RECULL DE CONFERÈNCIES 2021 / DEBATS DE RECERCA 14: 17-24 (2022)
Societat Andorrana de Ciències, Andorra
DOI: 10.2436/15.8060.30.2 ISBN: 978-99920-61-65-7



# Astrobiologia: estudiar la vida des del cosmos

· 24 de març del 2021 a les 8 del vespre
· Sala d'actes del Centre Cultural La Llacuna, Andorra la Vella

Álvaro Pemartin de la Calle

Metge d'Urgències i Emergències de l'hospital Nostra Senyora de Meritxell, membre del Colegio Oficial de Médicos de España i del General Medical Council del Regne Unit, acadèmic corresponent de la Real Academia de San Dionisio de Ciencias, Artes y Letras i membre de l'Agrupación Astronòmica Jerezana Magallanes

## Currículum

Va néixer a Jerez de la Frontera el 1974. Es va llicenciar en Medicina a la Universitat de Cádiz on va ser alumne col·laborador del Departament d'Anestèsia i Reanimació. Abans de graduar-se va publicar diversos episodis de llibres sobre farmacologia de les vies aèries i un article sobre Assistència a Atemptats amb Gasos Nerviosos.

Només graduar-se va començar a treballar a l'Empresa Pública de Emergencias Sanitarias (EPES) de la Junta de Andalucía, ocupant llocs de Cap d'Equip d'Emergències Prehospitalàries, Cap de Sala de Coordinació Mèdica i Responsable de l'Equip de Resposta davant de Riscos Tecnològics.

Com a membre de la EPES va participar en la missió humanitària de l'AECID (Agencia Española de Cooperación Internacional) per les inundacions a Beluchistán (Pakistán) el 2011. Després d'això va treballar per a International SOS com Oficial Mèdic a llocs com Serra Lleona, Mauritània, Indonèsia o Papua – Nova Guinea. Va formar part de la missió de resposta internacional al brot d'Ebola a Serra Lleona el 2014. També ha participat com Oficial Mèdic de la KFOR (Missió de Pacificació de Kosovo de la OTAN) en les bases de Novo Selo i Pristina.

El 2017 va participar en dues missions com metge d'urgències per a la missió conjunta de la OMS i el Ministeri de Salut d'Iraq en el recolzament sanitari a la reconquesta de la ciutat de Mosul, ocupada por les milícies integristes del Daesh des de 2014.

Ha treballat per a l'NHS a hospitals d'Escòcia, les illes Malvinas i Anglaterra.

És acadèmic corresponent de la Real Academia de San Dionisio de las Ciencias, Artes y Letras de Jerez de la Frontera i coordinador de la Sección de Astrobiología de l' Agrupación Astronómica Jerezana Magallanes.

Actualment treballa com a metge d'urgències per al Servei Andorrà d'Atenció Sanitària.

És membre de la Societat Andorrana de Ciències i pare de Sofía i Álvaro, bessons de 13 anys d'edat.

En aquesta exposició pretenem exposar breument els principis bàsics en els quals es fonamenta l'astrobiologia, les diferents disciplines que l'engloben i els excitants desafiaments als quals s'enfronta.

**L'origen de la vida**

L'astrobiologia és filla tardana de l'astronomia. I precisament és l'astronomia la ciència que pot prescindir més fàcilment del factor de variabilitat que els fenòmens relacionats amb la vida introdueixen en les altres disciplines científiques. L'astronomia mira a l'univers i allí, ara com ara, no hi ha éssers vius l'erràtic comportament dels quals influeixi en els càlculs i experiments dels astrònoms. Els planetes i els cometes giren amb mecànica exactitud, les estrelles i les galàxies neixen, brillen i esclaten seguint estrictes patrons basats en la seva composició química i en la seva grandària. Fins i tot les naus espacials i els satèl·lits, una vegada llançats des de la Terra, viatgen pel cosmos seguint fredes i estrictes lleis físiques. Durant centenars d'anys els astrònoms han obviat els fenòmens biològics. Però a poc a poc, l'astronàutica va anar superant els problemes purament físics i mecànics que impedien a l'home volar més enllà de l'atmosfera i del camp gravitacional terrestre i va aconseguir enviar un home a la Lluna o llançar un satèl·lit geoestacionari.

