

É legítimo explicar em termos teleológicos na biologia?

Is it legitimate to explain in teleological terms in biology?

Ricardo Santos do Carmo¹, Nei Freitas Nunes-Neto², Charbel Niño El-Hani³

Departamento de Biologia Geral, Instituto de Biologia, Universidade Federal da Bahia

Contato dos autores: ¹rscarmo@ufba.br, ²nunesneto@gmail.com, ³charbel.elhani@pq.cnpq.br

Resumo. Neste artigo, defendemos a legitimidade de explicar em termos teleológicos na biologia, desde que tal explicação seja limitada à compreensão de fenômenos em seres vivos que são dirigidos para objetivos, como os processos fisiológicos e o comportamento. É inadequado explicar teleologicamente outros fenômenos biológicos, como a evolução. Dentro do domínio de validade das explicações teleológicas, as explicações funcionais têm particular importância na biologia. Discutimos aqui duas abordagens que podem ser seguidas para dar conta das explicações funcionais, a etiológica e a sistêmica, que explicamos aqui a partir dos trabalhos de dois influentes filósofos da ciência, Wright e Cummins. Discutimos, por fim, a importância de um uso apropriado das explicações teleológicas no ensino de biologia, seja superior, seja médio.

Palavras-chave. *Teleologia, função, ensino de biologia.*

Abstract. In this paper, we advocate the legitimacy of explaining in teleological terms in biology, provided that this explanation is limited to the understanding of phenomena in living beings that are directed towards goals, such as physiological processes and behaviors. It is inadequate to explain teleologically other biological phenomena, such as evolution. Within the domain of validity of teleological explanations, functional explanations have particular importance in biology. We discuss here two approaches that can be followed to account for functional explanations, the etiological and the systemic, which we explain here based on the works of two influential philosophers of science, Wright and Cummins. We finally discuss the importance of an appropriate use of teleological explanations in biological education, both in higher education and in high school.

Keywords. *Teleology, function, biology teaching.*

Recebido 17abr11
Aceito 25jul11
Publicado 15dez12

Em um artigo publicado em *Scientiae Studia*, periódico das áreas de história e filosofia das ciências, Marcelo Alves Ferreira (2003) fez um comentário interessante acerca do modo pelo qual as pessoas em geral, incluindo os biólogos, explicam os fenômenos do mundo vivo. No entendimento desse autor, isso se dá da seguinte maneira: “Diante do modo de reprodução de uma espécie, das proporções de uma estrutura ou do padrão de uma migração, ninguém honestamente se pergunta: ‘Como as mutações nos genes dessa característica vieram a se estabelecer por seleção?’ A pergunta efetiva seria ‘Em que esta característica serve à sobrevivência, qual sua função?’” (Ferreira, 2003, p. 190). Essas palavras expõem de modo claro um ponto muito importante que tem sido seriamente discutido por biólogos e filósofos da biologia, a saber: a elaboração de explicações teleológicas para compreensão dos fenômenos da vida.

Esse modo de explicação e o termo que o nomeia são anteriores ao próprio nascimento do termo biologia, na década de 1760, por Michael Hanov (cf. McLaughlin, 2002) e das instituições que caracterizam a biologia enquanto ciência, no século XIX. O termo “teleologia”, em latim, foi introduzido pelo filósofo alemão Christian Wolff

em 1728, para se referir à parte da filosofia natural que explicaria os fins das coisas (*finis rerum explicat*), em contraste com a filosofia natural que estudaria as causas das coisas (Owens, 1968; Lennox, 1992).

O uso das explicações teleológicas tem sido investigado nos campos da psicologia cognitiva e psicologia da educação, nos quais identificamos a defesa da tese de que a teleologia é um modo inato (Atran, 1995), básico (Kelemen, 1999) ou autônomo (Keil, 1992, 1994, 1995) do pensamento biológico de crianças e adultos.

A definição do que seja uma explicação teleológica varia em diferentes estudos. Contudo, no domínio das ciências biológicas, entendemos que uma explicação teleológica é caracterizada pela referência às noções de “propósito”, “função”, “objetivo”, e, de modo geral, pode ser reconhecida por expressões como “papel de”, “contribui para”, além de outras semanticamente equivalentes. Trata-se, assim, de um modo de explicação que se caracteriza pelo conceito de finalidade, possivelmente um dos mais fortes e mais bem estabelecidos no pensamento humano (Warren, 1916). Dessa perspectiva, a referência primária para o estudo desse conceito nas ciências biológicas é Aristóteles, embora ele remonte às ideias de Sócrates, conforme apre-

sentadas no *Fédon* de Platão (Lennox, 1992), e também no *Timeu* (Platão, 1977). Todavia, precisamos logo chamar a atenção — porque isto costuma dificultar sobremaneira o entendimento claro do modo teleológico de explicação científica na biologia — o conceito de finalidade aparece de maneira distinta nos textos de Aristóteles e Platão.

