

Adaptação Biológica e a Evolução dos Seres Vivos na Antiguidade: a formação de professores

Lucas Gontijo

Simone Sendin Moreira Guimarães

Resumo

Este trabalho trata da historicidade dos elementos presentes nas explicações filosóficas da Antiguidade, que contribuíram para a elaboração do conceito atual de adaptação biológica. Para tanto, nos aprofundamos no movimento de busca por explicações emancipadas de influências místicas e religiosas a partir do período da filosofia pré-socrática. Feitos os recortes históricos e as escolhas epistemológicas para subsidiar a discussão, trazemos a essência do pensamento acerca da forma dos organismos – que a princípio pressupunha aptidões à sua sobrevivência e reprodução – de filósofos reconhecidamente importantes para o período. Destacamos, especialmente, a crença em uma causa única para os fenômenos naturais defendida pelos jônios (séc. XVII a V a.C.); a influência das necessidades de sobrevivência na adaptação dos seres vivos discutida por Tales de Mileto (625-546 a.C.); a causa da organização da vida e a possibilidade de transformação de uma espécie em outra apontadas por Anaximandro (610-546 a.C.); a existência de uma inteligência universal que direciona a transformação dos seres vivos presente nos tratados de Heráclito (500-450 a.C.); as explicações para a constituição da matéria de Demócrito (460-370 a.C.); a influência do acaso na organização aleatória das características morfológicas dos seres vivos apresentada por Empédocles (495-430 a.C.); e, por fim, a cosmogonia de Aristóteles (384-322 a.C.) em defesa de uma força imanente responsável pela transformação dos seres vivos. Esperamos, com isso, trazer aos professores de ciências/biologia em formação, e àqueles que já atuam em sua prática docente, contribuições que desvelem aspectos relacionados à construção de conceitos fundamentais para a teoria da evolução das espécies, uma vez que esta se constitui como uma das teorias que fundamentam a Biologia enquanto ciência independente no campo das ciências da natureza.

Palavras-chave: Adaptação biológica, historicidade, filosofia.

Abstract

This article deals with the historicity of the parts present in the philosophical explanations of Antiquity, which contributed to the elaboration of the current concept of biological adaptation. For that, we go deeper into the search for explanations emancipated from mystical and religious influences from the period of pre-Socratic philosophy. Having made the historical cuts and the epistemological choices to subsidize the discussion, we bring the essence of thinking about the form of organisms – which at first presupposed abilities for their survival and reproduction – of philosophers who were known to be important for the period. We highlight, especially, the belief in a single cause for natural phenomena defended by the Ionians (17th to V BC); the influence of survival needs on the adaptation of living beings discussed by Thales of Miletus (625-546 BC); the cause of the organization of life and the possibility of transforming one species into another pointed out by Anaximander (610-546 BC); the existence of a universal intelligence that directs the transformation of living beings present in the treatises of Heraclitus (500-450 BC); explanations for the constitution of the matter of Democritus (460-370 BC); the influence of chance in the random organization of the morphological characteristics of living beings presented by Empedocles (495-430 BC); and, finally, the cosmogony of Aristotle (384-322 BC) in defense of an immanent force responsible for the transformation of living beings. We hope, with this, to bring to science/biology teachers in training, and to those who already work in their teaching practice, contributions that unveil aspects related to the construction of fundamental concepts for the theory of evolution of species, since this is constituted as one of the theories that support Biology as an independent science in the field of natural sciences.

Keywords: *Biological adaptation, historicity, philosophy.*

INTRODUÇÃO

O presente artigo, de caráter teórico, é parte de uma dissertação de mestrado que, neste recorte teve como objetivo historicizar elementos do pensamento filosófico da antiguidade que contribuíram para o desenvolvimento do conceito de adaptação biológica, considerado estruturante para a teoria da evolução das espécies no século XIX.

A abordagem aqui adotada partiu da História e Filosofia da Ciência, uma vez que, como perspectiva, nos permite buscar nas raízes da produção científica os caminhos que levaram o ser humano a sair de sua condição primitiva e submissa na relação com a natureza para, então, assumir lugar de domínio e controle sobre a realidade a fim de transformá-la e, conseqüentemente, por ela ser transformado.

Esperamos que o conteúdo deste levantamento histórico venha subsidiar tanto o professor em formação no que diz respeito à historicidade, ou seja, o que é preciso conhecer, em relação a teoria da evolução das espécies enquanto eixo unificador dos conteúdos biológicos; bem como dar condições para que possa buscar a historicidade de outros conceitos estruturantes da biologia, como a transmissão, interação, organização e equilíbrio¹.

O PENSAMENTO GREGO

Durante os mil anos antes da era cristã, a Grécia da antiguidade foi gradativamente ocupada por povos da Ásia Menor, do Oriente e do Norte, que fugiam de guerras e buscavam terras cultiváveis. Muito do que se sabe a respeito da constituição do território grego ao longo daquele período vem dos escritos de Heródoto (485-425 a.C.), um historiador que buscou registrar os principais acontecimentos que moldaram a sociedade até do seu tempo. Nascido em Halicarnasso, região da atual Turquia, foi filho de uma nobre família que lhe deu boa educação, permitindo que viajasse o mundo depois de estudar com os sábios da época. Visitou o Egito, Líbia, Babilônia, Pérsia, Macedônia e muitos outros impérios. Em suas obras encontramos narrativas acerca das Guerras médicas²; também sobre o Egito, desde a geografia até as questões político-religiosas; sobre o ataque da Pérsia ao Egito; sobre a rivalidade entre Atenas e Esparta; sobre a morte de Dario e a subida de Xerxes ao trono Persa; e sobre a destruição de Atenas na Batalha

¹Antônio Fernandes Nascimento Júnior, "Construção de estatutos de ciência para a biologia numa perspectiva Histórico-Filosófica: uma abordagem estruturante para seu ensino" (tese de doutorado, Universidade Estadual Júlio de Mesquita Filho), Bauru, 2010.

