



<https://doi.org/10.36592/opiniaofilosofica.v14.1103>

As bases filosóficas da astrobiologia

The philosophical foundations of astrobiology

Bruno Leonardo do Nascimento-Dias¹

Matheus Tostes Furtado²

Aline Hamdan de S. Vilas Boas³

Volnei Ramos Martins⁴

Fernando Olszewski⁵

Antonio Augusto Passos Videira⁶

Resumo

Este artigo descreve o papel que a filosofia desempenha no processo de constituição da astrobiologia como uma ciência legítima. Dirigindo o foco da discussão para os conceitos de vida e habitabilidade, procuramos mostrar de que modo a analogia contribui para que a Astrobiologia seja uma disciplina científica. Defendemos que a noção de habitabilidade esclarece adequadamente a função exercida pela filosofia. Palavras-chave: metaciência; habitabilidade; extremófilo; universalidade; autonomia.

Abstract

This article describes the role that philosophy has in the process of establishing astrobiology as a legitimate science. Focusing on concepts such as life and

¹ Doutor em Física. Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Filosofia na Universidade do Estado do Rio de Janeiro e IAG/USP.

E-mail: bruno.astrobio@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-3632-9073>

² Bacharel em Filosofia - Universidade Federal Fluminense. Mestrando no Programa de Pós-Graduação em Filosofia na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

E-mail: matheustostesf@live.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-6334-7031>

³ Mestre em Teoria e Filosofia do Direito pela UERJ. Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Filosofia na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

E-mail: alinehamdan815@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9179-4699>

⁴ Mestre em Filosofia pela UFPR. Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Filosofia na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

E-mail: volrammartins@gmail.com. Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5236-9967>

⁵ Bacharel em Filosofia pela Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro, Bacharel em Economia pela University of North Dakota.

folszewski@gmail.com. Orcid Id: <https://orcid.org/0000-0002-5711-2674>

⁶ Doutor em Filosofia e História da Ciência pela Universidade de Paris VII. Professor titular do Departamento de Filosofia da Universidade do Rio de Janeiro.

E-mail: guto@cbpf.br. Orcid <https://orcid.org/0000-0003-4369-9221>

habitability, we seek to show how the analogy contributes to astrobiology being a scientific discipline. We argue that the notion of habitability adequately clarifies the role played by philosophy.

Keywords: metascience; habitability; extremophile; universality; autonomy.

Introdução

O objetivo deste artigo é descrever e analisar as razões pelas quais a Astrobiologia pode ser considerada uma ciência legítima, ou seja, uma área de investigação autônoma, na medida em que ela é capaz de apresentar resultados válidos sob o ponto de vista daquilo que é entendido como boa ciência. Os resultados fornecidos pela Astrobiologia, em que pese o fato de ela ainda não ter conseguido provar a existência daquele que seria o seu mais importante objeto de estudo, i.e., a vida extraterrestre, são científicos.

Dois são os motivos que fazem parte da inquietação filosófica que orientam este texto: 1º) a natureza interdisciplinar da Astrobiologia, que se apoia, fazendo uso consistente, em muitas áreas da ciência natural, e 2º) a utilização da analogia como essencial tanto na análise de dados empíricos quanto no fortalecimento da perspectiva da Astrobiologia como atividade científica. O elemento de ligação entre estes motivos é constituído pelos conceitos ‘extremófilo’ e ‘habitabilidade’. Além disso, é importante ressaltar que a Astrobiologia pode ser compreendida como uma tradição de pesquisa, na medida em que ela se insere naturalmente numa história, já antiga, que se interessa pela busca de vida em outros mundos.

O trabalho está dividido em cinco seções, além da conclusão. A primeira seção contrapõe a Astrobiologia à noção de tradição de pesquisa de modo a sustentar a meta de que é correto considerá-la como uma ciência. Na seção seguinte, dedicada à noção de extremófilos, procura-se mostrar de que modo a analogia desempenha uma função importante no processo de obtenção e análise de dados empíricos, capazes de tornar consistente a perspectiva de que a Astrobiologia é uma disciplina científica. A mesma preocupação encontra-se na quarta seção, cujo tema é habitabilidade. Em outras palavras, discute-se a relevância da noção de habitabilidade, entendida como a reflexão em busca das condições de possibilidade dos locais onde a vida seria possível. A quinta seção retoma as relações da filosofia com a astrobiologia ao analisar a pretensão desta última à universalidade. Finalmente, a sexta e última seção oferece as razões pelas quais a filosofia, em

particular, a metafísica, é um elemento importante na constituição da cientificidade da Astrobiologia.

1 Astrobiologia: uma tradição de pesquisa de busca por vida extraterrestre

As tradições de pesquisa são constituídas por um conjunto de propriedades que contribuem para o seu desenvolvimento por meio de elementos responsáveis por gerar processos investigativos ou os métodos utilizados para resolver problemas. Em geral, essas tradições de pesquisas possuem certos aspectos em comum que, de acordo com Laudan (1978), em sua obra *Progress and its problems: Towards a theory of scientific growth*:

(1) possuem diversas teorias específicas que as exemplificam e parcialmente as constituem;

(2) apresentam vínculos *metafísicos e metodológicos* que, em seu conjunto, as distinguem de outras de forma a forjar sua individualização;

(3) ao contrário de teorias específicas, que possuem um conjunto reduzido de enunciados teóricos específicos, elas têm uma longa história devido a estarem constantemente passando por formulações.

Entretanto, as tradições de pesquisa não devem ser consideradas preditivas ou diretamente testáveis; constituem-se como ferramentas disponíveis para resolver problemas, tanto empíricos quanto conceituais. Assim, as tradições de pesquisas influenciarão a extensão e o peso dos *problemas empíricos*, tal como os *problemas conceituais* possíveis que as teorias dessa tradição podem gerar. Em geral, por meio delas são feitas delimitações de aplicações de suas teorias constituintes, indicando o que convém em um determinado *campo*⁷.

Desse modo, a pesquisa por busca de vida extraterrestre, que possuía uma abrangência ampla e sem um direcionamento específico, precisou passar por reformulações que pudessem forjar um *programa de pesquisa*⁸ aceitável dentro do

⁷ Os campos são produtos da história que resultam de processos de diferenciação social, são mundos compostos por microcosmos autônomos (cultural, econômico, científico entre outros...) dispostos no interior do mundo social. Assim, o que determina a existência de um campo são os investimentos econômicos e interesses específicos de um grupo de pessoas ou de instituições (Bourdieu, 1987 pág.32).

⁸ Um programa de pesquisa, segundo Imre Lakatos, é uma estrutura que fornece um guia para futuras pesquisas, tanto de maneira positiva, como negativa. Os programas de pesquisa são considerados progressivos ou degenerativos conforme tenham sucesso, ou persistentemente fracassem, em levar à descoberta de novos fenômenos.

campo científico. Em outras palavras, essa atividade era considerada como impraticável. Afinal, a simples inferência a partir de inúmeros pressupostos “ficcionalis” - ao menos até aquele momento - tais como a possibilidade de existência de outras estrelas idênticas ao Sol, a possibilidade de outros planetas com condições idênticas às da Terra, sustentadas apenas pelo princípio copernicano⁹, não era capaz de ser autossustentável - conceitualmente, talvez. Experimentalmente, como prática e atividade possível de se desenvolver, não.

É importante destacar que a busca por vida extraterrestre até o início da década de 1990 era vista como uma pesquisa que se baseava em grandes especulações¹⁰, mas incapaz de fornecer observações sobre seu objeto de estudo. Por conta da inviabilidade de serem efetuadas verificações de existência de vida fora da Terra, praticantes da ciência, como o biólogo George Gaylord Simpson (1964, p.769), costumavam se referir a esse tipo de pesquisa como "uma 'ciência' que ainda não havia demonstrado que o seu objeto de estudo existia!"

De fato, um praticante da ciência de poltrona não poderia jamais questionar a incredibilidade da solidez dos alicerces de seus argumentos, sobre a viabilidade de existir vida extraterrestre, descritos apenas a partir de especulações, de modo a não ser possível desenvolver práticas capazes de realizar as observações tão imprescindíveis aos praticantes da ciência. Dito de outra maneira, é necessário que exista a possibilidade de realizar intervenções sobre qualquer inferência, ou seja, é preciso poder verificar e falsear as especulações para que seja possível separá-las de possíveis elucubrações. Assim, a reprodutibilidade é parte crucial para que uma inferência especulativa possa ser validada cientificamente. Do contrário, sem essas precauções, é possível sermos direcionados a navegar por um oceano cheio de recifes e águas obscuras, em que se tornam indistinguíveis argumentos científicos de pseudocientíficos.

