

LA VIDA A MART

per Harold P. Kein

28 (28/Volum 2/desembre 1981

ciència 12)

Presentem els principals resultats de la investigació sobre la possible existència de vida a Mart, una investigació centrada en les naus Voyager enviades a aquell planeta per la NASA. Aquestes evidències són disponibles i s'han de confrontar amb l'abundant literatura més o menys fantasiosa que s'ha produït els darrers anys sobre Mart i els seus habitants. L'article és essencialment una conferència que donà el seu autor a Barcelona el juny del 1979. El simposi internacional *Els Planetes comparats* fou organitzat per Joan Oró, Josep C. Vergés i J.A. Plana Castellví. Per cert que Joan Oró, membre actiu del programa d'investigació de la vida a Mart, ja ens parlà el juliol del 1980 del programa Voyager al número 1 de (ciència).

H.P. Klein és doctor en ciències de la vida i treballa a l'Ames Research Center de la NASA a Moffett Field (Califòrnia). Aquest treball fou inclòs al llibre "Els Planetes Comparats" publicat pel Centre Mediterrani d'Investigació i Desenvolupament a Barcelona el 1980. Traducció: Pere Serra.

● És ben conegut que les bases per a la investigació de vida extraterrestre són pura teoria. Es tracta de la teoria de l'evolució química. Resumint, aquesta teoria diu que la matèria viva és una conseqüència natural de la química, en la qual els elements simples que es produeixen en els estels es combinen, tot en condicions naturals i en condicions adequades, formant molècules orgàniques cada vegada més complexes, fins que també en condicions donades aquestes molècules comencen a produir còpies d'elles mateixes. Segons aquesta teoria, aquest és el començament del procés de la vida. Tant en els laboratoris com en l'Univers que ens volta hi ha forces evidències per donar suport a aquesta teoria. Com es veu en la figura 1, en l'espai interestel·lar s'ha identificat una gran quantitat de molècules orgàniques, dintre del material provinent de cometes que en forma de meteorits han caigut en la nostra Terra des de qualsevol part del sistema solar. Moltes d'aquestes

Fig. 1

<i>Molècules interestel·lars</i>	<i>Cometes</i>	<i>Meteorits*</i>
metilidè àcid cianhídric monòxid de carboni monosulfur de carboni sulfur de carboni àcid icocianhídric formo-aldehid aceto-aldehid acetilè metà alcohol metílic acetilè metílic alcohol etílic di-metil èter cianormida àcid fórmic	ions metilidè àcid cianhídric monòxid de carboni monosulfur de carboni cianur metílic	hidrocarburs lípids àcids carbonils aminoàcids cetones aldehids urea amides amines alcohols N-heterocicles

*Dades del meteorit de Murchison

molècules són vertaderes precursoras de la matèria viva. Per tant hi ha molta evidència a constatar el fet que una evolució química d'aquest tipus té lloc en l'espai al voltant nostre. Actualment, i amb l'arribada de la tecnologia espacial, és possible, en principi, visitar d'altres planetes i les seves llunes i veure si aquest procés suposat d'evolució química ha menat a reproduir productes químics, és a dir, la vida. Per dur a terme aquest tipus d'investigació, els biòlegs han arribat al comú acord que el millor

lloc per a realitzar llurs investigacions dintre del nostre sistema solar és Mart. Abans que cap nau espacial hi arribés, estudiarem Mart amb telescopis situats a la Terra. Partint de fotografies fetes a Mart i d'altres observacions astronòmiques fetes des de la Terra (més tard, mitjançant naus espacials), teníem bastant d'informació del medi ambient del planeta abans d'anar-hi directament a buscar vida. Amb les dades que tenim actualment podríem dir que: si Mart hagués passat mai per un període primari d'evolució

Figura 1. Matèria orgànica identificada en fonts extraterrestres, (Listes parcials). Figura 2. Propietats conegudes de Mart abans de l'arribada de la missió Viking.