² O reinado de Ciro (550-529 a.C.) marcou o início do Império Persa que, com base numa política de união das tribos persas, conquistou toda a região que atualmente compreende o Oriente Médio, o Irã e a Turquia. Seu filho, Cambises II (529-522 a.C.) continuou a política expansionista, tomando o controle do Egito e da Líbia. Mas foi Dario I (550-487 a.C.) quem começou as chamadas Guerras Médicas, uma campanha investida sobre o território grego entre 490 e 479 a.C.

de Salamina, em que a frota grega subjugou o exército do “deus-rei”³.

Muito mais acerca dos acontecimentos que compreendem os séculos V, IV e III pode ser encontrado no livro *Heródoto* (1786), de Pierre Henri Larcher (1726-1812) que levou quinze anos para ser publicado, uma vez que seu autor traduziu nada menos que nove tratados do próprio Heródoto (Clio, Euterpe, Tália, Melpômene, Terpsícore, Érato, Polímnia, Urânia, Calíope). Por meio do esforço de Heródoto e de muitos outros, temos certa compreensão da consciência acerca do mundo de outrora. Não somente no que diz respeito a história de guerras e joguetes políticos, mas também sobre questões de ordem mais abstrata, como a origem do universo e da vida; também as concepções de mundo e natureza que moviam aqueles antigos pensadores. Se a ciência, em nosso caso particular a biologia, é um produto histórico existente somente entre nossa espécie e compartilhado culturalmente ao longo do tempo⁴, então, justifica-se buscar nas raízes do conhecimento científico ocidental os elementos que fazem parte da construção de aspectos específicos da biologia atual.

É importante ressaltar que na presente pesquisa privilegamos a cultura ocidental por reconhecemos sua influência, ao longo dos períodos posteriores, no processo de constituição e elaboração do conhecimento científico compartilhado atualmente. No entanto, não se ignora o fato de que em outras regiões do mundo, como na Babilônia, Caldeia e Oriente Próximo, existiam movimentos intelectuais relevantes.

Duas tradições do pensamento moldaram o conhecimento científico do período que vai dos pré-socráticos aos pós-aristotélicos. A primeira tradição, chamada de História Natural, é a forma mais básica e simples de obter conhecimento. A necessidade de sobrevivência e o esforço para dominar a natureza, e assim utilizá-la em benefício próprio, gerou também a necessidade de compartilhar as conquistas que vinham a conta gotas. O uso de varas para pesca, lanças para caça, folhas e galhos para construção de abrigos, fundição de metais para confecção de objetos diversos, instrumentos musicais para rituais religiosos; em uma profusão de novas combinações que acabavam levando a novas práticas e resultados, permitia cada vez mais o pensamento abstrato sobre o mundo natural. Para isso, a observação da natureza se tornou indispensável.

Não bastava saber que uma semente colocada na terra e irrigada corretamente germinaria originando uma árvore que frutificaria para alimentar o povo. Ou que em seu devido tempo, a neve e a chuva caíam sobre a terra modificando a paisagem e o comportamento dos animais. Era preciso explicar quais forças faziam o ovo se transformar em ave, ou quem mantinha a lua e sol em sua dança cósmica,

³Giovanni Reale & Dario Antiseri. *História da Filosofia: Antiguidade e Idade Média*. São Paulo: Paulus (Coleção filosofia), 1990.

⁴Álvaro Vieira Pinto. *Ciência e Existência: problemas filosóficos da pesquisa científica*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1979.

eterna, em volta da Terra⁵.

Mayr (1998) ainda salienta que a História Natural cravou profundas raízes no conhecimento sobre o mundo antigo. Nas obras de Aristóteles, mais precisamente na “História dos animais”, e também nos tratados de botânica de seu discípulo Teofrasto (372-287 a.C.), podemos perceber uma pequena parte de toda essa tradição, herdada por meio da oralidade. É interessante notar como a História Natural buscou nos animais domésticos explicações para os fenômenos naturais. Nesses animais, devido sua proximidade com o ser humano e docilidade, é muito mais fácil observar e descrever situações como nascimento, crescimento e morte; e processos como nutrição, doença e transformação (o embrião de uma galinha dentro do ovo, por exemplo); além de comportamentos sexuais, individuais e sociais/coletivos. As tradições do pensamento não se constituíam como regra para o entendimento da realidade, ao contrário, é comum aspectos de determinada tradição permearem outros sistemas explicativos para coadunar com o que é proposto. E talvez a História Natural tenha sido a tradição que mais influenciou as gerações de filósofos que surgiram no Ocidente⁶.

A segunda tradição do pensamento é chamada de Tradição Filosófica. Os séculos VII, VI, e V antes da era cristã foram palco de um intenso desenvolvimento das relações comerciais e culturais no Oriente Próximo e no Mediterrâneo oriental. À semelhança de Heródoto, havia aqueles que se aventuravam não somente em busca de fatos históricos, mas também para aprender o que existia de mais moderno sobre o entendimento do universo, do mundo e da natureza. Naquele período, os gregos, particularmente os colonos jônios da Ásia Menor, tiveram contato com grandes civilizações, como os egípcios e mesopotâmicos. Com isso, aprenderam sobre a geometria desafiadora das pirâmides, os segredos mais ocultos da anatomia sagrada que eternizavam faraós e os mistérios da vastidão do cosmos por meio da astronomia babilônica. Ficava cada vez mais claro que era possível explicar fenômenos a partir de causas naturais, sem necessariamente recorrer à ação de deuses⁷.

OS JÔNIOS E A OUSADIA DO PENSAR

Segundo Mayr⁸, a Tradição Filosófica surgiu na Grécia com os jônios também chamados de pré-socráticos – e seus seguidores. Eles foram responsáveis por inaugurar uma postura radicalmente nova em

⁵ Ernst Mayr. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: UnB, 1998.

⁶ Ernst Mayr. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: UnB, 1998.

⁷ George Sarton. *Introduction to the History of Science*. New York: Publishing Company, 1975.

⁸ Ernst Mayr. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: UnB, 1998.

relação aos seus antecessores. Os fenômenos naturais passaram a ser relacionados a causas e origens também naturais, e não à força ou vontade de deuses ou espíritos. No esforço para encontrar um conceito unificador, capaz de explicar fenômenos de ordens diferentes, os jônios propunham uma causa última, ou um elemento – como água, terra, ar, fogo ou algo indefinido – que seria a origem de tudo que existe. Devido à familiaridade que esses filósofos tinham com o arcabouço de conhecimento de culturas do Oriente Próximo, muitas daquelas concepções foram adotadas, principalmente as relativas à natureza inanimada. Apesar de suas maiores contribuições estarem relacionadas à fisiologia humana, a real e indiscutível importância da escola jônica é que seus esforços representam o início da ciência: a busca por causas naturais para fenômenos naturais foi uma revolução no pensamento filosófico.