Llavors, després d'haver traspassat amb èxit el llindar de l'última i definitiva frontera de la humanitat els va sorgir als astrònoms el gran dubte: hi ha vida més enllà del nostre planeta? Quins rastres caldria seguir per trobar-la? La temptació després d'anys de literatura i mitologia sobre éssers extraterrestres seria començar a divagar sobre petits éssers verds de grans ulls o visitants espacials en platets voladors. Però la biologia hi va trobar una resposta fascinantment simple. Per buscar traços de vida en altres planetes…, per què no investigar com i on va sorgir la vida en l'únic planeta on sabem amb certesa que existeix vida? I aquesta és la primera de les missions de l'astrobiologia. Estudiar l'origen de la vida en la nostra petita, pàl·lida i blava Terra. I malgrat els nostres molts avenços en biologia, química orgànica i bioquímica, encara no tenim certesa de com, quan i on va sorgir la vida. Ni tan sols, ja posats, som capaços d'oferir una definició clara sobre què és la vida.

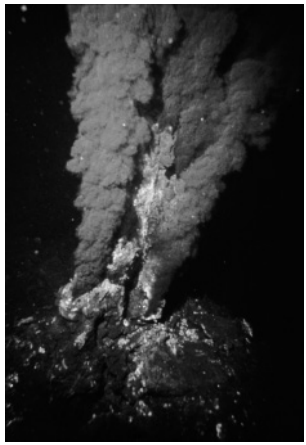
Per simple intuïció podem diferenciar els éssers vius de la matèria inerta, però arribar a concretar quins elements defineixen la vida és una tasca bastant més complexa. La NASA (Agència Espacial Nord-americana) va establir un comitè per a aquest efecte que va arribar a redactar fins a onze definicions de vida i, finalment, a proposta d'un tal Carl Sagan, van acordar que la vida no és res més que "un sistema químic acte-sostenible capaç d'evolució darwiniana". Sí, és una definició discutible i ambigua, però ningú no ha dit que el concepte *vida* fos fàcilment delimitable. Aquesta falta d'una definició sòlida del concepte central de la matèria que ens ocupa no pot, això sí, paralitzar-nos. I no deixem de fer-nos preguntes sobre l'origen de la vida.

Quan? Calculem que la Terra es va formar fa uns 4.500 milions d'anys. Però per a l'aparició de les primeres formes de vida era necessària una atmosfera, oceans i que la Terra estabilitzés l'eix de rotació de la seva òrbita. Això últim es va aconseguir gràcies a la Lluna, que va sorgir precisament en esqueixar-se de la Terra després d'un impacte amb un altre astre. I així, fa al voltant de 3.900 milions d'anys van sorgir les primeres formes de vida.

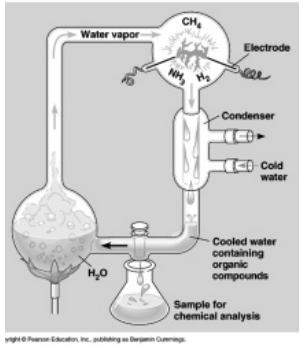
On? Si bé hi ha diverses teories sobre aquest tema, cosa absolutament habitual en qualsevol

camp de l'astrobiologia, un dels candidats més plausibles és que la vida es va originar en les fonts hidrotermals, és a dir, en aquelles àrees de les profunditats marines on la calor del mantell terrestre contacta amb l'aigua de la mar i fa possible la vida, no sols per la calor que emana d'aquestes crides sinó pels metalls pesants provinents de les profunditats de la Terra que permeten sintetitzar molècules més i més complexes que al final acaben component un organisme viu.

I finalment…, com? Aquesta, òbviament, és la pregunta més difícil de contestar. Com, a partir de compostos simples, s'acaba formant un ésser capaç de replicar-se, de reaccionar al món que l'envolta i que, sobretot, és capaç de sintetitzar energia per dur a terme les dues missions anteriors. No podem afirmar encara en quin moment exacte i gràcies a quin procés concret un grup de molècules es va convertir en el primer ésser viu, però ja s'han fet passos interessants. I m'agradaria destacar l'experiment de Miller-Urey perquè resumeix molt bé l'essència de la recerca astrobiològica.