Considerando tudo que foi exposto até o momento, a primeira questão que precisaria ser resolvida, para que a busca por vida extraterrestre pudesse se tornar um *campo* a ser considerado por praticantes da ciência como uma atividade válida

⁹ Nicolau Copérnico (1473-1543), que em sua obra *Das Revoluções dos Corpos Celestes*, expressa que: “todos os planetas – inclusive a Terra – giram em torno do Sol”, de modo que a Terra não teria uma posição privilegiada no Universo.

¹⁰ Embora a palavra especulação possa ser entendida como toda sorte de discussão, tagarelice e gritaria, Hacking escreve: “o que entendo propriamente por especulação é a representação de um objeto de nosso interesse, um jogo ou uma reestruturação de ideias que venham fornecer ao menos um entendimento qualitativo de algum aspecto geral do mundo”. (Hacking, 2012, p. 310).

para gastar tempo e energia, seria obter resultados a partir de práticas que pudessem fornecer dados sobre a existência de *outros mundos* além da Terra. Em outras palavras, seria necessário que houvesse condições de falseabilidade quanto à constatação de existência de outros planetas, os quais não orbitariam o Sol ou detectar algum vestígio de sinal de vida existindo entre os planetas do Sistema Solar, que pudesse ser observado, verificado, testado e assim validado como vida extraterrestre.

Tudo isso considerado, a vida extraterrestre - principalmente, a busca por vida inteligente extraterrestre - deixou de ser o *ator*¹¹ principal nas pesquisas modernas. A razão se deve, resumidamente, à questão de que na Terra dentre todas as formas de vida possíveis consideradas inteligentes, capazes de se comunicar e que desenvolveram tecnologia para essa atividade, somente se fez presente no planeta em uma fração mínima 0,01% de tempo em relação ao registro mais antigo de vida em nosso planeta. Então, partindo desse pressuposto, a busca por vida comunicante tecnologicamente fora da Terra foi considerada, por analogia e comparação, como uma pesquisa com baixíssimas condições de fornecer resultados - ou até sem qualquer condição de gerar algum resultado.

Diante do exposto e, adotando como pressuposição as condições e tempo de vida unicelular, como algo que existe em torno de 77,8% do tempo total da história do planeta. Passaram a ser, então, concebidas pesquisas, que tomaram como padrão de desenvolvimento esses exemplares unicelulares que existem na Terra. Em outros termos, as condições do próprio planeta passaram a ser utilizadas como padrões para direcionar a busca por sinais de vida fora da Terra. Essa iniciativa se deu como modo de tentar formular um *programa de pesquisa mais plausível*, que justificasse seu desenvolvimento, gasto de tempo e energia de praticantes da ciência, tal como de possíveis investimentos de recursos financeiros.

Ora, se a tradição de pesquisa altera suas *propriedades normativas*¹², seria possível pensar que isso geraria uma nova tradição que difere de sua antecessora. No entanto, é possível argumentar que essa alteração na formulação não é contraditória aos princípios do progresso científico. Inclusive, conforme o filósofo

¹¹ Para Latour (2012), atores são eventos ou entidades, mas não “substâncias”. Em outros termos não é algo que preexiste, está finalizado e perdura, não podendo diferenciá-los de suas manifestações e relações.

¹² São predições que possuem uma boa acurácia para resolução de problemas, ou em outras palavras, são regras e critérios compartilhados entre praticantes da ciência que, segundo eles, estruturam nossa experiência de mundo.

Larry Laudan (1978) "*Toda boa tradição de pesquisa contém um conjunto de propriedades normativas e metafísicas, acerca do modo como suas teorias podem ser modificadas e transformadas, para incrementar sua capacidade de resolver de maneira adequada um número cada vez maior de problemas empíricos e conceituais.*"

Destarte, Laudan mostra claramente que a mudança entre entidades que regem uma tradição de pesquisa não reflete automaticamente na produção de uma tradição *diferente* de sua *antecessora*, de modo diverso à de Thomas Kuhn e à Imre Lakatos, que sugeriam um conjunto de entidades rígidas e imutáveis - Kuhn por meio de seus *paradigmas* e Lakatos por intermédio do *núcleo duro* -, sendo este ponto fulcral para que qualquer mudança nesse conjunto gerasse obrigatoriamente uma nova tradição. Porém, como as informações sobre a origem, evolução, distribuição da vida na Terra pode contribuir com a tradição de pesquisa de busca por vida extraterrestre?

Embora o desenvolvimento na prática não seja algo trivial, a ideia é essencialmente simples. As informações sobre os exemplares terrestres servem como estruturas padronizadas, ou seja, as similaridades entre suas características são utilizadas de modo a criar padrões normativos comparáveis com outros mundos. Então, a partir disso, inicia-se o processo de medições e análises. Laudan, provavelmente, argumentaria que o progresso geral de uma tradição de pesquisa se dá a partir da comparação da adequação entre classes de suposições existentes na tradição antiga com os que constituem as versões mais recentes. Inclusive, os praticantes da ciência devem ser conscientes da existência de 3 classes de suposições, que constituem as estruturas e que podem se manifestar em tradições de pesquisa:

- (1) *Problemáticas*, que são justificadas pela tradição de pesquisa
- (2) *Plausíveis*, que não são proibidas pela tradição de pesquisa, mas exigem uma fundamentação na teoria ou ajustes em sua metodologia;
- (3) *Proibidas*, que não são aceitas pela tradição de pesquisa.

Assim, ainda que a busca por vida extraterrestre, neste momento, permaneça sendo uma tradição de pesquisa que se baseia em grande parte em pressupostos teóricos, o cerne de suas suposições tornou-se *plausíveis*. Este é um ponto de suma importância, pois esses são fatores que contribuem para a demarcação e progressão da tradição de pesquisa como um campo atrativo aos olhos de praticantes da ciência.

Contudo, é importante destacar que embora a tradição de pesquisa de busca por vida extraterrestre tenha se tornado plausível, ela durante um tempo permaneceu ainda dependendo de elementos mais "palpáveis" para que pudesse ser percebida como um campo científico.

Em 1995, Mayor e Queloz deram um passo relevante, para que a tradição de pesquisa de busca por vida extraterrestre pudesse ser considerada científica, quando foram capazes de fornecer dados observacionais sobre o primeiro planeta orbitando uma outra estrela (chamada *51 Pegasi*), conhecida como gêmea solar por ter características iguais às do Sol. Em outras palavras, existem repetições de elementos muito semelhantes e familiares aos constituintes do Sol, tais como a metalicidade, a luminosidade, a massa entre outros que são perceptíveis com base em medidas obtidas por instrumentações científicas.

Desde então, testemunhou-se uma explosão de dados, em que um pouco mais de cinco mil exoplanetas já foram detectados (Christiansen, 2022). Cabe dizer que talvez alguns desses exoplanetas podem ser, enfim, esses outros mundos. Esses planetas giram ao redor de outras estrelas que não o Sol e, por isso, o prefixo *-exo*. Esses exoplanetas tornaram-se, enfim, entes concretos, observáveis, mensuráveis e suas condições de existência são falsificáveis através das técnicas da astronomia moderna.

Atualmente, além do planeta Marte e as luas do Sistema Solar, é possível dizer que os exoplanetas se tornaram estruturas representativas das condições segundo as quais os seres vivos podem existir. Este, então, pode ser visto como um ponto fulcral, afinal, antes "apenas" se buscava por vida fora da Terra de modo limitado ou demarcado por regiões em que os ambientes possuíssem condições restritas para seres humanos existirem. Porém, agora outros ambientes, previamente considerados hostis para vida existir, passaram a ser considerados como condição de possibilidade para a existência da vida.

Este, inclusive, é o tema que será abordado com mais detalhes na próxima seção. Este aprofundamento sobre essa questão é importante, pois os ambientes extremos - consequentemente os extremófilos - passaram a ter grande importância na pesquisa de busca por vida extraterrestre devido a terem ampliado as condições e expectativas sobre "o que pode ser encontrado fora da Terra". Vale ressaltar, por fim, que até mesmo ao maior cético da atividade de busca por vida extraterrestre, como George Gaylord Simpson dizia que: "*a probabilidade de existirem planetas*

adequados era razoável e a probabilidade de que a vida - microbiana - tenha surgido neles seria significativamente menor, mas ainda apreciável” (Simpson, 1964).