Apesar de não demonstrar interesse pelos organismos vivos, foi Thales (625-527 a.C.), da cidade de Mileto, quem iniciou as discussões acerca da constituição dos animais ao propor que a água, na condição de elemento natural, é a causa da organização da vida. A motivação para sua explicação vem de questionamentos que já eram amplamente discutidos à época: o que determina a forma dos animais? Uma simples observação bastava para concluir que os bovídeos selvagens tinham membros musculosos para lhes propiciar a fuga de predadores, que por sua vez eram dotados de garras e dentes poderosos – no caso de grandes felinos – que serviam para abater as presas; ou que os peixes (ainda não havia distinção entre peixes e mamíferos aquáticos) possuem uma forma corporal cuja serventia é rasgar a água com facilidade, potencializando o nado⁹.

A diversidade dos seres vivos, mais perceptível em animais macroscópicos e vários grupos de plantas, materializava-se na diversidade da forma. Animais sem pernas, com duas, quatro e até oito (como as aranhas); animais aquáticos, terrestres, voadores, aquático-terrestres e aquático-voadores; animais glabros (sem revestimento tegumentar), revestidos por poucos ou muitos pelos, penas, escamas ou placas; animais herbívoros, carnívoros, hematófagos, onívoros, que botam ovo, que não botam ovo, que produzem ovo mas esse é chocado e eclodido no interior da fêmea, animais coloridos ou peçonhentos, simpáticos ou estranhos. Talvez esse fosse o maior mistério da natureza que despertava nos pensadores a vontade de encontrar uma explicação. Como exímio meteorologista, astrônomo e geômetra, Thales era antes de tudo um excelente observador. A escolha pela água como elemento fundamental não foi aleatória, uma vez que praticamente todas as formas de vida dependem dela⁹.

Foi seu discípulo, no entanto, quem trouxe mais contribuições para o entendimento do mundo vivo. Seguindo os passos do mestre pela astronomia e geografia, Anaximandro (610-546 a.C.) elaborou uma cosmogonia completa, na qual a interação entre os quatro elementos naturais (água, terra, ar e fogo) desempenhava papel importante na origem e na forma dos organismos. Por associação e comparação

⁹Stephen Toulmin & June GoodField. *The Discovery of Time*. Nova York: Harper & Row, 1965.

com outras formas de vida, ele até conjecturou uma possível origem do ser humano a partir de peixes primitivos, que em seu devido tempo sofreram metamorfoses, tal como ocorre com os insetos:

The first animals were generated in the moisture, and were enclosed within spiny barks. As they grew older, they migrated onto the drier land; and, once their bark was split and shed, they survived for a short time in the new mode of existence. Man to begin with was generated from living things of another kind, since, whereas others can quickly hunt for their own food, men alone require prolonged nursing. If he had been like that in the beginning, he would never have survived... Thus men were formed within these [fish-like creatures] and remained within them like embryos until they had reached maturity. Then at last the creatures burst open, and out of them came men and woman who were already able to fend for themselves^{9 10}.

Apesar da grande diversidade no mundo natural, a natureza era tida como perfeita. O gato se alimenta do rato, a chuva cai para umedecer a terra a fim de que o camponês a cultive, o macho se relaciona com a fêmea para gerar a prole, as plantas oferecem frutos vistosos e saborosos para que o homem e os animais se alimentem, etc. Essa aparente harmonia levou os filósofos da antiguidade a crerem que tudo possui seu devido lugar na existência, exercendo funções próprias – determinadas por algo ou alguém que também carecia de explicação. Uma vez que o universo era concebido como fixo, as transformações da matéria eram adequações ao estado imediato de existência da coisa. No caso dos animais, essas transformações eram de caráter ontológico, ou seja, individuais e relegadas ao período de vida do organismo (os músculos dos homens ganham volume e força para se adequarem a uma nova situação que exige mais esforço, por exemplo) sem a possibilidade de transmissão para gerações futuras¹¹.

Desde muito cedo, no pensamento filosófico, não era estranha a possibilidade dos animais sofrerem transformações devido a causas naturais, como por exemplo, a passagem de um ambiente úmido para

¹⁰ Os primeiros animais foram gerados na umidade, e estavam envoltos em cascas espinhentas. Quando cresceram mais, eles migraram para a terra mais seca; e quando a sua casca exterior se fendeu e foi abandonada, eles sobreviveram por algum tempo no novo modo de existência. O homem, para começar, foi gerado de seres vivos de outro tipo, porque, enquanto outros conseguem rapidamente caçar para a sua própria alimentação, o homem por si só necessita de cuidados prolongados. Se ele tivesse sido assim desde o princípio, nunca teria sobrevivido. Por isso, os homens foram formados dentro dessas [criaturas pisciformes] e permaneceram dentro delas como embriões, até chegarem ao estado maduro. Então, finalmente, as criaturas rebentaram, e fora delas vieram os homens e as mulheres, que estavam aptos a se defenderem por si mesmos.

¹¹ João Francisco Nascimento Hobuss. *Introdução à história da filosofia antiga*. Pelotas: NEPFIL online, 2014.

um ambiente seco. Ao comparar um recém-nascido de humano com um recém-nascido de antílope, fica evidente que de certa forma os antílopes estão “mais preparados” para sobreviverem em um meio sujeito a predação, pois tão logo nasce um bezerro, este fica de pé e acompanha a mãe aonde quer que ela vá.

A ideia de adaptação se faz presente ao considerar que a cosmogonia de Anaximandro tenta resolver o “problema” da longa dependência dos recém-nascidos humanos, propondo a transformação de um tipo de organismo (as formas pisciformes) em outro (homens e mulheres maduros). É importante ressaltar, porém, que a preocupação do filósofo, à semelhança de outros tantos, recai sobre a necessidade de explicar as origens dos tipos de seres vivos existentes. Por mais tentador que seja, o trecho de Anaximandro destacado anteriormente não pode ser entendido como uma antecipação da evolução. Mas sim, como a ontogenia das gerações espontâneas. Muitos pré-socráticos admitiam processos de geração espontânea a partir de terra úmida ou limo¹¹.