Fig. 2

Propietats	Nivell d'informació	És possible la vida?
Temperatura (entre -140 i 30°C)	+ + +	sí
Atmosfera		
Pressió, 6 mil·libars de mitjana	+ + +	sí
Composició: CO ₂ , CO, H ₂ O, O ₂ , (Ar)	+ + +	sí
Radiació visible	+ +	potser sí
Raigs X; radiació de partícules	+	sí
Gravetat: 0.4, la gravitació terrestre	+ + +	sí
Camp magnètic: molt baix	+ +	sí
Topografia (en gros)	+ +	sí
Composició del sòl	+	sí
Disponibilitat d'aigua	+ +	potser sí
Disponibilitat de nitrogen	+	potser sí

lució químic-orgànica, aquest estadi podia haver estat el precursor del nivell actual dels sistemes vius. La figura 2 és una llista de les propietats més importants de Mart que ens eren conegudes abans de les expedicions dels Vikings. Hi havia alguns factors que eren bastant foscos. Primer, ens era del tot desconegut si hi havia nitrogen a l'atmosfera de la superfície de Mart. Segon, i mentre la presència d'aigua era bastant improbable, no es veia del tot clar com aquesta hi era repartida. Tercer, ens era del tot desconeguda la composició de la superfície del planeta. Quart, no coneixíem la quantitat de radiacions solars que arribaven a la superfície (on podrien entrar en contacte amb la matèria viva que hi existís). Cadascun d'aquests desconeixements ens era molt important per tal de poder afirmar o bé negar les possibilitats de vida en aquest planeta. No obstant això, i malgrat els buits en les nostres informacions, vàrem decidir d'anar a Mart per investigar.

Com podeu recordar, vàrem enviar dues naus espacials a Mart l'any 1975, després de viatjar durant un any, des de la Terra a Mart, i recorrent una distància d'uns 800 milions de quilòmetres. Les dues naus varen aterrar a Mart a final de l'estiu de 1976. Tot seguit vàrem recollir una informació molt important que om-

plia alguns dels buits del nostre coneixement. Primer va ser la descoberta que hi havia nitrogen al planeta, en una proporció de més o menys el 2% de la seva atmosfera. Vàrem obtenir algunes mostres de la superfície i les vam analitzar per veure la seva composició bàsica, com es veu a la figura 3. Aquestes dades ens diuen que s'hi van trobar òxids de diferents elements. Com és lògic, la composició de la superfície que hi vàrem trobar no ens era del tot desconeguda ni anòmala, contenia silicó, alumini, titani i calci, és a dir, en general els mateixos elements i més o menys en les mateixes concentracions que a la Terra. Això vol dir que fins al punt on ho podem entendre, no hi havia res d'anòmal pel que fa a les interaccions biològiques. Quant a l'aigua, no esperàvem trobar-ne, i de fet no vàrem trobar cap líquid aquós en les àrees que vàrem analitzar.

En començar a fer fotografies al voltant de les naus, en dues àrees petites on van aterrar, el terreny que les voltava no era pas exòtic. En comptes d'això, els paisatges eren realment simples, i en alguns punts recordaven moltes escenes terrestres. A les fotografies fetes al primer aterratge, s'hi veien algunes dunes de sorra, i a la llunyania algunes roques. Mirant alt cap a l'horitzó, a uns dos quilòmetres, el panorama era molt similar al

que es pot veure a molts llocs del nostre planeta. El planeta era d'un color rogenc. Les fotografies del segon aterratge ens mostraven el mateix tipus de terreny.

Les fotografies eren molt importants perquè hi podíem veure objectes de 2 mm; això just al voltant de la nau i no gaire més lluny i en les millors fotos. En total es varen fer unes tres mil fotografies al voltant de les dues naus. Aquestes han estat curiosament analitzades per cercar-hi qualsevol senyal de vida o de matèria viva. Resumint, a les fotos, no hi vàrem pas veure "homenets verds i petits", ni plantes ni animals, ni cap canvi de color durant les estacions. Cal tenir en compte que hi vàrem estar prenent fotografies durant tot un any marcià, i el canvi de color podria haver suggerit la possibilitat d'algun tipus de matèria viva. No hi vàrem trobar cap objecte que fos present en una fotografia i absent en una altra o viceversa; res no s'hi va bellugar. Per tant, no hi havia res d'estrany a les fotografies. Així, ens va ser relativament fàcil d'arribar a la conclusió que no s'hi veia la presència de cap matèria viva.