2 Extremófilos e ambientes análogos como condições de possibilidade da Astrobiologia

Para que a Astrobiologia pudesse deixar de ser uma área puramente especulativa e fosse alçada ao patamar de ciência propriamente dita, pesquisadores dedicados à busca por vida fora da Terra precisaram preparar o terreno conceitual no qual ela se ergueria. Isso foi necessário por um motivo muito específico. Sabemos há bastante tempo que outros planetas e luas do sistema solar não possuem uma história natural igual a da Terra. Com a descoberta dos primeiros exoplanetas, no final do século XX, e com o avanço na detecção de exoplanetas que se seguiu, tornou-se ainda mais claro que, quando se trata de buscar sinais de vida extraterrestre, a ciência tem um enorme obstáculo: assim como no caso dos nossos vizinhos dentro do sistema solar, a grande maioria dos planetas e corpos celestes que descobrimos fora dele também são muito diferentes do nosso. Nesses corpos, é improvável, senão impossível, que a vida tal como a conhecemos comumente na Terra tenha a chance de prosperar.

Portanto, para superar esse obstáculo, cientistas e filósofos perceberam que poderiam tomar tipos de organismos terrestres não muito conhecidos como exemplos de organismos que nós seríamos capazes de encontrar fora da Terra, em ambientes que, para a maior parte da vida, são extremos. Referimo-nos aos chamados “extremófilos”, organismos que a humanidade não tem contato exceto no âmbito da pesquisa biológica altamente especializada. No que tange à Astrobiologia, o conceito do extremófilo não é apenas um artifício vazio usado para justificá-la como ciência. Extremófilos terrestres nos permitem entender que a busca por vida fora da Terra, para ser mais completa possível, não pode mirar apenas na obviedade dos lugares comuns, pois a própria vida na Terra se esconde mesmo nos espaços onde inicialmente acreditava-se não haver vida alguma — e é na ideia do ambiente extremo que o poder da analogia se faz presente na busca por extremófilos extraterrestres, como veremos adiante.

Na ausência de uma descoberta inequívoca de vida extraterrestre similar às formas de vida mais familiares que conhecemos, o conceito de extremófilo permite que a Astrobiologia se sustente como ciência. Levando em conta a crucial questão dos ambientes extremos, outra forma de colocarmos isso é a seguinte: dadas as vastas diferenças entre os lugares comuns da Terra e ambientes extraterrestres, o conceito de extremófilo, um ser vivo capaz de habitar lugares letais para a maioria dos seres vivos, tornou-se uma condição de possibilidade para a Astrobiologia existir como ciência. Portanto, foi necessária a construção de um conceito filosófico que abrisse o horizonte da pesquisa da vida para além de nossa atmosfera.

O que, então, seriam extremófilos? Os autores Mariscal e Brunet (2020, p. 157) mencionam uma definição simples, dada na década de 1970 por MacElroy (1974, p. 74-75), segundo a qual extremófilos seriam microrganismos capazes de prosperar em condições extremas. O termo em si significa “amante de extremos”, do grego *φιλία* e do latim *extremus*. Mariscal e Brunet (2020, p. 173) propõem uma abordagem pluralista, que leva em conta as seguintes definições de extremófilos: extremófilos são organismos que prosperam nos limites da habitabilidade humana; organismos que prosperam no limite dos espaços habitados pela vida em geral; e, por último, organismos que prosperam no limite do espaço inabitado. Já outros autores, como Rothschild e Mancinelli (2001, p. 1092), simplificam a ideia e tomam para si a antiga definição de MacElroy, considerando como extremófilo todo e qualquer organismo que prospera em ambientes extremos. Embora a definição de “extremófilo” seja continuamente trabalhada, como podemos ver em artigos publicados recentemente, fica claro que a Astrobiologia privilegia a simplicidade da definição de MacElroy. Como afirmam Rothschild e Mancinelli (ibid., tradução nossa), um extremófilo é: “Um organismo que prospera em um ambiente extremo [...]”

“Extremos” incluem, segundo Rothschild e Mancinelli (ibid.), extremos físicos — como, por exemplo, temperatura, radiação ou pressão — e extremos geoquímicos — como, por exemplo, salinidade, pH, dessecação e potencial eletroquímico. Aqui começa a se tornar óbvia a importância da analogia para Astrobiologia, visto que é através do pensar em ambientes análogos aos extremos terrestres, onde encontramos organismos extremófilos na Terra, que somos capazes de enxergar a possibilidade da vida em ambientes extremos fora da Terra. Esse pensar analogamente em relação aos ambientes terrestres e extraterrestres expande

o horizonte conceitual da vida e permite a Astrobiologia existir como ciência. Contudo, analogias muitas vezes foram tratadas como maneiras incertas ou impróprias de se raciocinar, com alguns céticos considerando-as: “[...] uma forma vaga de raciocínio [...]” (Dick, 2013, p. 231). Portanto, uma defesa do uso de análogos e da analogia propriamente dita é crucial para a Astrobiologia.

Para Dick (ibid.), visto que análogos contribuíram para o avanço da ciência ao longo da história, a analogia também é uma maneira válida de se pensar vida alienígena. Respondendo àqueles que consideram a analogia uma forma demasiadamente incerta de se raciocinar, Dick (ibid.) aponta dois estudos filosóficos pioneiros sobre o poder da analogia. O primeiro deles, escrito pela filósofa Mary Hesse, intitulado *Models and Analogies in Science*, argumenta que modelos e analogias são integrais para a prática e o avanço científico. Dick discorre sobre alguns exemplos dados por Hesse, como modelos de luz e som baseados em ondas e o uso de bolas de bilhar movendo-se aleatoriamente para explicar o comportamento dos gases. O livro de Hesse, escreve Dick (ibid., p. 232), é favorável à analogia e sua importância para o avanço da ciência.

Outro estudo apontado por Dick (ibid.) como favorável ao uso da analogia por cientistas é de autoria do filósofo Paul Bartha e tem como título *By Parallel Reasoning: The Construction and Evaluation of Analogical Arguments*. Segundo Dick, Bartha demonstra como a analogia é importante para as pesquisas em inteligência artificial, em psicologia e na ciência da cognição. Ele resume o processo de pensamento analógico elaborado por Bartha da seguinte forma: (a) recuperação ou acesso a uma fonte análoga relevante; (b) mapeamento que constrói correspondências sistemáticas entre elementos da fonte e os alvos análogos; (c) inferência analógica ou transferência de informação de uma fonte para um alvo; (d) aprendizado de novas categorias ou esquemas após o raciocínio analógico. Para Dick, esse processo de raciocínio analógico pode e deve ser aplicado ao problema da Astrobiologia. Ele afirma que astrobiólogos que lidam com microbiologia certamente utilizam a analogia, visto que não possuímos nenhuma amostra de microrganismos extraterrestres.

Por conseguinte, é interessante observarmos a importância prática da analogia em estudos de Astrobiologia que visam buscar análogos de ambientes terrestres em outros corpos do sistema solar e fora dele. A importância da analogia para a Astrobiologia na procura por extremófilos tem como um grande exemplo o

artigo *Planetary habitability: lessons learned from terrestrial analogues*. Os autores, Dartnell e Preston (2014, p. 81), afirmam que análogos de ambientes terrestres servem de ponto de partida para quase todas as missões espaciais realizadas em outros corpos do sistema solar, além de servirem para o estudo da habitabilidade de outros mundos. O valor de locais em outros planetas que sejam análogos a localidades terrestres reside justamente na similaridade entre ambos. Os autores (ibid., p. 82-83) articulam a ideia de análogos em “três ordens”.