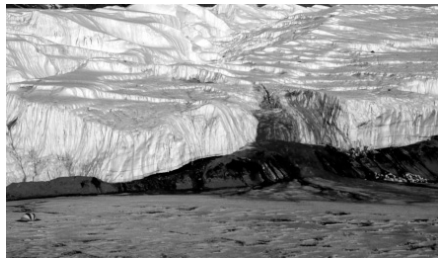
Font hidrotermal de la dorsal atlàntica



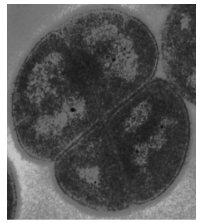

Experiment de Miller i Urey

L'astronomia es vanta de ser una ciència a la qual qualsevol aficionat pot fer aportacions realment importants amb aparells molt bàsics des del pati posterior de casa seva. I aquest experiment, vital per entendre el sorgiment de la vida al nostre planeta, només va necessitar unes quantes probetes, una mica de corrent elèctric i grans dosis de paciència i talent. El 1953 Stanley Miller, en aquell temps estudiant de química, va simular l'atmosfera primigènia de la Terra (formada per amoníac, metà, diòxid de carboni i vapor d'aigua) a la qual va aplicar descàrregues elèctriques simulant les intenses tempestes habituals en aquelles primeres eres de la Terra per obtenir diversos aminoàcids, la qual cosa va demostrar que la vida podria haver sorgit en les condicions que se suposa existien en la Terra. Així que ja tenim almenys unes certes pistes d'on podríem trobar vida: aigua, atmosfera, elements pesants, energia en forma de tempestes elèctriques o de la calor de l'interior de planetes rocosos… Això és el que hem de buscar. Però no ens quedem aquí. Som optimistes. Per descomptat no esperem trobar un planeta exacte al nostre on visquin mamífers similars a l'*Homo sapiens*. Som uns éssers complexos amb uns marges realment estrets de temperatura, pressió, llum, etc. on poder desenvolupar-nos sense problemes. La vida humana, en definitiva, és impossible en molts punts del nostre propi planeta. Però existeix vida en llocs realment insospitats. Un d'aquests paradisos dels astrobiòlegs, on es donen formes de vida en entorns realment *hostils*, és Río Tinto, a Huelva, però en aquest cas, per no pecar de xovinisme, voldria assenyalar les sorprenents Blood Falls, les Cataractes de Sang de la vall de McMurdo a l'Antàrtida. Un lloc sense llum, ni oxigen i amb una altíssima salinitat on s'han identificat fins a 17 bacteris diferents.

Perquè existeixen éssers, els nostres amics els extremòfils amb una capacitat demostrada de viure i desenvolupar-se en condicions absolutament intolerables per a altres éssers. Unes condicions que sí que podrien donar-se en altres punts de l'espai exterior. I si buscant els elements que abans esmentàvem, ens arribem a trobar aquestes condicions en principi tan poc propícies per a la vida hem de pensar que sí, que existeixen éssers aquí mateix que viuen diàriament en aquestes condicions, per la qual cosa els extremòfils són tan interessants per als astrobiòlegs. I malgrat l'hostilitat d'aquestes condicions, existeixen nombrosos organismes capaços de desafiar aquestes condicions inhumanes i gairebé incompatibles amb la vida. Hem de classificar-los per les seves característiques: tenim els termòfils, acidòfils, halòfils, xeròfils, piezòfils…, dels quals m'agradaria seleccionar-ne dos per la seva especial rellevància, el *Deinococcus radiodurans* i el *Tersicoccus phoenicis*. Almenys, com hem pogut veure, tenim unes certes pistes, unes certes claus a l'hora de buscar vida fora del nostre planeta.