A bord dels dos Vikings hi havia uns altres instruments. Entre ells, dos laboratoris automàtics, un dels quals era un laboratori de química orgànica en petit però complet que era capaç d'analitzar la superfície del planeta per cercar-hi la presència de compostos orgànics. No se'n va trobar cap. No es va trobar matèria viva en cap de les mostres, tot i que es feia amb un tipus d'instrumental que era capaç de localitzar-ne en unes proporcions d'una part per mil milions. Aquest és un punt molt important que discutirem.

A més d'aquest laboratori, també hi havia un diminut laboratori de microbiologia totalment automàtic. Aquest laboratori va provar quatre tipus diferents de vida que hi podia haver a Mart. En cada un d'ells l'instrument cercava l'existència de metabolisme, evident d'alguns tipus de processos de vida. La primera prova era la de la fotosíntesi, mentre que les altres eren per a mirar si hi havia algun

Figura 3. Composició dels materials de la superfície de Mart.

Figura 4. Resposta "activa" de l'experiment "d'emissió qualificada" a Mart.

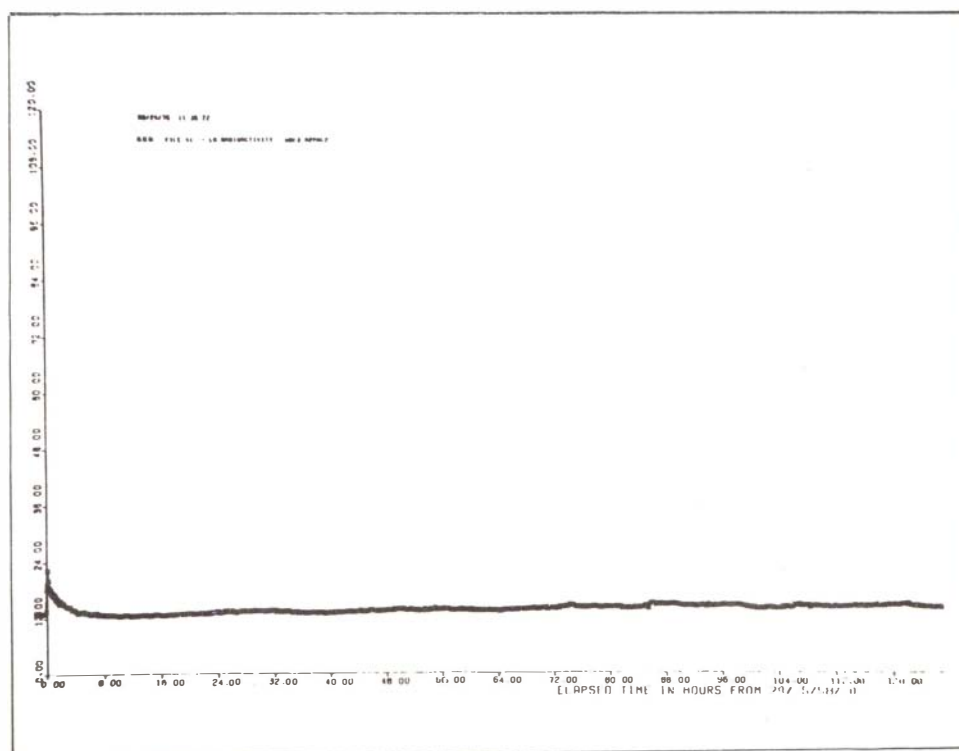
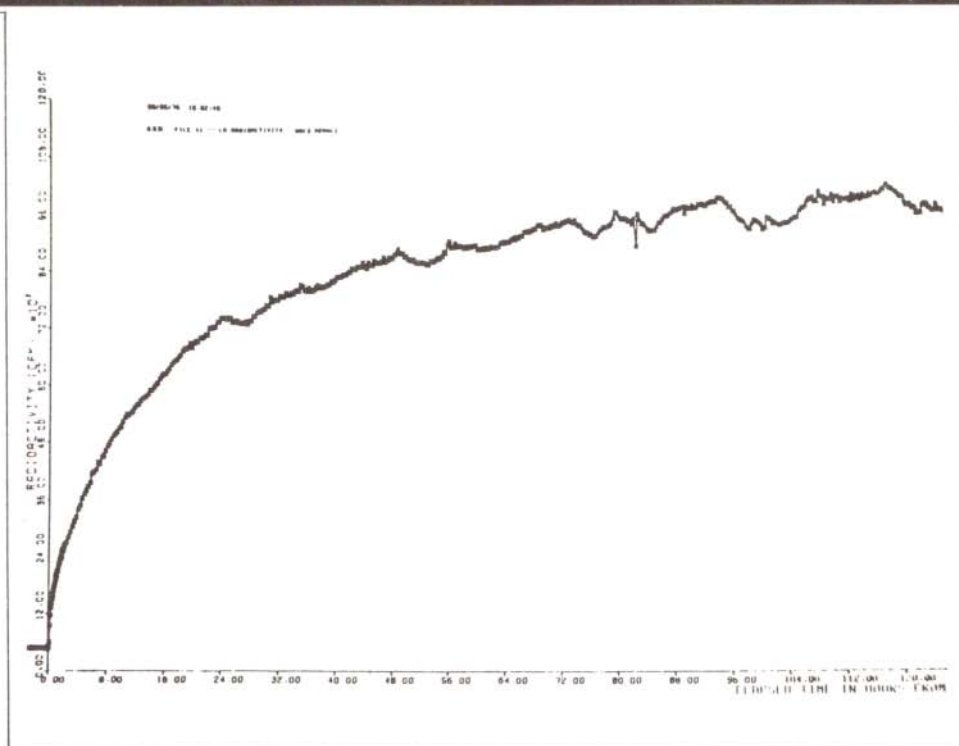
Figura 5. Resposta després de "l'esterilització" del material de la superfície de Mart.