Análogos de primeira ordem são baseados em evidências empíricas diretas. Por exemplo, temos imagens e comprovação de que Marte é composto de rochas vulcânicas, possui crateras de impactos e calotas polares. Na Terra, lugares similares são habitados, portanto esses análogos marcianos podem abrigar ou ter abrigado vida. Análogos de segunda ordem são baseados em evidência indireta ou altamente sugestiva que aguarda dados para confirmação. Por exemplo, pesquisas sobre as condições e microrganismos do Lago Vostok servem de análogo de segunda ordem para estudos sobre a habitabilidade do oceano de Europa, uma das luas de Júpiter — um oceano que não foi observado diretamente, mas sobre o qual possuímos excelentes evidências indiretas que atestam sua existência. Já análogos de terceira ordem são aqueles que não são sustentados por evidências diretas ou indiretas. Não temos evidência direta ou indireta que a vida existe fora da Terra, porém, análogos terrestres de ambientes extremos encontrados em outros corpos celestes que observamos são importantes para o desenvolvimento da Astrobiologia.

Rothschild e Macinelli (2001, p. 1098-1099) trazem dois exemplos de análogos de ambientes terrestres extremos em outros corpos do sistema solar. O primeiro deles é Marte. Os autores afirmam que Marte é majoritariamente frio e recebe aproximadamente 43% da radiação que recebemos na Terra — porém, por conta de sua fina atmosfera de CO₂, há um fluxo muito maior de radiação na superfície daquele planeta. Além disso, Marte tem baixa pressão atmosférica, o que torna a água em estado líquido instável na superfície. Os autores afirmam que há microorganismos terrestres que poderiam sobreviver caso estivessem cobertos — Marte poderia ter vida em locais subterrâneos, protegida das condições mais extremas da superfície. Outro exemplo dado é a já mencionada lua de Júpiter, Europa. Como abordado anteriormente, há evidências indiretas de que lá existe um oceano abaixo da superfície de gelo. Essa superfície é grossa demais para que a fotossíntese seja possível; no entanto, a energia promovida pela força de maré

produzida pela ação gravitacional de Júpiter sobre este corpo celeste, poderia prover o oceano com energia suficiente para o sustento de uma biosfera exótica. Rothschild e Mancinelli (2001) também utilizam o lago Vostok como análogo terrestre para o provável oceano de Europa.

Embora seja uma ciência nova, a Astrobiologia está estabelecida, o que ilustra o benefício da utilização de outros métodos além da estrita empiria para que novas descobertas possam ser realizadas. Sem o recurso da analogia, essa ciência estaria navegando às cegas e não passaria de pura especulação. Contudo, longe de ser especulativa, a Astrobiologia não apenas tem se firmado como um ramo válido do conhecimento científico, como tem auxiliado no desenvolvimento de missões espaciais de exploração realizadas por agências espaciais de diversos países. O conceito de extremófilo, unido à ideia de ambientes análogos, permite que todo um campo do conhecimento se sustente antes mesmo que haja a descoberta incontroversa de um organismo extraterrestre.

3 Habitabilidade, o novo foco da Astrobiologia

A Astrobiologia tornou-se um campo científico após terem sido observados planetas orbitando estrelas similares ao Sol que podem ter condições de habitabilidade. Contudo, haveria então de se determinar quais seriam os aspectos ambientais planetários necessários para estabelecer condições de habitabilidade. O termo “habitabilidade” foi convencionado como a região em torno de uma estrela (ou estrelas) hospedeira(s) onde a água líquida pode teoricamente existir na superfície de um planeta terrestre dotado de uma atmosfera apropriada (Lingam, 2021). Vale destacar que esta é uma região que já foi nomeada por diversos outros termos. O astrônomo norte-americano Harlow Shapley (1959), por exemplo, defendia a ideia de chamar esta região de “cinturão de água líquida”. Outros, como Carl Sagan e Iosif Shklovsky, sustentavam que a melhor denominação seria “ecosfera planetária”, pois argumentavam que esta nomenclatura faria alusão adequada aos ambientes propícios para vida existir (Shklovsky e Sagan, 1966). Entre as décadas de 1950 e 1960, a denominação de “zona habitável” cunhada por Su-Shu Huang surgiu em meio a uma série de artigos sobre habitabilidade com excelentes argumentos. Este foi um acontecimento crucial para o termo se consolidar e estabelecer a concepção de habitabilidade planetária.

Embora o conceito de habitabilidade seja bem descrito e delimitado em sua definição, é possível questionar sobre equívocos que ele pode gerar quanto à possibilidade de, no passado, o ambiente planetário ter sido habitado, habitável, inabitado ou inabitável. Uma região com condições de habitabilidade pode conter corpos planetários que, no passado, foram habitados e, no presente, seriam inabitáveis como, por exemplo, Vênus. É possível ainda que um ambiente planetário nunca tenha sido habitado e no presente continue com condições inadequadas para vida se estabelecer: a Lua. Existem casos em que um ambiente planetário se mostra inabitado e inabitável, pois as condições em sua superfície são extremamente hostis para a vida, tal como nós conhecemos, como a lua Io de Júpiter. Por fim, é possível que um ambiente inabitável – Marte – por suas altas taxas de radiação e temperaturas extremas, entre diversos outros fatores que não favorecem a vida existir na superfície, mas que não inviabilizaria a possibilidade de que, abaixo de camadas de solos, protegidos de todos esses fatores, existem microrganismos vivos.

Embora os exoplanetas sejam ambientes, nos quais organismos extraterrestres podem se estabelecer, houve, como ainda há, cientistas que duvidaram desta possibilidade. Alfred Wallace formularia uma objeção sobre a validade de encontrar vida nesses ambientes planetários, tal como conhecemos na Terra. Para produzir um mundo precisamente adaptado em todos os detalhes ao desenvolvimento ordenado da vida orgânica, que culminasse na humanidade, todo o universo deveria estar ajustado para que essas condições surgissem, sendo possível ainda pensar que a Terra poderia ser talvez um caso particular em que a vida foi capaz de existir e evoluir (Wallace, 1904). Porém, Alexander Winchell, em sua obra *World-life Or Comparative Geology*, se posiciona contrariamente à Wallace (Winchell, 1883, p. 507) argumentando que mesmo no nosso sistema solar é possível encontrar corpos celestes rochosos inabitáveis para a vida como conhecemos, apesar de estarem dentro da zona de habitabilidade. Tais corpos celestes são inabitáveis. Além disso, a área habitável na Terra é uma área pequena quando comparada a vasta zona hostil a vida que a cerca. Assim, e levando-se em conta o grande número de estrelas e planetas similares ao nosso, as condições para a vida na Terra podem não ser tão especiais como geralmente se acredita.

Com base nas considerações apresentadas acima, é cabível refletir de que modo a constatação de organismos extremófilos na Terra pode ampliar as concepções de habitabilidade e as condições para que autóctones extraterrestres se

estabeleçam em outros ambientes planetários. As perspectivas pautadas em concepções antropocêntricas não fornecem os parâmetros que modelam as buscas por vida fora da Terra. Por exemplo, a necessidade de ter água líquida na superfície e uma atmosfera tênue planetária. As condições para encontrar um organismo vivo em um ambiente com temperatura hostil, como na lua Europa, poderiam abrigar seres psicrofilos, capazes de resistir a baixíssimas temperaturas.

Harlow Shapley argumentou em favor da pluralidade dos mundos e busca por vida extraterrestre, já que afirmar que a Terra é o único lugar onde a vida emergiu seria uma suposição equivocada, ou melhor, todo aquele que conhece o enorme número de estrelas, os caminhos naturais do surgimento dos planetas e o modo aparentemente automático com que a vida emerge quando as condições são adequadas não devem desacreditar a existência de vida fora da Terra.

A busca pelas condições de habitabilidade encaminha novamente a problemática, que ronda todas as questões da Astrobiologia: como definir critérios de avaliação e reconhecimento de ambientes habitáveis que não sejam limitados à espécie humana ou ao conhecido cenário terrestre? Para definir se um planeta é habitável é necessário fixar os parâmetros de análise das condições que se não se limitem apenas aos planetas favoráveis a nós mesmos como espécie; é igualmente necessário não se restringir, por exemplo, aos extremófilos, que apesar de fornecerem uma amostra de vida que expande os nossos critérios tradicionais para vida, permanecem restringidos às condições estritamente conhecidas. Em um cenário mais moderado, podemos considerar que planetas poderiam ter sido habitáveis no passado e, em uma eventual conjuntura de intervenção humana, também poderiam ser no futuro. Por outro lado, em um cenário mais radical, considerado por Balbi e Cirkovic, temos que considerar a própria relação entre o tempo e os nossos critérios, já que a ciência moderna seria baseada em uma concepção copernicana de tempo, em que as relações físicas são estacionárias, ou seja, num cenário não copernicano, os critérios seriam distintos não só agora, como poderiam ser alterados futuramente. Em outras palavras, neste segundo cenário, caso a concepção de tempo seja outra, os critérios podem variar.