Cataractes de Sang a la glacera Taylor, a la vall de McMurdo (Antàrtida). Foto de Peter Rejcek, National Science Foundation



Deinococcus radiodurans

**Cerca de vida extraterrestre**

Ja que tenim les claus que hem de seguir a l'hora de la cerca de vida, ara hem de pensar en els llocs idonis per trobar aquests elements. I com que avui dia només coneixem la vida basada en el carboni i aquesta només pot produir-se en llocs com la Terra, perquè això és precisament el que estem fent, buscant llocs semblants al nostre planeta. I quines característiques exigiríem a un hipotètic agent immobiliari espacial per trobar una casa adequada a les nostres necessitats? Perquè necessitaríem:

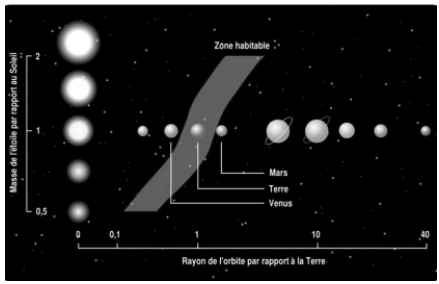
- Una estrella de la grandària i tipus adequats. Les massa grans no permetrien la vida en els seus voltants i les massa petites produirien l'anomenat acoblament per marea, aquells planetes prou pròxims a l'estrella començarien a girar sincrònicament i el planeta sempre donaria la mateixa cara cap a l'estrella, la qual cosa dificultaria molt la vida en ella. A més ha de ser una estrella que duri prou perquè la vida tingui temps de desenvolupar-se.
- Una bona localització: el planeta ha d'estar a la distància justa; no gaire pròxim perquè l'energia i la calor de l'estrella no facin impossible la vida i no gaire llunyà per no viure en un hivern perpetu.
- Una bona grandària: un planeta massa petit no tindrà la massa suficient per mantenir la seva pròpia atmosfera, alguna cosa que hem vist que és imprescindible.
- Finalment: podem trobar un planeta amb totes aquestes característiques però, és clar, hem d'arribar en el moment just. Recordem que durant els primers 1.000 milions d'anys no va haver-hi vida en aquest planeta…

La cerca de planetes amb aquestes característiques ja ha donat fruit i ja hi ha desenes de candidats, les anomenades superterres o exoplanetes.

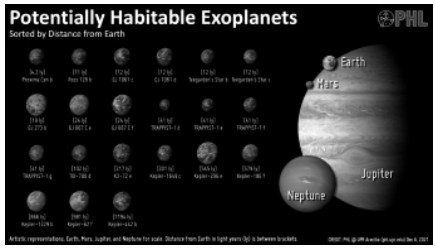
A més d'aquests candidats m'agradaria assenyalar-ne dos més: un és Europa, una de les llunes

de Júpiter. És un planeta que conté un oceà de més de 100 km de profunditat cobert per una fina capa de gel. Europa atreu l'atenció dels astrobiòlegs perquè aquesta enorme quantitat d'aigua és un vast territori on buscar vida i per la proximitat relativa, ja que només es trigarien uns 12 anys a arribar-hi. De fet, la NASA té projectada una missió a Europa que, si s'aconsegueixen els fons necessaris, partirà de la Terra al voltant de l'octubre de 2024 (https://www.jpl.nasa.gov/missions/europa-clipper).

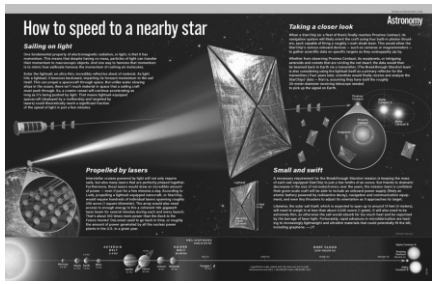
L'altre candidat, l'estrella Pròxima Centauri, està una mica més lluny. De fet a 4 anys llum de distància, que a la velocitat dels coets actuals ens portaria més de 135 anys completar. Si bé és una distància inassumible per a missions tripulades, les condicions al voltant d'aquest sistema d'estrelles el converteixen en un lloc molt prometedor i científics de tot el món, entre ells el famós físic teòric britànic Stephen Hawking, han creat una plataforma per promoure l'enviament de microsondes espacials per *espiar* la possibilitat de vida en el veïnat (https://breakthroughinitiatives.org/).