No decorrer dos séculos VI e V a.C. o centro do pensamento filosófico concentrou-se no sul da atual Itália e nas colônias gregas da Sicília, onde os filósofos de maior expressão foram Pitágoras (570-495 a.C.), Xenófanes (570-475 a.C.), Parmênides (530-460 a.C.) e Empédocles (495-444 a.C.). Nesse período, surgiram na filosofia duas correntes de pensamento diferentes que concebiam a matéria, e que continuaram a reverberar por muito tempo no Ocidente: a de Heráclito de Éfeso (535-475 a.C.) e Demócrito de Abdera (460-370 a.C.)¹².

As máximas de que ninguém se banha duas vezes no mesmo rio, pois as águas de quando imergimos são substituídas por novas águas, e que tudo flui e nada permanece; compõem parte do conjunto de ideias que Heráclito legou à posteridade de maneira profusa, recortada e exigente por reflexão. O filósofo elaborou a ideia de que vigora na natureza uma inteligência/razão – *Logos* – que a tudo governa, e que o universo avança em um eterno fluir, com cada coisa sendo e não sendo ao mesmo tempo, ou seja, algo que se aproxima da unidade dos contrários. Nesse sistema explicativo, o fogo é o elemento fundamental de tudo, pois independentemente das sucessivas transformações desencadeadas nos ciclos da matéria pelo eterno *de vir*, o vir-a-ser do universo, ele subsiste eternamente permanecendo o mesmo. É assim porque o fogo, do qual tudo procede, também é aquilo que opera constantes transformações nos demais elementos da natureza. Mas, apesar de fluir, o universo é sempre o mesmo, e todo esforço para compreender esse grande mistério levou o efésio à uma reflexão: “Diante de um enigmático par de contrários, que outra solução pode haver senão a unidade?”¹³.

Já Demócrito, influenciado pela tradição da escola de Parmênides¹⁴ (530-460 a.C.), formulou uma

¹²George Sarton. *Introduction to the History of Science*. New York: Publishing Company, 1975.

¹³Maria Carolina Alves dos Santos., “A Lição de Heráclito”. *Trans/Form/Ação*, São Paulo, v. 13, p. 1-9, 1990.

¹⁴ A filosofia de Parmênides se afastava, em parte, daquela elaborada pelos filósofos jônicos, cuja preocupação central se direcionava aos estudos da natureza, no sentido do

doutrina (o Atomismo) que tentava responder um dos problemas fundamentais do pensamento grego: o conflito entre o conceito de “ser” e a compreensão do movimento que confere ao mundo um caráter mutável. Esse sistema explicativo tratava da organização da matéria, defendendo que a essência da mudança é um processo em que algo que “é” deixa de “ser”, passando ao estado de “não ser”. No entanto, o “não ser” não pode ser compreendido pela razão, pois de alguma forma tudo o que é pensável “é” algo. Assim, a ideia de transformação se constitui como um absurdo lógico, assumindo como uma afronta ao entendimento qualquer possibilidade de mudança¹⁵. Mais uma vez, o caráter fixo do universo é colocado acima da possibilidade de uma realidade passível de mudanças direcionais. No entanto, o fato de haver transformações na natureza não poderia ser ignorado.

Para resolver esse problema, Demócrito esforçou-se em conciliar a possibilidade de mudanças, que são perceptíveis aos sentidos humanos, com a existência de algo permanentemente inalterável. Nesse sentido, a matéria é constituída por infinitos entes invisíveis, incriáveis e indestrutíveis – chamados de “átomos” (ἄτομος) – que se movem incessantemente pelo vazio, guardando em si apenas propriedades de forma e tamanho. Nesta visão de organização da matéria, a diversidade que advém da própria matéria é resultado das combinações possíveis entre os diferentes tipos de átomos. Entretanto, tal maneira mecânica de conceber o mundo incorria em outro problema. Para o atomismo, diferentes átomos estavam associados a diferentes materiais – água, terra, ar e/ou fogo – e também à maneira como nossos sentidos percebem as diferentes formas. Então, como explicar a concentração, a princípio aleatória, dos átomos de natureza semelhante em determinados locais que formam um Universo razoavelmente organizado?¹⁶.

Demócrito escreveu bastante acerca de assuntos biológicos, mas muito de seus trabalhos foram perdidos, mesmo assim, acredita-se que suas concepções foram apropriadas por pensadores das gerações seguintes. Ao que parece, ele foi o primeiro a postular um problema que dividiu os filósofos que tratavam da história natural desde então: a ocorrência dos fenômenos associados aos organismos vivos é resultado puramente do *acaso* ou de uma *necessidade*, devido às características das unidades estruturais da matéria – o átomo?

Aparentemente, o pré-socrático admirava o que hoje entendemos por adaptação, defendendo que as propriedades dos átomos era a causa da organização da forma, sendo também o primeiro a colocar tendências imanentes direcionadas a um fim em contraponto com o acaso. Além disso, formulou diversos

mundo físico. Parmênides aproximava-se na utilização do pensamento especulativo, da razão, mas orientado para um problema mais complexo e abrangente. Entre outros assuntos, tais como o da unidade do ser, o seu poema *Da natureza* destina-se a enfrentar o problema do conhecimento e da verdade.

¹⁵ Giovanni Reale & Dario Antiseri. *História da Filosofia: Antiguidade e Idade Média*. São Paulo: Paulus (Coleção filosofia), 1990.

¹⁶ Porto, “O atomismo grego e a formação do pensamento físico moderno”. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 35, n. 4, 2013.

outros problemas que mais tarde foram resgatados por Aristóteles, que a partir de sua visão de mundo, discutiu a hipótese atomista, abordando suas próprias opiniões¹⁷.