Há ainda a questão da sistematicidade necessária à constituição da vida que perpassa não só as condições de habitabilidade do planeta, mas a do sistema planetário como um todo, o que nos leva a nos interessarmos por pesquisas sobre a origem da vida, já que entender as condições e o cenário da origem da vida

conhecida podem servir de exemplo ao que poderia vir a ser conhecido (Šekrst, 2022; Fry, 2014; Dick, 2020).

A habitabilidade deve ser tratada com uma questão genuinamente filosófica, já que além de lidar com casos análogos ou conjecturar outros tipos de vida diferentes, também diz respeito à condição de possibilidade de um sistema planetário ser capaz de sustentar, hipoteticamente, vida. O conceito de vida apresenta uma instabilidade de definição por termos casos novos ou antigos reavaliados de seres que se delineiam em critérios diferentes (científicos, morais, biológicos). A questão não é tão simples, ainda mais quando se trata do limite a ser definido como vida. Uma vez que este conceito já foi modificado mediante debates sobre o que se considera vida a partir de descobertas científicas. Um exemplo elucidativo sobre esta característica é a existência de microrganismos como vírus, príons ou seres vivos que estão adaptados a condições diferentes daquelas atualmente conhecidas para a manutenção da vida na Terra. Outro exemplo seria através da possibilidade de formas de vida baseadas em amônia ou silício, vide os extremófilos, que tratamos aqui. São todos esses exemplos que desafiam a conceituação de vida.

A vida em outros planetas pode ser como a vida na Terra (Crater, 2010) ou ter uma química completamente diferente e ainda nem possuir um código genético. Efetivar sistemas como plausíveis ou até habitáveis é relativamente possível por analogia. É possível determinar um critério flexível que funciona para a pesquisa de extremófilos em outros planetas: “NASA defined the principal habitability criteria as ‘extended regions of liquid water, conditions favourable for the assembly of complex organic molecules’ and arguably most important, ‘energy sources to sustain metabolism’”. (Preston e Dartnell, 2014, p.81) Essa definição contribui para determinar as condições terrestres para seres bem “adaptáveis” e, por analogia, procurar sistemas planetários com planetas capazes de sustentar tais casos (Preston e Dartnell, 2014, p.82). Com isso, torna-se possível fixar critérios afirmativos; porém, se considerarmos vida em potencial de maneira universal, e não somente análoga à nossa, precisaríamos de um escopo maior não só de seres, mas de ambientes habitáveis.

Estudos com extremófilos (Rothschild e Mancinelli, 2001) demonstram que há a possibilidade de seres terrestres capazes de sobreviver a ambientes similares ao de Marte, a despeito de como esses planetas se transformaram. Contudo, poder-

se-ia ainda considerar um cenário particular em que Marte desenvolvesse vida, que não obedecesse ao antigo padrão da NASA de um sistema químico autossustentável capaz de sustentar uma evolução de corte darwiniano (Dick, 2012), mas que, mesmo assim, apresentasse vida, que obedecesse a padrões de constituição biológica distinta, com sustentabilidade consideravelmente distinta.

A habitabilidade, portanto, diz respeito a um problema tipicamente filosófico: como definir padrões universais de sistemas e planetas habitáveis, capazes de sustentar vida, que não reflitam somente o cenário terrestre, sem, contudo, cair em especulação estéril.

4 Aspectos filosóficos da Astrobiologia

Na medida em que a Astrobiologia propõe como sua finalidade a investigação da existência de vida em outras planetas ou luas, implicitamente assume uma pretensão de universalidade de conceitos, leis e métodos, uma vez que supõe haver aplicação inteligível dessas ferramentas para além das condições restritivas impostas pelo nosso ambiente ou modo de vida. Para que esse esforço seja compreensível e realizável, é necessário que haja uma metodologia adequada para esse objetivo, assim também como o aparato conceitual e linguístico tem de ser apto para capturar sutilezas envolvidas em tal projeto. Dito de outra maneira, nos enredamos aqui no problema dos esquemas conceituais e também nos problemas de definição de conceitos como os de vida, de inteligência, consciência e assim por diante. O que se postula como necessário para que o esforço da Astrobiologia seja razoável é que os nossos conceitos não façam sentido apenas do nosso ponto de vista; não apanhem coisas que já nos foram dadas em experiências limitadas. O conceito de vida, por exemplo, não pode ser aplicável somente a organismos que se encontram na Terra ou em planetas vizinhos; é preciso dispor de uma noção de vida que nos permita identificar instâncias completamente bizarras de vida, coisas nem sequer imaginadas até o presente momento. O esforço da Astrobiologia será razoável ou até mesmo viável se a pressuposição da objetividade das noções que são empregadas por essas disciplinas for defensável. Para contemplar essa possibilidade, nos voltaremos para a Filosofia, pois como afirma Kristina Sekrst (2022), a Astrobiologia tem objetivos em comum com a Filosofia, apenas mais gerais.

A Filosofia tem uma vasta história do desenvolvimento da discussão a respeito dos conceitos e das representações. Por isso, quando surgem problemas espinhosos em torno de questões conceituais e metodológicas, é normal que se procure algum tipo de orientação a partir das elaborações da Filosofia:

Não podemos esperar que a vida em outros planetas ou luas seja exatamente igual à vida em nosso próprio planeta. Por outro lado, a vida extraterrestre deve ter algumas coisas em comum com a vida na Terra para ser chamada de vida. Para a Astrobiologia, a questão de como definir a vida é particularmente importante. (Persson, 2013)

A definição em questão é do tipo universal e, de alguma forma, objetiva, pois espera-se que através dela seja possível distinguir combinações de macromoléculas que formam um organismo vivo ou qualquer outro arranjo de matéria ou energia, que de alguma forma, apresenta características que satisfaçam o nosso conceito de vida. É possível ainda que os organismos vivos não apresentem quaisquer semelhanças com aqueles encontrados em nosso planeta. Sendo assim, como é possível estabelecer uma definição de vida (ou de outro conceito relevante para a Astrobiologia) que seja capaz de satisfazer as exigências impostas pela pesquisa. Talvez não seja possível. E isso ainda não impede o progresso da pesquisa em Astrobiologia. Para compreender isso, é preciso compreender uma concepção interessante acerca dos conceitos que atravessa boa parte da história da Filosofia.

De acordo com certo conceito de conceito, é necessário ter uma definição de um conceito, para se ter uma compreensão do mesmo. Essa tradição é chamada, talvez impropriamente, de concepção clássica de conceito (Laurence e Margolis, 1999). A dificuldade dessa concepção se apresenta imediatamente. Se não fosse possível ter uma compreensão de um conceito sem a definição do mesmo, não seria possível defini-lo, pois é preciso saber a que se aplica a definição antes de formulá-la. Consequentemente, é preciso ter uma apreensão do conceito previamente à sua definição. O que implica dizer que é possível reconhecer que algo satisfaz um conceito antes de possuir uma definição do mesmo. A definição auxilia o trabalho de aplicação dos conceitos, tornando mais fácil a classificação de casos problemáticos. Diante disso, é possível reconhecer uma ambiguidade no termo “conceito”. Em um sentido, “conceito” significa a simples representação inteligível de um objeto e, em outro sentido, significa uma concepção do objeto. No primeiro sentido, “conceito” se assemelha a palavras; no segundo, se assemelha a frases e

afirmações. Reconhecemos, assim, a distinção entre conceito (primeiro sentido) e concepção (segundo sentido). As concepções envolvem verdade e falsidade e podem ser mais esclarecedoras e servem como guia em uma busca ou pesquisa. A pergunta que se coloca é a seguinte: é possível levar a diante o projeto de pesquisa em Astrobiologia sem uma definição ou concepção satisfatória de vida?