	Mostres				Error estimat
	Chryse 1	Chryse 2	Chryse 3	Utopia 1	
Si O ₂	44.7	44.5	43.9	42.8	5.3
Fe ₂ O ₃	18.2	18.0	18.7	20.3	2.9
MgO	8.3		8.6		4.1
Al ₂ O ₃	5.7		5.5		1.7
CaO	5.6	5.3	5.6	5.0	1.1
TiO ₂	0.9	0.9	0.9	1.0	0.3
K ₂ O	<0.3	<0.3	<0.3	<0.3	
S O ₃	7.7	9.5	9.5	6.5	1.2
Cl	0.7	0.8	0.9	0.6	0.3
Totals	91.8		93.6		

* Totes les quantitats expressen tants per cent.

tipus de descomposició. De la mateixa manera que els éssers humans descomponem el menjar, aquestes proves estaven dissenyades per tal de veure si els organismes de Mart podien descompondre diversos tipus d'aliment que se'ls va subministrar. En aquesta instrumentació estava inclosa una gran quantitat de líquids, gasos, diferents detectors i un ordinador, tot això embalat en un volum d'un peu cúbic. Aquesta petita obra mestra d'enginyeria va dur a terme vint-i-sis experiments diferents en la superfície de Mart per tal de provar les quatre hipòtesis. Els resultats d'aquests experiments han estat publicats en diverses revistes. Per resumir i per tal que el lector trobi els articles originals sobre el tema, el remeto a la referència bibliogràfica que hi ha al final de l'article. Bàsicament, cada nou descobriment aportava algunes dades realment interessants.