Dois aspectos são importantes para caracterizar as concepções de origens do mundo para os primeiros filósofos gregos. 1) não existem deidades responsáveis pela criação de tudo que existe, ou seja, a vida, os organismos e o mundo não constituem o resultado da ação de um deus – confrontando as crenças amplamente defendidas no período pré-filosófico – mas sendo a consequência de um poder gerador da natureza; 2) as origens não estavam sujeitas a um plano ou objetivo subjacentes, ao contrário, eram consideradas como resultado do acaso ou de uma necessidade irracional¹⁸. A maneira para alcançar tais conclusões não é válida para a ciência atual. Esses filósofos, devido suas condições existenciais na relação com os modos de produção da sociedade, acreditavam que podiam chegar a explicações a partir do pensamento concentrado acerca do fenômeno, apenas “filosofando”. Todavia, foi a ousadia de pensar a favor de explicações racionais emancipadas da religião que abriu caminho para o advento científico.

A ORIGEM E ADAPTAÇÃO DOS ANIMAIS POR MEIO DA ORGANIZAÇÃO ALEATÓRIA DE SUAS PARTES: O CAOS DE EMPÉDOCLES (495-444 A.C.)

Compreender a cosmogonia de Empédocles é fundamental para entender a relação entre a forma dos seres vivos e a formulação de uma concepção acerca das adaptações biológicas. Sabemos pouco sobre sua vida, mas que veio de uma ilustre família de Agrigento, e que além de filósofo, foi físico, astrônomo, médico, legislador e poeta. Ao que parece, seu pai foi uma figura importante na derrota de Trádiseu, o tirano de Agrigento. Mais tarde, o próprio Empédocles lutou, valendo-se de uma excepcional retórica, contra as oligarquias que surgiam para explorar e subjugar os pobres. Inimigo declarado da monarquia, recusou o cargo de governante da cidade quando este lhe foi oferecido pela nobreza de Agrigento. Ganhou a reputação de mago e controlador da natureza, o que não foi estranho tendo em vista que em seus trabalhos unia misticismo e história natural. Considerado o último filósofo grego a escrever em versos, o pouco de sua obra que resistiu até hoje resume-se a dois poemas, *Purificação* e *Sobre a Natureza*, dos quais – somados a extensos comentários feitos por Aristóteles e outros filósofos – temos ideia da visão de mundo e natureza do pré-socrático¹⁹.

Empédocles postulou que o universo é constituído por quatro componentes básicos, denominados por ele de “raízes” – água, terra, ar e fogo – que a tudo formam a partir de combinações em proporções naturais. Por exemplo, os ossos são formados por duas partes de água, quatro partes de fogo e duas partes de terra; e o sangue é constituído por iguais porções das quatro raízes. Essas raízes são imutáveis

¹⁷Gustavo Laet Gomes. “A química atomista de Leucipo e Demócrito no tratado *Sobre a geração e a corrupção* de Aristóteles”. (dissertação de mestrado, Universidade Federal de Minas Gerais), Belo Horizonte, 2018.

¹⁸ Ernst Mayr. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: UnB, 1998.

¹⁹Gerd Bornheim. *Os filósofos pré-socráticos*. São Paulo: Editora Cultrix, 1998.

e existem e maneira independentemente, não sendo facilmente identificadas por estarem sempre misturadas umas às outras. Para esclarecer como os constituintes básicos, sendo apenas quatro, formam tudo o que existe, Empédocles faz uma analogia: o pintor ao misturar uma pequena quantidade de cores é capaz de criar e representar as mais inimagináveis possibilidades. Mais tarde, ao tratar dos elementos básicos constituintes do universo, propostos por esta visão, Aristóteles os chamam de “elementos naturais”²⁰.

Graham²¹ ainda explica como, na cosmogonia de Empédocles, surgiu a diversidade de seres vivos existentes no mundo. Para o filósofo, o que une e separa as quatro raízes fundamentais são duas *forças*, o Amor e a Contenda, respectivamente. O Amor reúne elementos em um arranjo harmonioso, trazendo harmonia a tudo, dentro de uma Esfera (*Sphaîros*) cósmica. No entanto, a Contenda penetra a Esfera e desfaz a unidade harmoniosa, dissociando os elementos. Da desordem resultante surge o caos, em que as diferentes massas de água, terra, ar e fogo originam animais e plantas. Enquanto a Contenda cresce e se desenvolve, surgem da terra “formas naturadas” de organismos que resultam da dissociação dos elementos. Eventualmente podem surgir seres viáveis. No entanto, toda criação daí advinda perece devido à força destrutiva da Contenda. Porém, com o Amor crescente, começam a se formar partes a partir dos elementos dissociados (tecidos, órgãos e até membros isolados). Em seguida, *aleatoriamente* esses membros se juntam para formar combinações.

Dessas combinações, pode resultar aquilo que desde a Antiguidade é chamado de monstruosidade, animais malformados – anencefalia, microcefalia, ausência de membros, membros extra, estruturas vestigiais incomuns, etc. – e incapazes de sobreviver, sendo bois com face humana um dos exemplos descritos por Empédocles. Todavia, quando os membros dispersos no caos se juntam em combinações viáveis, os seres resultantes não são apenas capazes de sobreviverem, mas também de se reproduzirem. Para Empédocles:

[...] quando a Contenda alcança o fundo mais interior do vórtice e o Amor surge no meio do círculo, todas essas coisas convergem para se tornar uma só, não súbito, antes voluntariamente se unindo, oriundas esta daqui, aquela dali. Ao se misturar, fazem jorrar uma miríade de *raças e feras* (grifo nosso); [...] antes alguns membros permanecem fixos, outros não são destacados. Contudo, conforme os deixa para trás, o impulso imortal, irreprochável e bem-intencionado do Amor produz compreensão²¹.

Muitos, equivocadamente, apontam na cosmovisão de Empédocles o prenúncio da evolução dos

²⁰ João Francisco Nascimento Hobuss. *Introdução à história da filosofia antiga*. Pelotas: NEPFIL online, 2014.