A resposta parece ser afirmativa. É verdade que é possível que sejam encontradas formas de vida sem nenhum traço em comum com aquelas já conhecidas anteriormente. E, com isso, é praticamente inviável uma definição que estabeleça essas condições de antemão e, portanto, guie a busca e o reconhecimento dessa nova forma de vida. Por outro lado, se o conceito de vida nos permite reconhecer intuitivamente certos casos de vida, ainda que não estabeleça condições para novos casos, ele pode nos iluminar no reconhecimento de instâncias desconhecidas de vida. Tal conceito é constituído por um mínimo genérico que podemos apreender a respeito da vida (ou das coisas vivas). Quer dizer, mais objetos serão colocados dentro do guarda-chuva conceitual da representação de vida. É um fato que esse modo de compreender o trabalho conceitual não acarreta a situação desejável em que o esforço de reconhecimento seria facilitado pelo arcabouço conceitual. No entanto, as coisas não precisam ser vistas de uma forma tão pessimista. As ferramentas conceituais são apenas uma parte envolvida na pesquisa. Existem procedimentos experimentais que podem servir para esclarecer o estatuto biológico ou químico das entidades ou organismos envolvidos em uma investigação em Astrobiologia. Esses procedimentos poderão responder de forma mais adequada do que uma concepção a priori se certos compostos químicos se aproximam mais de algo em que se pode reconhecer vida ou não. Para casos nebulosos talvez seja possível apelar a procedimentos extra metodológicos.

Hilary Putnam (1973) apresentou o famoso experimento de pensamento no qual, em uma Terra Gêmea, há uma substância praticamente idêntica à água do nosso planeta, apenas com a composição química alterada. Ao invés de H₂O, a fórmula química da substância seria XYZ. É claro que não se trata da mesma substância. O que não é claro é se os habitantes desses planetas utilizam os mesmos conceitos para se referir a essa substância ou não. Outra questão interessante é se não poderíamos utilizar o mesmo conceito para ambas as substâncias, em virtude de sua semelhança. Digamos que um conselho científico se reúna e decida que podemos utilizar o mesmo conceito para ambas as substâncias (o conceito de água

deixa de ser específico e se torna mais genérico). Nesse caso, a decisão não é totalmente objetiva, mas também não é totalmente convencional e muito menos subjetiva, uma vez que envolve fatores externos que determinam, em parte, a extensão do conceito a uma outra substância, a saber: a semelhança fenomenológica e funcional das substâncias.

Algo semelhante pode acontecer em Astrobiologia. Diante de um organismo que desafie a compreensão prévia, os cientistas podem se reunir e deliberar a respeito do caso e, com base em procedimentos metodológicos mais estritos, fundamentar a sua decisão a respeito do reconhecimento se há vida ou não em um determinado organismo. É claro que se pode chegar a um impasse, mas não há nada a priori que sugira que isso acontecerá na maioria dos casos; tudo depende do resultado dos procedimentos realizados para testar as amostras, das pesquisas e, em última instância, do reconhecimento dos especialistas.

Como já foi dito anteriormente, esse procedimento não é totalmente convencional ou arbitrário, pois baseia-se em vários elementos objetivos e não simplesmente no acordo de um corpo técnico. Com isso, fica claro o sentido em que é possível afirmar a objetividade conceitual. Mas o que podemos dizer da universalidade? Na medida em que a universalidade da aplicação dos conceitos se baseia na objetividade dos fatores que contribuem para a aplicação dos mesmos, também é possível sustentar que a universalidade é factível, mediante a expansão da extensão das representações envolvidas. Para que isso seja viável, terá que nos ser concedido que o conceito de vida se aplica objetivamente aos organismos vivos que nos estão dados na experiência na Terra.

Diante disso, é possível objetar que a aplicação dos conceitos a objetos ou situações por demais diferenciados não pode ser unívoca, pois as diferenças encontradas não justificariam qualquer argumentação em favor da igualdade de aplicação do conceito e também, obviamente, não poder ser totalmente equívoca, pois nesse caso a aplicação do conceito seria inapropriada; resta, contudo, a opção de que a aplicação seja análoga, quando as dissemelhanças são tais que impedem a univocidade. Esse tipo de discussão lembra aquelas ocorridas na Idade Média acerca da atribuição a seres espirituais características conhecidas na experiência, tais como o atributo de ser pessoa, inteligente, ser dotado de vontade, dentre outras coisas. Esse tipo de abordagem conceitual é utilizado de forma paradigmática na *Suma Teológica* de Tomás de Aquino.

No entanto, para as finalidades da Astrobiologia, não precisamos ir tão longe ou nos entranharmos em sutilezas da Metafísica. Diante de um organismo que exiba um metabolismo totalmente diferenciado dos já conhecidos, podemos reconhecer a sua semelhança pela finalidade do mecanismo existente em um organismo terrestre. Em um caso bastante radical, um extremófilo que resiste a temperaturas tão baixas que fazem cessar os movimentos no seu organismo, ainda pode ser reconhecido como um ser vivo se em outros ambientes manifestar um comportamento semelhante ao esperado de organismos vivos. É importante notar que a analogia empregada na formação ou extensão dos conceitos é de um tipo intuitivo. Como a mente humana é capaz de captar uma relação de semelhança entre organismos em geral, é capaz de formular conceitos e aplicá-los aos objetos assim relacionados. É diferente dos procedimentos inferenciais utilizados para inferir comportamentos ou características de objetos desconhecidos com base naquilo que já sabemos. Este último tipo de procedimento analógico depende de procedimentos indutivos:

Certamente os astrobiólogos que lidam com as partes microbiológicas do assunto fazem uso pesado da analogia no sentido mais geral: como não temos micróbios extraterrestres, usamos micróbios terrestres como análogos (...) é plausível afirmar que a Astrobiologia não existiria sem esse uso mais geral da analogia. Dito de outra forma, a retirada da analogia como forma de argumento seria uma ameaça existencial à sobrevivência da Astrobiologia como disciplina (Dick, 2018)

Apesar desse tipo de procedimento inferencial ser de extrema importância em Astrobiologia, é categorialmente diferente daquele usado na formação dos conceitos. Este último sendo, obviamente, ainda mais fundamental do que o procedimento inferencial.

Podemos sintetizar a discussão a respeito da universalidade da representação conceitual dizendo o seguinte: os conceitos não requerem uma definição prévia para serem empregados corretamente. Mediante o reconhecimento intuitivo de semelhança adequada entre os seus objetivos, é possível ampliar a extensão do conceito de modo a acomodar outros objetos que exibem alguma semelhança apropriada para cair sob o mesmo conceito; essa ampliação não é de natureza arbitrária ou convencional embora possa envolver algum tipo de acordo, tácito ou explícito entre os especialistas. Elementos objetivos capturáveis através de

Revista Opinião Filosófica – ISSN: 2178-1176 - Editora Fundação Fênix. www.fundarfenix.com.br

procedimentos metodológicos válidos podem desempenhar um papel crucial na determinação da extensão do conceito.

A Astrobiologia procede em sua busca por vida extraterrestre através de mecanismos e procedimentos que estão inextricavelmente relacionados à maneira humana de formar as suas representações e conceitos, bem como os métodos e procedimentos estabelecidos para a pesquisa no nosso ambiente. Mediante o conhecido, pretende alcançar o desconhecido. E para isso é inevitável que faça uso da analogia, tanto na formação de conceitos como em seu aparato inferencial. O ponto de partida é indissociável das suas bases representacionais. Para poder pensar a vida em outros lugares é preciso fazê-lo tendo como fundamento o conceito de vida obtido na Terra. Portanto, certo antropocentrismo é inevitável na Astrobiologia. No entanto, com o emprego de procedimentos metodológicos objetivos e graças à capacidade de ampliação dos conceitos, é possível identificar organismos vivos em ambientes e situações bem diversos daqueles do seu ponto de partida. Levando-se em conta as considerações feitas acima, torna-se plausível que a pesquisa da Astrobiologia não encontre um impedimento inicial devido à inadequação do seu aparato representacional.

Conclusão

É conhecida a identificação histórica de quebra de um sistema teórico unificado de mundo para a filosofia, metafísica ou filosofia natural que, mais tarde, passaria a ser conhecida como ciência e orbitando em torno da figura do cientista. Tal ruptura implicava não só a diferença de seu objeto de estudo, mas exigia também ser exclusiva. Ainda que permanecesse a necessidade de justificar a ciência, esta última não mais podia ser confundida com o pensamento metafísico. As relações entre ciência e metafísica passaram a ser vistas, desde meados do século XVIII, como prejudiciais à primeira. Assim, a justificação da especificidade e correção do tipo de conhecimento que veio a ser considerado como científico deveria obrigatoriamente prescindir de argumentos oriundos daquela que foi considerada, em outros tempos, como a base do conhecimento.

