o el Parque Astronómico del Montsec, que fue inaugurado finalmente en 2008, cuando el bioquímico leridano ya había fallecido. Estas instituciones, cuyas historias siguen abiertas a la investigación, ya contaban con el marco jurídico del Estatuto de Autonomía de 1979 que permitió el desarrollo de una política de investigación en Cataluña.

Finalmente, el presente trabajo espera contribuir a iniciar los estudios historiográficos sobre Joan Oró en relación con el contexto científico y humano en el que necesariamente estuvo inmerso; unos estudios que deberán tomar como fuente fundamental el legado documental de Joan Oró conservado en su Fundación. Para ello es preciso que los organismos pertinentes se interesen por el cuidado del legado de un modo definitorio y responsable, algo que el Instituto de Historia de la Ciencia de la UAB ha empezado a realizar desde 2017 con la catalogación de una parte del legado. Este trabajo y el proyecto en el que se encuadra también esperan seguir avivando este interés. Así, el presente trabajo quiere, además de conmemorar el centenario de su nacimiento (2023), ser una reivindicación de la importancia de la figura de Joan Oró, de su contexto humano y de su legado.

AGRADECIMIENTOS

El acceso al archivo de Joan Oró ha sido cortesía de Joan Oró Trilla, Francesc Oró Oró y Xavier Roqué Rodríguez, a quienes quiero expresar mi agradecimiento.

DECLARACIÓN DE CONFLICTO DE INTERESES

El autor de este artículo declara no tener conflictos de intereses financieros, profesionales o personales que pudieran haber influido de manera inapropiada en este trabajo.

FUENTES DE FINANCIACIÓN

Este trabajo es el resultado de un proyecto doctoral en curso financiado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte a través del Programa FPU 2020, con referencia FPU20/01748, realizándose también en el marco del Proyecto Small Science [PID2019-105131GB-I00] (MINECO).

DECLARACIÓN DE CONTRIBUCIÓN DE AUTORÍA

Iván López García: Conceptualización, Curación de datos, Obtención de fondos, Investigación, Metodología, Administración de proyecto, Redacción – borrado original, Redacción – revisión y edición.

REFERENCIAS

- Calvo-Monreal, Xavier (2012). *Polímeros e instrumentos. De la química a la biología molecular en Barcelona (1958-1977)*. Madrid: CSIC.
- Chung, Deborah (2006). *The Road to Scientific Success: Inspiring Life Stories of Prominent Researchers*. Singapur: World Scientific Publishing Co. <https://doi.org/10.1142/5923>
- Chyba, Christopher y Phillips, Cynthia (2002). Europa as an Abode of Life. *Origin of Life and Evolution of Biospheres*, 32, 47-78. <https://doi.org/10.1023/A:1013958519734>
- Cleland, Carol y Chyba Christopher (2002). Defining 'Life'. *Origin of Life and Evolution of Biospheres*, 32, 387-393. <https://doi.org/10.1023/A:1020503324273>
- De Duve, Christian (1995). *Vital Dust. The Origin and Evolution of Life on Earth*. Nueva York: Basic Books.
- Dick, Steven J. (1996). *The Biological Universe; The Twentieth-Century Extraterrestrial Life Debate and the Limits of Science*. Cambridge: Cambridge UP.
- Dick, Steven J. (2004). *The Living Universe. NASA and the Development of Astrobiology*. New York: Random House.
- Guerrero, Ricardo (2005). Joan Oró (1923-2004). *International Microbiology*, 8, 63-68.
- Guerrero, Ricardo (2005b). Professor Joan Oró (1923-2004). *Contributions to Science*, 2(4), 579-594.
- Lazcano, Antonio, y Jeffrey L. Bada (2008). Stanley L. Miller (1930-2007): Reflections and Remembrances. *Origin Life Evolution*, 38, 373-381. <https://doi.org/10.1007/s11084-008-9145-2>
- Levin, Gilbert V., Kuznetz, Lawrence y Lafleur, Arthur L. (20 de diciembre de 2000). Approaches to Resolving the Question to Life on Mars. SPIE. Digital Library. Recuperado el 11 de enero de 2023 de <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/4137/0000/Approaches-to-resolving-the-question-of-life-on-Mars/10.1117/12.411620.short>
- Levin, Gilbert V. (14 de septiembre de 2006). Modern myths of Mars. SPIE. Digital Library. Recuperado el 11 de enero de <https://www.spiedigitallibrary.org/conference-proceedings-of-spie/6309/1/Modern-myths-of-Mars/10.1117/12.676304.short>
- Levin, Gilbert V. (2016). The Case for Extant Life on Mars and its Possible Detection by the Viking Labeled Release Experiment.