La pregunta més important era si les dades que vàrem obtenir eren imputables a alguns processos de vida o no. Solament un dels quatre tipus d'experiments va subministrar algunes dades que podien pressuposar la presència d'algun organisme viu. Els altres tres experiments, tot i que proporcionaven moltes dades, es van interpretar com a no generats per coses vives. Vàrem suposar ràpidament que estàvem cercant uns tipus de processos químics que no eren del tot deguts als éssers vius. Un dels experiments, "l'emissió qualificada" que provava si s'hi produïa algun tipus de descomposició, ens va donar dades iguals cada vegada que el vàrem provar; les dades que semblen iguals es podrien atribuir a éssers vius. En aquest experiment, cada vegada es col·locava una mica de terra de Mart dintre d'una cambra d'incubació i s'hi afegia un tipus de nutrient radioactiu; d'aquí se'n seguí immediatament un procés de descomposició energètic, com si fos degut a alguna activitat microbiològica. Això es veu a la figura 4. El punt on la corba s'aixeca de cop és el moment en què s'hi va afegir la solució nutrient. Acte seguit, deixava anar diòxid de carboni radioactiu. La vegada que vàrem



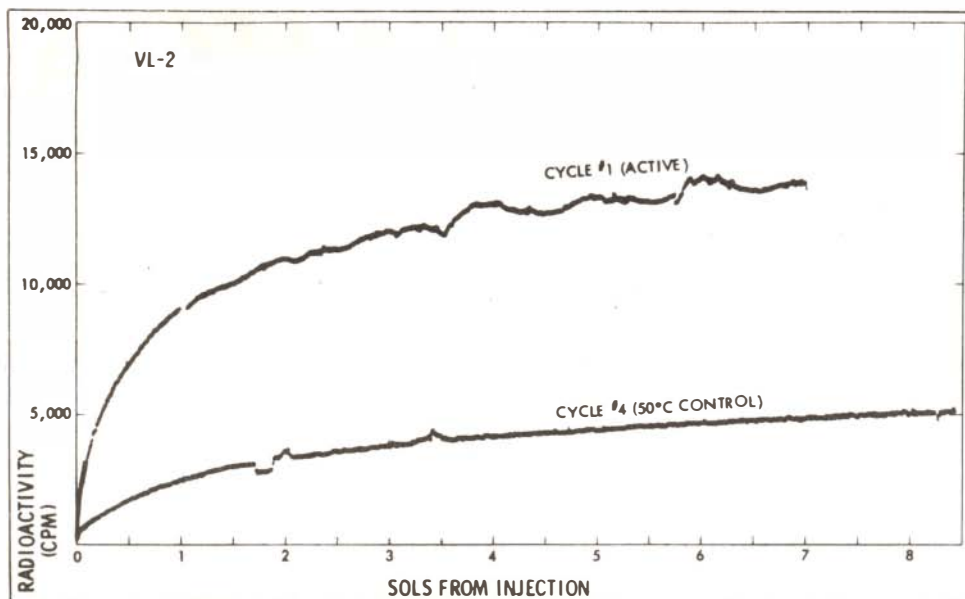


Figura 6. Resposta després d'escalfar el material de la superfície de Mart fins a uns 50°C.
Figura 7. Efectes de l'emmagatzematge del material de la superfície de Mart, en reaccions posteriors.

Fig. 7

Emmagatzematge ¹ (dies)	Experiment PR ²	Experiment GE ³	Experiment LR ⁴
cap ¹	actiu	actiu	actiu
3	—	—	actiu
33	—	actiu	—
71	actiu	—	—
82	—	—	inactiu
143	actiu	actiu	inactiu

1. A les temperatures de la nau espacial (6-20°C) 2. Actiu significa un segon pic significatiu 3. Actiu significa: generació d'oxigen quan el sol és humit 4. Actiu significa alliberament de gasos radioactius 5. Les mostres "fresques" foren tractades als dos dies de llur adquisició.