Em meados do século passado, houve o surgimento da epistemologia naturalizada, que teve em Quine um de seus mais ardorosos defensores. Essa perspectiva impactou a maneira de pensar não só a relação entre ciência e

metafísica, mas o próprio estatuto da Filosofia. O que seria precisamente naturalismo é algo discutível, mas, em linhas gerais, é a proposição de uma dissolução da filosofia primeira e dos conceitos alinhados à metafísica clássica, propondo uma relação contínua com outras áreas do conhecimento, com a filosofia utilizando de seus métodos. Apesar dessa mudança e entender que “philosophy of science is philosophy enough” (Quine, 1953, p.446) há ainda uma distinção entre os dois campos: a ciência trabalha isoladamente, enquanto a filosofia investiga os seus compromissos ontológicos.

Dois são os motivos que permitem à comunidade de astrobiólogos se considerar como uma autêntica comunidade científica. Por um lado, há a sua natureza interdisciplinar. A Astrobiologia se apoia, fazendo uso consistente, de muitas áreas da ciência natural, como a Biologia, a Química, a Astronomia, a Física, entre outras. Por outro, a Astrobiologia desviou o seu foco de interesse da busca pela vida extraterrestre inteligente para outro mais geral que pode ser investigado com o auxílio dessas ciências. Nos dias de hoje, o foco da Astrobiologia está na habitabilidade, sendo esta uma tarefa associada com a procura de determinar as condições em que a vida poderia se dar. Dito de outra maneira ainda mais específica, não se realizam buscas por uma vida caracterizada a partir da vida tal como vivida pela espécie humana, mas, sim, a partir de outras formas de vida, como, por exemplo, os extremófilos.

Ao se interessar pelas condições gerais sob as quais a vida, toda e qualquer, pode aparecer e permanecer enquanto tal, a Astrobiologia incorporou uma noção cara às ciências naturais. A noção de que o progresso integra o cenário dos praticantes da Astrobiologia, uma vez que estes conseguem avaliar o avanço, ou melhor, as transformações sofridas pela sua área de trabalho. Que noção de progresso é esta, presente na Astrobiologia? Progresso, no contexto destas considerações, decorre mais da sua capacidade de questionar e constituir novos setores de objetos, do que pela sua capacidade de acumular resultados, de modo a ter de recorrer a uma noção de progresso, que foi muito, como ainda é, em voga entre os cientistas, para melhor caracterizar o progresso abraçado pela Astrobiologia, o progresso cumulativo, aquele que é possível graças à ciência normal, percebe-se que este tipo não interessa à Astrobiologia. Ele até pode existir, mas é menos característico do fazer científico do que aquele que questiona a sua constituição como ciência. Esse segundo tipo de progresso está voltado para o

questionamento daquilo que pode constituir os objetos e fenômenos investigados pela Astrobiologia.

Se a concepção de progresso da Astrobiologia não é principalmente cumulativa, isto se deve ao fato de que esta ciência estaria mais interessada e preocupada em descobrir novidades do que reafirmar aquilo que é conhecido. Para que a incapacidade, vivida até o momento, de não conseguir provar a existência de vida extraterrestre não inviabilize a sua condição de ciência e se transforme em crise, a saída é mostrar-se como capaz de descobrir novas formas de vida diferentes daquelas que são conhecidas na Terra. A Astrobiologia deve estar comprometida com o aumento do nosso conhecimento qualitativo das condições sob as quais a vida, ainda que como possibilidade, pode ocorrer.

A determinação de outras formas de vida pode levar a uma crise, já que ao menos uma delas pode ser, não apenas muito diferente daquelas que conhecemos atualmente, mas ser mais inteligente e poderosa do que a nossa espécie. Esta situação não deveria ser percebida como um obstáculo à caracterização da Astrobiologia como ciência. Afinal, a crise parece ser constitutiva da ciência. Tomando, por exemplo, Kuhn como alguém que defendeu que as crises são inerentes à ciência, pode-se afirmar, então, que são elas que produzem as transformações científicas.

Se as considerações acima são coerentes, o “método” da Astrobiologia, caso ele exista, não é de prova, ou de justificação, mas de descoberta. A justificação de um resultado é formulada após o resultado ter sido obtido. Os cientistas não saberiam muitas vezes como eles foram capazes de obter certos resultados. A saída formulada para a constatação de que a ciência se transforma se concretiza no aumento de conhecimento qualitativo: novidades e não confirmações. As transformações são resultantes de crises internas e produzidas pela própria prática da ciência. A maturidade de uma ciência é determinada pela sua capacidade de criar, sofrer e passar por crises: a ciência é autônoma.

À Astrobiologia interessa ser autônoma e não independente. Ela nem pode almejar a independência, dada a sua natureza interdisciplinar. Sua dependência não se faz presente apenas na sua relação com outras ciências, mas também e, quiçá principalmente, na sua relação com a Filosofia. A necessidade de perceber a interação com a Filosofia se concretiza na formulação de novos conceitos, sem os quais ela não será capaz de reconhecer os objetos que lhe interessam: outras formas

de vida. As estruturas fundamentais da Astrobiologia já foram, em algum modo, efetuadas pela experiência e pela interpretação pré-científicas da região do ser que delimita o próprio setor de objetos. Os “conceitos fundamentais” da Astrobiologia assim produzidos constituem o fio condutor da primeira abertura efetiva da sua área de investigação.

Se a formulação de conceitos fundamentais for o primeiro passo em direção à determinação da cientificidade de uma pesquisa tal como concretizada pela Astrobiologia, isto significa dizer que a prática científica leva à produção de conceitos capazes de criar os setores de objetos investigados pelas ciências naturais. Mas, de onde vem esta capacidade criativa e criadora? A resposta advém do abandono da concepção que compreende a ciência como sendo um tipo específico de conhecimento, reconhecido pela ausência, em seu interior, de elementos não empíricos, donde metafísicos.

Não obstante o reconhecimento da existência de autonomia, esta não deve ser confundida com independência, donde a sua necessidade em defender que a capacidade de sair da crise e, portanto, de ser inovadora, decorre da capacidade de formular conceitos fundamentais – porque visam (ou focam) as coisas (ou seja, a natureza) empregados para descobrirem uma determinada região do ser, que é transformada em objeto, possibilitando o estudo pelas ciências naturais. Esses conceitos podem realizar essa tarefa, na medida em que ao distinguirem algumas coisas entre outras coisas, o fazem de um modo tal que não é imaginativo. A distinção conceitual na ciência vem acompanhada de uma operação real, no sentido de efetiva. Por operação real, deve-se entender o uso de uma situação, que ocorre em laboratório.

Os conceitos não seriam os únicos meios à disposição para interrogarem o real. Os cientistas interagem com o real através de instrumentos (em laboratório ou não). Um exemplo da história da ciência, e que permite esclarecer o que está sendo aqui elaborado, é o uso da luneta por Galileu. Este último, ao apontar a sua luneta para o céu, mesmo que não soubesse exatamente o que procurar e muito menos o que encontrar, já estaria pré-determinado, pela sua escolha de usar uma luneta, na sua interação com o real. Galileu estaria pré-concebido, devido à sua crença de que as dificuldades da cosmologia aristotélica não teriam como ser superadas caso encontradas. Dito de outra forma, temos que aqui um exemplo aqui de conceitos e elaborações intelectuais, não somente determinado a construção de instrumentos,

mas também guiando toda a pesquisa, ainda que não sejam suficientemente precisos a ponto de dizer o que será exatamente encontrado.

Na acepção tradicional, constitutiva de boa parte da metafísica ocidental, os conceitos teriam sido compreendidos como estruturas intelectuais e não materiais, o que é questionável a partir de uma ciência tal como a Astrobiologia. A ciência é progressiva, ou produtiva, não apenas por criar novos conceitos, modelos ou teorias, mas, sim, por criar novos fenômenos, novos setores de objetos.