Zona d'habitabilitat del nostre sistema solar




Catàleg d'exoplanetes

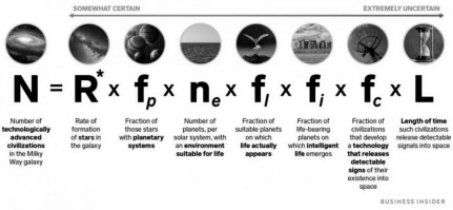



Esquema del projecte StarShot de sondes interestel·lars no tripulades

**Protecció planetària i colonització espacial**

Davant tots aquests avanços cal plantejar-se la gran hipòtesi. Què ocorreria si trobéssim vida extraterrestre? L'astrobiologia ha desenvolupat una altra disciplina, la protecció planetària, que no és una sèrie d'estacions de radar que ens defensi d'una possible invasió d'agressius alienígenes embarcats en naus espacials. Són una sèrie de protocols que eviten l'arribada sense control a la Terra de potencials microbis provinents d'altres llocs i que funcionen, com no podia ser d'una altra manera, en tots dos sentits. Quan s'envia una sonda o nau a qualsevol lloc es procura no contaminar l'àrea més de l'estrictament necessari. I no creguin que és senzill. Per exemple, a data d'octubre de 2022 es comptabilitzen 18 artefactes en la superfície de Mart. L'últim a arribar ha estat el Rover xinès Zhurong. Moltes no són res més que ferralla. Tristament, l'home ja ha aconseguit deixar escombraries fins i tot fora del nostre planeta. I aquesta dada ens obliga a reflexionar sobre la nostra condició. I sobre la més famosa de les equacions de l'astrobiologia, l'equació de Drake, que serveix per calcular la quantitat de

possibles civilitzacions amb les quals podríem contactar. Aquesta equació, totalment teòrica, adquireix un valor mínim d'1 (estaríem sols al cosmos) i un valor màxim de 156 milions. En tractar la vida fora de la Terra, la literatura i el cinema sempre han plantejat l'arribada d'extraterrestres, la majoria de les vegades amb la fosca intenció de posar fi a la nostra raça i aprofitar-se dels nostres recursos. Però avui dia nosaltres, les races humanes, som els veritables potencials invasors.




Equació de Drake

Què ocorreria si trobéssim un planeta amb vida amb escales inferiors a la nostra? Respectaríem els seus recursos? Com ens relacionaríem amb una possible raça d'extraterrestres que es trobés en la nostra prehistòria o en la nostra edat antiga? Personalment, crec en la bondat de l'ésser humà però la nostra història comuna, plena d'invasions i exterminis, m'obliga a ser caut en aquest punt.

Pàgina web de l'Oficina de Protecció Planetària de la NASA

A més de totes aquestes hipòtesis, fascinants, però exclusivament teòriques, els astrobiòlegs també treballem amb certeses. I la veritat és que sí que existeix un tipus de vida en l'espai en l'actualitat, la nostra.

Des de la primera visita de l'home a l'espai, el viatge de Iuri Gagarin a bord de la *Vostok 1* el 1961, es va crear una de les branques de l'astrobiologia, la medicina i la biologia espacial, que investiga els efectes de la vida en l'espai en l'home i altres organismes. Fins ara aquestes estades no han estat especialment llargues (el rècord l'ostenta el cosmonauta rus Valeri Vladimiròvitx Poliàkov que, el 1994, va romandre a l'estació russa MIR 437 dies, 17 hores i 58 minuts. És a dir, a penes un any i dos mesos. Que sí, que no és un període menyspreable, però que és insignificant si considerem que només el viatge d'anada a Mart dura uns nou mesos i si pensem que qualsevol astronauta supera estrictes proves de salut abans d'iniciar les seves missions i que una vegada a l'espai viuen en entorns extremament controlats amb una contínua supervisió mèdica. És a dir, avui dia la medicina espacial no és sinó una salut laboral molt sofisticada.