²¹ Daniel Graham. “Empedocles”. *International Studies in Philosophy*, 17 (1), 1985.

organismos e até mesmo o princípio de uma seleção natural. Apesar de fazer sentido mediante o conhecimento atual, o sistema explicativo do pré-socrático não apresenta elementos significativos que sustentem uma hipótese evolutiva, além de recorrer à influências sobrenaturais. Mesmo assim, ao propor um caos primordial regido pela dinâmica entre duas forças que moldam os mecanismos de criação, viabilidade e reprodução dos seres vivos, Empédocles faz a compreensão acerca da diversidade (a forma dos organismos segundo seu tipo específico) avançar imensuravelmente. Por não ter fundado uma academia e tão pouco arrebanhado dezenas de discípulos (dos quais só temos conhecimento do sofista e retórico Górgias), suas ideias foram sucumbidas e duramente contestadas. Aristóteles, que possuía uma academia própria frequentada por diversos pensadores de renome, criticou a ideia de origem e sobrevivência pelo acaso, afastando-se muito mais da ciência moderna do que o pré-socrático²².

ARISTÓTELES E UMA VISÃO DE NATUREZA

Na Grécia antiga era comum entre os filósofos explicações que buscavam causas finais para os fenômenos naturais, ou seja, uma abordagem teleológica. Devido seus estudos acerca dos seres vivos, Aristóteles é o filósofo mais importante associado à teleologia. Nas obras “Física”, “Metafísica” e “As partes dos animais”; encontramos o conjunto de explicações dos fenômenos naturais. Para o filósofo existem, apenas quatro causas.

A primeira causa apresentada é chamada de Causa Material, “aquilo a partir do qual” (τὸ ἐξ οὗ) algo provém e que persiste. Como exemplo temos o bronze que é utilizado na produção de uma estátua. O bronze (uma liga formada a partir de metais pré-existentes) existia antes da estátua e, uma vez que a obra esteja pronta, o bronze continua existindo nela. A segunda causa, Causa Formal ou “aquilo que deve ser”, representa a forma (εἶδος = eidos) dos objetos e seus gêneros, como resultado – algo que não existia antes – de um processo de gênese ou transformação. A causa formal deve ser entendida como a síntese de partes que formam um todo (que é algo novo), é uma essência que define ou caracteriza um resultado, e que em muitos casos pode assumir uma forma (εἶδος). “Aquilo que deve ser” é o resultado do processo “daquilo a partir do qual” vem o todo²³.

A terceira, Causa Eficiente ou “o princípio do movimento e repouso”, pode ser entendida como o agente responsável pela transformação, seja o início de um processo ou sua interrupção. Aristóteles fala do sêmen, que apesar de não ser o agente, tem em si o princípio que leva ao desenvolvimento – transformação de algo simples em indivíduo adulto – de um organismo, sendo a fonte que origina a

²² Ernst Mayr. *O desenvolvimento do pensamento biológico: diversidade, evolução e herança*. Brasília: UnB, 1998.

²³ Roberto de Andrade Martins. “A doutrina das causas finais na Antiguidade: a teleologia na natureza, segundo Aristóteles”. *Filosofia e História da Biologia*, v.8, n.2, p. 167-209, 2013.

mudança; é o que desencadeia o processo vital de um novo animal. A última causa, Causa Final ou “aquilo para cujo benefício”, diz respeito à finalidade, propósito, objetivo, fim (τέλος) de dado fenômeno. Nos estudos dos seres vivos é o tipo de causa que mais prendeu Aristóteles por ser aquela que responde perguntas do tipo “para que isso está sendo feito” ou “para que isso serve?”. Cabe a nós um olhar mais atento a este último tipo de causa – em sua relação com as demais – pois suas respostas indicam “aquilo para cujo benefício” algo existe, que tende a ser o que é *melhor*²³.

Das quatro causas, a última difere das demais por trazer em si uma dimensão axiológica, uma vez que se a finalidade das coisas é algo bom, ou melhor do que os meios que a ela conduz, o filósofo atribui um valor. Além disso, Aristóteles elenca duas categorias sujeitas às causas dos fenômenos. Existem aquelas que estão associadas a uma intenção, um planejamento consciente, o pensamento; que pode ser exemplificada como a construção de uma canoa. O artesão (causa eficiente) coleta a madeira no ambiente (causa material) e constrói a canoa (causa formal) para navegar (causa final). A madeira já existia antes do processo e continua a existir após a transformação, porém sintetizada em algo novo, a canoa, que é fruto do pensamento intencional de alguém, o homem. A segunda categoria, contudo, é aquela que difere Aristóteles de todos os seus predecessores²³.

Para o filósofo, existem fenômenos que são independentes da intenção e do pensamento de alguém e que podem ser explicados teleologicamente. Aqueles que não são produtos de uma intenção ou pensamento são o resultado do que ele chama de *physis*, ou *natureza*. Para compreender a ideia de adaptação biológica no sistema explicativo aristotélico é necessário, antes, compreender a relação entre as causas dos fenômenos naturais e sua visão de natureza, uma vez que a teleologia do filósofo é melhor sucedida nas explicações sobre os seres vivos, dado que grande parte de suas especulações se baseiam nas investigações desses objetos. As substâncias naturais configuram o paradigma dos organismos²⁴.

Muitos, antes de Aristóteles, justificaram a finalidade dos fenômenos a partir da aceitação de uma inteligência ou razão superior, que poderia ser entendida como um ente antropomorfizado – como o demiurgo de Platão (429-347 a.C.) descrito em sua obra *Timeu* – ou algo mais abstrato, como proposto por Anaxágoras²⁵ (500-428 a.C.). Contudo, Aristóteles discutiu os exemplos tradicionalmente utilizados

²⁴Ransome Johson. *Aristotle on teleology*. Oxford: Clarendon Press, 2005.