Astrobiology, 16(10), 798-810. <https://doi.org/10.1089/ast.2015.1464>

- Oró, John (1961). Mechanism of Synthesis of Adenine from Hydrogen Cyanide under Possible Primitive Earth Conditions. *Nature*, 4794(191), 1193-1194. <https://doi.org/10.1038/1911193a0>
- Oró, John (1961b). Comets and the Formation of Biochemical Compounds on the Primitive Earth. *Nature*, 190, 389-395. <https://doi.org/10.1038/190389a0>
- Oro, John y Kimball, Albert P. (1961). Synthesis of Purines Under Possible Primitive Earth Conditions. I. Adenine from Hydrogen Cyanide. *Arch. Biochem. Biophys*, 94, 217-218. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(61\)90033-9](https://doi.org/10.1016/0003-9861(61)90033-9)
- Oró, John (1998). Cosmochemical Evolution. En Julián Chela-Flores y François Raulin (eds.), *Exobiology: Matter, Energy and Information in the Origin and Evolution of Life in the Universe* (pp. 11-35). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-5056-9_2
- Oró, John (2000). Cosmochemical evolution and the origin of life on Earth. En Julián Chela-Flores, Guillermo A. Lemarchand y John Oró (eds.), *Astrobiology. Origins from the Big-Bang to Civilisation* (pp.55-71). New York: Springer. https://doi.org/10.1007/978-94-011-4313-4_5
- Oró, John (2002). Historical Understanding of Life's Beginnings. En J. William Schopf (ed.), *Life's Origin. The Beginnings of Biological Evolution* (pp. 7-41). Berkeley: University of California Press.
- Santesmases, María Jesús (1993). Hacia la institucionalización de la bioquímica en España: Origen y fundación de la Sociedad de Española de Bioquímica (1961-1963). *Llull*, 16, 549-585.
- Santesmases, María Jesús (1994). Una introducción al origen internacional de la comunidad científica española de biología molecular. *Arbor*, 583, 9-30.
- Santesmases, María Jesús y Muñoz, Emilio (1996). El establecimiento de la ciencia experimental en España tras la Guerra Civil: poder político y académico en el caso de la bioquímica. *Boletín de la Institución Libre de Enseñanza*, 22, 7-23.
- Santesmases, María Jesús (1997). Tradición y modernización: Aspectos cognitivos y sociales en los inicios de la Biología Molecular en España, 1965-1975. *Arbor*, 156(614), 79-109. <https://doi.org/10.3989/arbor.1997.i614.1856>

Santesmases, María Jesús (2000). Severo Ochoa and Biomedical Science in Spain under Franco, 1959-1975. *Isis*, 91(4), 706-734. <https://doi.org/10.1086/384946>

Santesmases, María Jesús (2001). *Entre Cajal y Ochoa. Ciencias Biomédicas en la España de Franco, 1939-1975*. Madrid: CSIC.

Santesmases, María Jesús (2005). *Severo Ochoa: de músculos a proteínas*. Madrid: Síntesis.

Pairolí, Miquel (1996). *Joan Oró*. Barcelona: Fundació Catalana per a la Recerca.

Pairolí, Miquel (2002). *Joan Oró*. Barcelona: Fundació Catalana per a la Recerca.

Pitts, John. (1985). *The Human Factor: Biomedicine in the Manned Space Program to 1980*. Washington DC: NASA-SP

Valdeoriola, Mar (2001). *Joan Oró. El científic de la vida*. Barcelona: Angle Editorial.

Wolfe, Audra (2002). Germs in Space. Joshua Lederberg, Exobiology, and the Public Imagination, 1958-1964. *Isis*, 93, 183-205.