Però si de veritat considerem la possibilitat d'enviar equips de mineria a asteroides o les missions tripulades a Mart es converteixen en una realitat, hem de començar a considerar una veritable medicina espacial, sense oblidar l'anomenada escotobiologia (la biologia de la foscor), que és on es desenvoluparien moltes de les activitats de l'ésser humà en l'espai. I que no s'oblidi l'aparició de malalties, tant noves patologies que apareixeran en moure'ns en nous ambients com investigar l'evolució i tractament de malalties que els humans ja sofrim. En definitiva, com es tracta una grip en un asteroide? I no sols això, i ja entrem en terrenys veritablement fascinants i amb una important càrrega ètica, la medicina de processos fisiològics. L'anomenada obstetrícia espacial, que estudia què ocorrerà quan una dona quedi embarassada aquí a dalt, i la cosmopediatria, que té al davant un dels dilemes mèdics i ètics més absorbents de l'astrobiologia: estudiar com es

desenvoluparia un nen que nasqués i creixés en una estació espacial o una base extraterrestre. Com veuen, una ingent tasca que necessitarà de l'esforç de professionals i científics d'una enorme varietat de disciplines. I això, no és tot.

**Dret internacional de l'espai**

Com ja vaig anunciar, són moltes i variades les disciplines que interessen l'astrobiologia. I les ciències jurídiques tampoc en són alienes. Com tota activitat humana, l'exploració i colonització d'altres territoris haurà de ser regulada per una sèrie de normes. De fet, l'espai exterior ja té el seu propi marc legal. El 1959, just després del llençament de l'*Sputnik*, l'Assemblea General de les Nacions Unides va establir el Comitè per a Usos Pacífics de l'Espai Exterior de les Nacions Unides (COPUOS, en les sigles en anglès), compost per un comitè científic i un de jurídic. Aquest últim ha promogut diversos tractats internacionals, com el Tractat espacial o més correctament el Tractat sobre els principis que han de regir les activitats dels estats en l'exploració i la utilització de l'espai ultraterrestre, fins i tot la Lluna i altres cossos celestes, del 1967, al qual van seguir l'Acord sobre rescat espacialst del 1968; la Convenció sobre responsabilitat civil, del 1972; la Convenció sobre el registre d'objectes llançats a l'espai exterior, del 1975 i el Tractat lunar, del 1979.

Aquest cos legal s'ha complementat amb diverses declaracions: la Declaració sobre principis legals de l'exploració espacial, del 1963; la d'ús de satèl·lits artificials per a transmissió de senyals de televisió, del 1982; la d'ús de sensors remots per a la captació de senyals de la Terra des de l'espai exterior, del 1986; la de l'ús de fonts d'energia nuclear en l'espai exterior, del 1992, i la de cooperació internacional en l'exploració i ús de l'espai exterior per a tots els països, especialment aquells en vies de desenvolupament, del 1996. A causa de l'extraordinari avenç de la tecnologia aeronàutica, l'ONU va fundar el 1993 l'Oficina de les Nacions Unides per a Assumptes de l'Espai Exterior (UNOOSA, per les sigles en anglès), que ha servit des de llavors com a secretaria executiva del Comitè Espacial.

Però avui dia la possibilitat de colonitzar Mart o d'emprendre la mineria d'asteroides exigeix una legislació concorde i específica i ja s'estan fent els primers passos, com l'Space Act dels EUA, del 2015 (Spurring Private Aerospace Competitiveness and Entrepreneurship Act of 2015). Aquest decret permet a ciutadans estatunidencs emprendre de manera privada l'explotació comercial de recursos espacials, inclosa l'extracció d'aigua i minerals de qualsevol cos celestial, però prohibeix l'ús comercial de qualsevol forma de vida. Encara que aquesta llei afirma categòricament que no es podrà exercir sobirania o drets de propietat sobre cap astre, alguns experts opinen que el sol reconeixement de propietat sobre els recursos és en si mateix un acte de reconeixement de sobirania, la qual cosa contravindria el Tractat espacial. Com veuen, és un terreny on el dret també s'enfronta a nous reptes. I fins i tot, un país amb escassa tradició aeronàutica com Luxemburg ha llançat una iniciativa internacional per desenvolupar un marc legal que permeti l'extracció de recursos minerals d'asteroides. Molts legisladors i experts en dret opinen que serà suficient aplicar la legislació sobre el dret marítim a l'exploració espacial i que les futures bases extraterrestres a Mart o a qualsevol altre lloc podrien regular-se amb l'actual reglament que regeix l'espai espacial internacional. Si bé existeixen unes certes equivalències, potser la mineria d'asteroides presenta situacions més complexes que les que van presentar al seu moment les plataformes petrolieres a la meitat de l'oceà i no podem oblidar que a les estacions espacials, tant la MIR com l'ISS, només hi han viscut unes desenes d'astronautes durant uns mesos i que la vida de forma continuada