²⁵ “Anaxágoras propôs uma teoria de todas as coisas, o que significa dizer que, assim como os demais pré- socráticos, ele tentou definir a complexidade, a multiplicidade do mundo tal qual se apresenta, não através de meras conjecturas religiosas e míticas, ou ensaiando passos iniciais em uma ciência, assaz preocupada com um método ou uma explicação empiricamente viável. O objetivo de Anaxágoras era explicar todo o cosmos: seu pensamento não se dirigia a uma área específica [...] mas ao pensamento do todo. Do que as coisas são feitas; como as coisas se tornaram o que são; como comportam-se os corpos celestes; como se dá o desenvolvimento de homens, plantas e outros seres vivos; como conhecemos o mundo” (NETO, N. R. M. “Uma introdução ao pensamento de Anaxágoras de Clazômenas”. *PHRONESIS: Revista do Curso de Direito da FEAD*, n. 9, p. 23-59, jan./dez. 2013, p.27).

para descrever os fenômenos naturais. O filósofo questiona, por exemplo, o motivo – para que – da chuva; ou seja, se ela cai em benefício da plantação ou se existe outra razão, por mera necessidade natural, e como consequência os cereais crescem, mas não *para que* eles cresçam. Pois quando uma chuva destrói uma plantação, ninguém defende que choveu *para que* a plantação fosse destruída. Outro exemplo que Aristóteles discute, e que tem relação direta com a ideia de adaptação, vem de Sócrates: os dentes incisivos são cortantes *para* cortar os alimentos, e os molares são achatados *para* triturar, ou essas e outras partes corporais poderiam surgir sem essa *finalidade*, porém apresentar tal utilidade por coincidência?

Como já descrito anteriormente, Empédocles propôs um sistema explicativo que se aproxima de forma muito incipiente à ideia de seleção natural. Ao assumir que as partes dos organismos surgem em decorrência de duas forças – o amor e a contenda – e que a união dessas partes aleatoriamente em um caos primordial poderia ou não gerar seres viáveis, aptos a sobrevivência e reprodução, o pré-socrático recorre ao acaso para justificar a adaptação dos organismos ao meio. Aristóteles rejeitou a proposta de Empédocles por defender que o mundo não é caótico, pois todos os fenômenos naturais (ou quase todos de que se tinha conhecimento) acontecem segundo uma regularidade. Aquilo que acontece ao acaso ou espontaneamente não possui essa característica²⁶.

Qual o significado de natureza – *physis* – para Aristóteles? Para ele, existem duas classes de objetos: as que possuem um princípio primário inato, que é fonte de movimento e repouso, e que existe por si mesma. E aquelas que foram transformadas por uma ação externa ao objeto, não guardando em si o princípio de movimento e repouso. Para exemplificar essas duas classes, ele compara organismos vivos com objetos feitos pelo homem, intencionalmente a partir de elementos do ambiente (como a cama e a roupa). Portanto, *natureza* é um tipo de dinamismo interno, uma força direcional²⁷.

O melhor exemplo para compreender a ideia de natureza de Aristóteles é dado por ele mesmo em sua obra “Física”²⁸. O processo que faz com que uma semente chegue à planta adulta é considerado natural porque depende de uma característica que é inata à própria semente: a semente de uma oliveira não pode dar origem a uma macieira. Contudo, Aristóteles admite que o ambiente pode interferir no processo abortando-o ou interrompendo-o por falta de condições adequadas, como temperatura e umidade. É importante destacar que a natureza enquanto uma força inerente à tudo o que é natural não leva a uma transformação incessante, ao acaso. Mas os processos naturais de transformação resultam em um fim (*telos*), que é considerado pelo filósofo o melhor daquilo que pode ser: todo animal ou planta

²⁶ João Francisco Nascimento Hobuss. *Introdução à história da filosofia antiga*. Pelotas: NEPFIL online, 2014.

²⁷ Roberto de Andrade Martins. “A doutrina das causas finais na Antiguidade: a teleologia na natureza, segundo Aristóteles”. *Filosofia e História da Biologia*, v.8, n.2, p. 167-209, 2013.

²⁸ Aristóteles. *Física I-II*. Campinas-SP: Editora Unicamp, 2009.

possui uma fase adulta, que é o estado “daquilo para cujo benefício” o organismo se desenvolveu. O último estágio da vida de um organismo é sua morte, mas segundo Aristóteles a morte não é sua finalidade, pois não representa o melhor que poderia ser. Estar vivo é melhor que estar morto, assim, a fase adulta do organismo é seu fim, no qual apresenta todas as características positivas. À medida que o ser envelhece, ele perde certas características e, por isso, o fim “para cujo benefício” do organismo é sua fase adulta, e não sua morte²⁸.

Na cosmogonia de Aristóteles, a transformação dos animais e das plantas é um processo que se dá através de causas internas. Uma planta adulta, completa, origina uma semente que recebe dela sua forma, no entanto, essa forma permanece presente inicialmente apenas como uma potencialidade, a capacidade de vir a ser. O processo de transformação da semente em planta adulta faz com que a forma passe de um estágio potencial para um estado de completude. O fim desse processo é a própria forma, que agora existe em seu estado de completude, ou seja, o resultado do processo ou transformação. Nesse sentido, finalidade e forma acabam coincidindo. Para entender os organismos, Aristóteles parte da compreensão da essência e das finalidades de cada estrutura biológica, para depois analisar os outros tipos de causa. Baseado em dissecações de animais e na observação da vida, hábitos e processos de reprodução, o filósofo descreveu com precisão diversos organismos. Seguem alguns exemplos desses registros que resistiram até os dias de hoje:

Os ossos, por exemplo, que, por natureza, são duros, estão concebidos para preservar os tecidos moles, nos seres que os possuem. Nos que os não o têm, algo de análogo lhes faz a função, como, nos diferentes peixes, as espinhas ou as cartilagens. Entre os animais, há os que apresentam esta proteção no interior; alguns não sanguíneos têm-na no exterior, caso dos crustáceos, todos eles (os caranguejos e as lagostas, por exemplo) e dos testáceos (por exemplo, as chamadas ostras). Em todas estas espécies o elemento análogo à carne está no interior, enquanto aquilo que a mantém e a protege – que é uma parte terrosa – está no exterior. Assim, para assegurar a continuidade destes animais, que a natureza dotou de pouco calor uma vez que se trata de não sanguíneos, a carapaça que os envolve, como uma espécie de fornalha, conserva o calor que neles se gera²⁹.

Assim os quadrúpedes têm as orelhas destacadas e implantadas acima dos olhos, pelo menos à primeira vista. Mas trata-se só de aparência, que se deve ao fato de estes

²⁹ Aristóteles. *Partes dos animais*. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2010.

animais não estarem eretos, mas inclinados. Como estas espécies se movem sobretudo nessa posição, tanto mais útil lhes é que as orelhas se lhes levantem e se movam; assim, com o movimento em todas as direções, melhor captam os ruídos. As aves têm apenas canais auditivos, devido à dureza da pele e ao fato de não terem pelos, mas penas. São, portanto, desprovidas de uma matéria capaz de lhes moldar as orelhas. A mesma explicação se aplica aos quadrúpedes ovíparos que são cobertos de escamas. Entre os vivíparos, também a foca não tem orelhas, dispondo apenas de canais auditivos, por se tratar de um quadrúpede malformado³⁰.