É certo que, durante muito tempo – ainda hoje o é -, foi possível encontrar cientistas e filósofos defensores de uma concepção de ciência possível graças ao método indutivo, o que corresponde a aceitar uma atitude passiva no que diz respeito à formulação de conceitos e na sua aplicação aos fenômenos naturais. Contudo, nunca é demais lembrar que, aqueles que defendem uma concepção indutivista de ciência são próximos de uma concepção ingênua de ciência. Desde finais do século XIX, pelo menos, que são abundantes os exemplos de cientistas naturais críticos do indutivismo, caso este seja entendido como “o método” capaz de conduzir à criação ou à justificação de conceitos. A autêntica característica da ciência reside na sua capacidade de criar conceitos, os quais permitem a investigação de novos setores da natureza. No caso da Astrobiologia, o uso do conceito de ‘habitabilidade’ seria uma prova daquilo que foi aqui discutido.

O que se buscou defender neste artigo é que a Astrobiologia, tendo em vista suas metas enquanto ciência, não só necessita de uma aproximação da ciência com a metafísica, mas que esta aproximação já é comum, ainda que não seja facilmente reconhecida. Questões centrais para a Astrobiologia em que esta busca auxílio na filosofia e demais áreas para definir padrões de reconhecimento e definição para o conceito de vida, critérios de busca de planetas e sistemas habitáveis e em casos futuros, padrões para comunicação e discussões éticas sobre colonização de outros astros evidenciam não só como a metafísica pode contribuir para o desenvolvimento do conhecimento humano, mas como esta já se faz presente, pois nós dispomos de padrões e critérios para o reconhecimento e a definição de vida. Contudo, tais critérios são restritos à vida que conhecemos: a terrestre. O “método científico” adotado (hipotético-dedutivo, indutivo ou por analogia) permanece dependente de uma definição prévia dada a um tal conceito.

A resistência em reconhecer como a metafísica ainda se faz presente no sistema de conhecimento humano e pode ser útil para o seu desenvolvimento

decorre das pretensões da ciência em ser universal, mas também pelo temor de uma metafísica obscura e dogmática. Como, então, integrar metafísica e ciência?

A Astrobiologia tem vasta produção, devido ao seu caráter interdisciplinar com a Filosofia e outras ciências, de trabalhos que veem com legitimidade e necessidade essa aproximação, não só de sua tradição de pesquisa, mas igualmente de outras áreas científicas (Fry, 2015; Dick, 2012,2013; Persson, 2013). Nessa produção, persiste uma ausência do termo metafísica. Essa ausência parece ser desejada para evitar críticas, que impediriam que a Astrobiologia fosse considerada ciência. A ausência do termo metafísica não deve, portanto, significar que ela não se faz presente e atuante neste campo. Em favor dessa tese, deve-se recordar a proposta relativa à promoção de uma astrofilosofia:

[...] neste caso, seria um superconjunto governante da filosofia, fazendo as perguntas universais mais fundamentais em busca pelos conceitos gerais no universo que estão descrevendo fenômenos particulares, quaisquer que sejam suas semelhanças ou diferenças categóricas. (ŠEKREST, 2022, p. 8).

Esta posição, mais radical do que a nossa, exhibe a ligação da Astrobiologia com uma filosofia, já que aquela levaria naturalmente a esta última. A metafísica ou, em sentido lato, a filosofia pode fornecer aparato conceitual, para a proposta de soluções para problemas (antigos ou novos), que exijam soluções criativas, em que ainda não se dispõe de evidências empíricas.

Referências

BLUMBERG, Baruch S. The NASA Astrobiology Institute: early history and organization. *Astrobiology*, v. 3, n. 3, p. 463-470, 2003.

ĆIRKOVIĆ, M. *The Astrobiological Landscape: Philosophical Foundations of the Study of Cosmic Life*. Cambridge University Press, Cambridge, 2012.

CHYBA, Christopher F.; HAND, Kevin P. Astrobiology: the study of the living universe. *Annual Review of Astronomy and Astrophysics*, v. 43, n. 1, p. 31-74, 2005.

CHRISTIANSEN, Jessie L. Five thousand exoplanets at the NASA Exoplanet Archive. *Nature Astronomy*, v. 6, n. 5, p. 516-519, 2022.

DICK, Steven J. *Critical issues in the history, philosophy, and sociology of astrobiology*. In: *Astrobiology*. Oct 2012. pp.906-927.

DICK, Steven J. *The societal impact of extraterrestrial life: the relevance of history and the social sciences*. In: *Astrobiology, history and society: life beyond earth and the impact of discovery*, pp. 227-258. Editado por: Douglas A. Vakoch. Springer: 2013.

FRY, Iris. *The philosophy of astrobiology: the copernican and darwinian philosophical presuppositions*. In: *The impact of discovering life beyond earth*, pp.22-37. Editado por: Steven J. Dick. Cambridge: Cambridge University Press, 2015.

GALISON, P. e DASTON, L. *Objectivity*, ed. Zone Books, New York.(2010).

GARBER, Stephen J. Searching for good science: the cancellation of NASA's SETI program. *Journal of the British Interplanetary Society*, v. 52, n. 1, p. 3-12, 1999.

HUANG S-S (1959a) Occurrence of life in the universe. *American Scientist* 47, 397-402.

HUANG S-S (1959b) The problem of life in the universe and the mode of star formation. *Publications of the Astronomical Society of the Pacific* 71, 421.

HUANG S-S (1960) Life outside the solar system. *Scientific American* 202, 55-63.

LAURENCE, Stephen; MARGOLIS, Eric (1999). *Concepts and Cognitive Science*. In Eric Margolis & Stephen Laurence (eds.), *Concepts: Core Readings*. MIT Press. pp. 3-81.

LINGMAN, M. (2021). A brief history of the term 'habitable zone' in the 19th century. *International Journal of Astrobiology* 1-5. <https://doi.org/10.1017/S1473550421000203>

MAUNDER, E. W. (1913). Sun, Place of the, Distribution of sun-spots in heliographic latitude, 1874-1913. *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society*, 74, 112.

MAYOR, M., & QUELOZ, D. (1995). A Jupiter-mass companion to a solar-type star. *Nature*, 378(6555), 355-359.

MARISCAL, Carlos; BRUNET, T.D.P. *What are Extremophiles? A Philosophical Perspective*. In: *Social and Conceptual Issues in Astrobiology*, pp. 157-178. Editado por: Kelly C. Smith & Carlos Mariscal. Oxford, UK: 2020.

MIX, Lucas John. Philosophy and data in astrobiology. *International Journal of Astrobiology*, v. 17, n. 2, p. 189-200, 2018.

NOACK, Lena et al. Astrobiology from early-career scientists' perspective. *International Journal of Astrobiology*, v. 14, n. 4, p. 533-535, 2015.

PERSSON, Erik. *Philosophical aspects of astrobiology*. In: *The history and philosophy of astrobiology: perspectives on extraterrestrial life and the human*

mind, pp.29-48. Editado por: David Dunér com Joel Parthemore, Erik Persson and Gustav Holmberg.

PRESTON, L. J., & DARTNER, L. R. (2014). Planetary habitability: lessons learned from terrestrial analogues. *International Journal of Astrobiology*, 13(1), 81-98.

PUTNAM, Hilary. *Meaning and reference*. In: *Journal of Philosophy* 70 (1973) (19):699-711.

QUINE, W.O. *Mr. Strawson on logical theory*. In: *Mind, New Series*, Vol. 62, No. 248 (Oct., 1953), pp. 433-451.

ROTHSCHILD, L. J., & MANCINELLI, R. L. (2001). Life in extreme environments. *Nature*, 409(6823), 1092-1101.

SIMPSON, George Gaylord. The Nonprevalence of Humanoids: We can learn more about life from terrestrial forms than we can from hypothetical extraterrestrial forms. *Science*, v. 143, n. 3608, p. 769-775, 1964.

ŠEKREST, Kristina. *Astrobiology in philosophy or philosophy in astrobiology?*. In: *Astrobiology and Society: Third Conference on History and Philosophy of Astrobiology*, Höör, Sweden, June 3–4, 2022.

SHAPLEY H (1959) Habitable planets. *Bucknell Reverend* 8, 219–224.

SHAPLEY, H. *The view from a distant star. Man's Future in the Universe*. New York: Basic Books., (1963).

SHKLOVSKII I.S. e SAGAN C. (1966) *Intelligent Life in the Universe*. San Francisco: Holden-Day, Inc.

WALLACE E. A. R. *Man's Place in the Universe*. BoD–Books on Demand, 2018.

Recebido em: 24 /04/2023.

Aprovado em: 07/06/2023.

Publicado em: 02/08/2023.