esterilitzar mitjançant calor terra de Mart, abans de ficar-hi el nutrient, ens vàrem trobar amb la sorpresa que la terra estava "morta" del tot, com si haguéssim matat algun tipus d'activitat. Aquest experiment era coherent amb l'existència d'algun tipus de vida a la mostra. Tan sols escalfant la terra uns 50°C, en comptes dels 160°C del procés d'esterilització, el resultat era una disminució del procés d'un 65% (figura 6). Això també es podia interpretar com el resultat d'una reacció biològica. Darrerament es va fer aquest experiment en algun tipus de mostra que havia restat durant mesos a l'interior de la nau (cosa necessària per a alguns altres tipus de prova). La figura 7 ens mostra com un emmagatzematge de 82 o 143 dies destruïa del tot l'activitat d'aquestes mostres per a l'experiment. Cada prova que s'hi va aplicar ens va demostrar que l'agent actiu era molt delicat. Es destruïa per la calor a temperatures suaus i es perdia del tot quan s'emmagatzemava. Algunes persones interpretaven aquestes dades com a expressió d'algun tipus de sistema viu. Jo crec, i molta gent com jo creu que aquesta explicació és molt improbable per dues raons. Primer, l'absència de qualsevol matèria orgànica a les mostres. (¿Per què la Natura havia d'haver evolucionat al-

gun tipus de material capaç de destruir la matèria orgànica en l'absència d'un subministrament de matèria orgànica en el seu medi?). Segon, fou la descoberta, en un altre dels nostres experiments, que la superfície de Mart tenia productes químics altament radioactius que es comportaven com compostos oxidants molt poderosos. Se sap de tals compostos que reaccionen molt fàcilment amb la matèria orgànica. Aquesta descoberta es va fer quan la terra de Mart era lleugerament moll, amb una mica d'humitat i en absència de qualsevol altre nutrient. En un espai de temps molt breu, la humitat va produir una reacció gairebé violenta en la qual es va desprendre oxigen dins la cambra de reacció.

La gran sorpresa va ser l'enorme quantitat d'oxigen que en va resultar solament en afegir aigua al sistema. Creiem que aquest desprendiment d'oxigen s'assembla molt al que té lloc quan es posa peròxid d'hidrogen en una ferida oberta. Hi ha una reacció molt ràpida en la qual intervenen bombolles d'oxigen. En comptes d'això creiem que el material que hi ha a Mart que reacciona amb l'aigua porta peròxid d'hidrogen i d'altres peròxids semblants.

Resumint, a les dues superfícies de Mart

on vàrem portar a terme les nostres experiències no vàrem trobar cap senyal de vida. A més a més, la manca de compostos orgànics i la presència d'un medi ambient fortament oxidant sembla que fa que no hi hagi cap sistema viu construït a partir de la química orgànica. Ara bé, ja que mitjançant les fotografies és impossible d'excloure coses vives més enllà "d'on es veu", o bé excloure un sistema de vida l'estructura del qual desafii tot tipus d'interpretació, de la mateixa manera no es pot excloure d'una altra part de la superfície del planeta, o bé tampoc no es pot excloure pel fet que podria ser que el tipus de proves que vàrem dissenyar no fossin adequades per a alguns tipus de vida no basats en els principis d'evolució química.

A mi em sembla que, des del moment en què es demostra que no hi ha vida en el planeta on creïem que era el millor lloc dintre del sistema solar perquè n'hi hagués, podem arribar a la conclusió que l'únic planeta del sistema solar que alberga vida resulta que és la Terra. Mentre que alguns altres planetes, com Júpiter i Saturn i algunes de les seves llunes (com Tità), podria ser que tinguessin matèria orgànica, és molt improbable que aquests cossos, a causa dels seus ambients, temperatura, il·luminació, composició atmosfèrica i gravetat, siguin els més adequats per a albergar productes químics vius. Crec, sembla, que no podem trobar vida enlloc més del sistema solar. Si s'ha arribat a aquest nivell d'evolució en d'altres planetes d'altres sistemes solars, per ara és impossible d'assegurar-ho. Com podeu veure, el futur d'aquest camp és ple de desafiaments molt excitants.

(Harold P. Keim)

Materials de lectura

La missió Viking i la recerca de vida a Mart. Harold P. Klein. "Reviews of Geophysics and Space Physics", vol. 17, núm. 7, 1655-1662, 1979.