Como, por natureza, o homem se mantém ereto, não tem qualquer necessidade de pernas à frente. Em sua substituição, a natureza dotou-o de braços e mãos. Anaxágoras defende que é por ter mãos que o ser humano é, de todos os animais, o mais inteligente. Mas é mais razoável considerar, pelo contrário, que é por ser o mais inteligente que ele tem mãos. As mãos constituem, de fato, uma ferramenta; e a natureza, como faz um indivíduo inteligente, atribui sempre um órgão a quem melhor o saiba usar. É mais sensato dar flautas a um bom flautista do que ensinar a tocar quem tem flautas. É sempre aquilo que é mais fraco que a natureza associa ao que é grande e forte, e não o que é superior e maior ao que é mais fraco. Se este é um procedimento preferível, e se a natureza, dentro do possível, privilegia a melhor solução, não é por ter mãos que o homem é a criatura mais inteligente, mas o contrário. De fato, o ser mais inteligente é o que é capaz de utilizar bem o maior número de ferramentas; e a mão corresponde não apenas a uma, mas a várias ferramentas. Pode dizer-se que é uma espécie de instrumento multiuso. É, portanto, ao ser que é mais capaz de adquirir o maior número de técnicas que a natureza dotou da mais versátil das ferramentas, a mão³⁰.

Não é possível, mesmo com todo um sistema explicativo tão complexo e descrições detalhadas, admitir que Aristóteles antecipou o que hoje entendemos por adaptação. No entanto, a influência da filosofia grega no estudo da vida e dos organismos, principalmente os trabalhos desse filósofo, foram tão importante que reverberaram por quase dois mil anos no meio científico. O conceito atual de adaptação biológica leva em consideração elementos que só foram elaborados a partir do século XIX, que serão descritos posteriormente, além de estar sujeito a outros campos do conhecimento e não somente à zoologia, cujo fundador é Aristóteles. Contudo, além de darem início ao movimento científico, os filósofos gregos também lançaram as bases fundamentais para a ideia de adaptação biológica por meio da busca

³⁰ Aristóteles. *Partes dos animais*. Lisboa: Centro de Filosofia da Universidade de Lisboa, 2010.

das causas que determinam a forma dos seres vivos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Kopnin (1978, p. 192)³¹ defende que “para o juízo não é absolutamente obrigatório que seu predicado seja o reflexo do universal no objeto. Mas tão logo o desenvolvimento do juízo atinge o ponto em que o conteúdo do seu predicado é constituído pelo reflexo do geral e do essencial, o juízo se converte em conceito”. As palavras do autor denotam o objetivo principal desta pesquisa, que foi desvelar o movimento do pensamento da antiguidade, na produção do conhecimento, que levou ideias simples acerca de um fenômeno natural – adaptação biológica – à elaboração de um conceito central para a teoria da evolução das espécies.

Seguindo o movimento da lógica dialética, que parte do particular para o universal para depois retornar ao particular, o conceito de adaptação biológica é aquele do qual é possível compreender a historicidade da teoria que unifica os conhecimentos biológicos, a teoria da evolução. Charles Darwin, em suas teorias evolutivas, já elencava a adaptação dos seres vivos como um mistério a ser resolvido, sendo que qualquer teoria evolutiva que não propusesse explicações satisfatórias acerca do problema, não poderiam ser verdadeiras³². De igual forma, Ridley³³ coloca a adaptação como elemento central a ser compreendido. Nesse sentido, buscamos resgatar seu percurso lógico e histórico, pois desde o princípio da ciência Ocidental (com os filósofos pré-socráticos) têm-se sistemas explicativos que se propõem a compreender o fenômeno. Além disso, Kopnin³⁴ defende que a produção do conhecimento é dinâmica, e se dá na relação entre ideias, juízos e conceitos; pensamento, deduções e elaborações; lógica e história.

Para apreender a historicidade do conceito de adaptação, optamos por trazer filósofos e naturalistas que de alguma maneira abordaram esse fenômeno, sendo importantes representantes da construção do conhecimento de seu tempo. Por ser um processo histórico, nossa apresentação teve caráter linear, cabendo ressaltar, porém, a valorização dos elementos de permanência e ruptura ao longo dos períodos discutidos.

Esperamos que a produção ajude professores e professoras pois acreditamos que só uma mudança de postura radical frente a concepção de educação no Estado brasileiro – principalmente em tempos de obscurantismo e incertezas – pode tornar a escola aquilo que ela é essencialmente: lugar de transformação, de tornar o sujeito que aprende consciente de seu papel numa sociedade inserida em um ambiente natural, e ao sujeito que ensina ratificar sua responsabilidade e autoridade como agente

³¹Pável Vasílievich Kopnin. *A dialética como lógica e teoria do conhecimento*. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira (Coleção Perspectivas do Homem), 1978.

³²Charles Robert Darwin. *A origem das espécies*. São Paulo: Edipro, 2018.

³³Mark Ridley. *Evolução*. Porto Alegre, Artmed: 2006.

³⁴Pável Vasílievich Kopnin. *A dialética como lógica e teoria do conhecimento*. Rio de Janeiro: Editora Civilização Brasileira (Coleção Perspectivas do Homem), 1978.

transformador. E isso só é possível mediante a apropriação de todos os aspectos do fazer docente, inclusive o profundo e consciente domínio da ciência que ensina.

SOBRE OS AUTORES:

Lucas Salvino Gontijo

Egresso do Programa de pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – UFG

Professor de Robótica Educacional no Serviço Social da Indústria | SESI-Goiás

Lucas.sgo@outlook.com

Simone Sendin Moreira Guimarães

Departamento de Educação em Ciências

Programa de pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática – UFG

Instituto de Ciências Biológicas

Universidade Federal de Goiás

sisendin@gmail.com

Artigo recebido em 19 de outubro de 2021
Aceito para publicação em 16 de fevereiro de 2012