d'una comunitat de residents d'uns centenars o milers de persones requerirà una legislació més completa.
Quina nacionalitat tindran els nascuts fora del nostre planeta? Quin sistema legal regirà la vida de les colònies extraterrestres? Seran necessàries presons a Mart? Una sèrie de dilemes que la condició humana ens obligarà a plantejar-nos en un futur més o menys pròxim.

Centre Europeu d'Explotació de Recursos Espacials

**Metafísica de la vida**

Finalment, la filosofia i la metafísica també interessen als astrobiòlegs. Perquè davant el fenomen de la vida, davant aquest fet tan absolutament escàs en l'enorme paisatge còsmic, abans o després ens sorgeix la inevitable pregunta… Per què? Per què s'han produït aquesta sèrie d'esdeveniments que han fet possible que en un minúscul punt blau pàl·lid del cosmos es desenvolupi això que anomenem vida? Davant aquesta pregunta que ens obliga a pensar més enllà de nosaltres mateixos en el temps i l'espai tenim dues respostes antagòniques. Els defensors del principi copernicà, batejat així pel matemàtic i cosmòleg austríac Herman Bondi el 1948, afirmen que la Terra no ocupa cap posició central i que els humans, per tant, no som observadors privilegiats de l'univers. Que la vida s'ha desenvolupat a la Terra per la pura acció de les lleis físiques i químiques i que aquesta no ha de ser un fet aïllat en l'univers, perquè les condicions que han originat l'aparició de la vida i de la intel·ligència al nostre planeta han de donar-se també en un gran nombre d'altres planetes. Perquè no és fàcil que es donin totes les condicions que es requereixen perquè sorgeixi la vida, tenim a la nostra disposició el temps i l'espai suficients perquè es repliquin les condicions necessàries en altres llocs i moments. Els que creguin en el principi antròpic, batejat així pel físic australià Brandon Carter el 1973 enuncia que "el món és necessàriament com és perquè hi ha éssers que es pregunten per què és així". Aquest principi defensa que l'univers és com és precisament perquè en algun lloc es donin les condicions perquè es desenvolupi la vida basada en el carboni (PA feble o l'anomenat *xovinisme del carboni*) o perquè es desenvolupi la vida intel·ligent (PA forta), o fins i tot perquè la vida intel·ligent es desenvolupi en l'Univers i mai desaparegui (PA final). En definitiva, uns defensen que la vida senzillament és una conseqüència del cosmos i altres defensen que l'univers és precisament com és per poder acollir la vida en el seu si i que es desenvolupi en la vida intel·ligent que li doni sentit. Jo em sento incapaç de decantar-me per cap dels dos corrents de pensament. No obstant això, sí arribo a albirar allò que els defensors de tots dos conceptes, per molt enfrontats que estiguin, tenen en comú. I és el fet innegable que la vida és un bé escàs i preciós. Per a uns som els guanyadors d'una loteria còsmica, la que ens ha col·locat en el moment i lloc just per estar vius. Per a uns altres la vida és el regal d'un ésser superior, que precisament va albirar un univers perquè nosaltres hi visquéssim i li donéssim sentit. En qualsevol cas, som tremendament afortunats. Gaudim d'un immens poder, del qual estan mancades les estrelles més massives; el poder de la vida. Posseïm la capacitat de transformar i millorar el nostre entorn i a nosaltres mateixos. I aquest immens poder, no hi pot haver cap dubte, comporta una enorme responsabilitat. Som responsables de defensar la vida i no desistir de la nostra obstinació d'aprofundir en qualsevol dels seus aspectes. D'estudiar i intentar comprendre aquest estrany i meravellós fenomen en qualsevol de les seves manifestacions.