Em Platão, as explicações em termos de propósito e função, por exemplo, aludem à existência de um agente racional, que, agindo deliberadamente, é visto como a causa do bom estado das coisas no mundo natural. Na filosofia de Aristóteles, em contraste, o conceito de finalidade é fundamental no estudo do funcionamento dos animais, nada tendo a ver com um agente sobrenatural com poder causal (o Demiurgo de Platão), como podemos ver no livro I de *As Partes dos Animais* (Aristóteles, 1999). No capítulo 1 dessa obra, Aristóteles argumenta — contra Empédocles — que a concomitância causal de causas materiais (que dizem respeito ao tipo particular de substância de que algo é feito) e causas eficientes (que explicam o movimento das coisas) não é suficiente para explicar por que um ente natural (um leão, por exemplo) vem a ser de tal e tal tipo, i.e., com uma dada anatomia e forma. Para o Estagirita, prepondera sobre estas causas a função, quer dizer, as capacidades vitais do leão. É a realização dessas capacidades relativas ao completo funcionamento do leão a principal causa de sua existência, i.e., sua causa final. Em outras palavras, podemos dizer que Aristóteles mobiliza o conceito de finalidade, ao lado do conceito de função, para explicar que os atributos encontrados nos animais contribuem para um fim e, por isso mesmo, existem, como está expresso em sua conhecida máxima: “A Natureza não faz nada em vão” (Aristóteles, 1984, 704b12-18). E, na medida em que a finalidade é interna à coisa, quer dizer, ao vivente, a filosofia de Aristóteles não assume o pressuposto da teleologia natural de que o universo é o produto de um design inteligente (Lennox, 1992), o que seria um “finalismo antiquado”, de acordo com Lucas Angioni (1999, p. 94), um dos principais estudiosos brasileiros da obra do filósofo grego. Em síntese, dizemos que a teleologia de Aristóteles é “imane” ou “interna” (Goudge, 1961, p. 193), em contraposição à “teleologia externa” de Platão.

Essa percepção mais precisa sobre as relações entre os conceitos de finalidade e função na filosofia de Aristóteles é fundamental para que tenhamos clareza a respeito das questões epistemológicas que cercam a legitimidade das explicações teleológicas na biologia. A esse respeito, um ponto muito importante foi a substituição, durante a Revolução Científica do século XVII, do modelo aristotélico — fortemente marcado pela teleologia — por um modelo mecânico do mundo. Esta nova concepção de mundo incluía tanto uma rejeição a um possível vitalismo, i.e., um conjunto de ideias de que os organismos vivos diferem das coisas inanimadas por possuírem um fluido ou “espírito” vital — que não comparecia na tradição aristotélica, mas a ela foi incorporada na escolástica medieval —, como também uma negação de uma linguagem própria para a explicação dos fenômenos da vida. Como resultado da aceitação do modelo mecânico, qualquer explicação de um fenômeno natural só seria legítima se recorresse a

causas mecânicas (ou seja, à causa eficiente aristotélica) e o fizesse através da menção a uma lei geral.

A despeito dessa mudança do quadro teórico e epistemológico, a linguagem usada na compreensão dos processos e sistemas vivos sempre recorreu a noções teleológicas, como função e objetivo. O ponto fulcral que precisa ser destacado, porém, é que estes usos — pré-darwinistas — de termos teleológicos estavam fortemente comprometidos com pressupostos de natureza teológica ou vitalista, que, como dissemos, foram inseridos na tradição aristotélica e terminaram por ser postos de lado na metafísica da ciência moderna. É nesse contexto, que alcança o século XIX, que enfatizamos a contribuição substancial do trabalho de Darwin para os fundamentos das ciências biológicas, na medida em que construiu as bases para apelar a expressões teleológicas desde um ponto de vista que não se compromete com pressupostos teológicos ou vitalistas.

No entanto, mesmo a contribuição de Darwin não foi suficiente para desfazer um dilema dos biólogos com relação à teleologia. De um lado, ainda se teme a associação de um discurso teleológico na biologia com uma metafísica inaceitável, enquanto, de outro, percebe-se que muito se perderia em termos explicativos e heurísticos se a teleologia fosse posta de lado nessa ciência. Não é surpreendente, portanto, que muitos cientistas (Weisz, 1971; Gregory, 2009), educadores (Schwab, 1963; Hughes, 1973; Jungwirth, 1975; Gallant, 1981), filósofos e historiadores da ciência (Cummins, 2002; Ghiselin, 2005) considerem que a biologia contemporânea não deve ter qualquer compromisso com a teleologia.

Contudo, ainda que posições contrárias ocupem espaço na literatura principal sobre o assunto, queremos aqui enfatizar nosso entendimento de que a questão central das discussões recentes no que concerne às explicações teleológicas não é se a biologia deve ou não fazer uso delas, mas quais são seus usos apropriados e inapropriados. Neste artigo, discutiremos sob esse ponto de vista, e de modo sucinto, dois projetos explanatórios que buscam dar conta do modo teleológico de explicação nas ciências biológicas: as abordagens (1) etiológica e (2) sistêmica.

Abordagem Etiológica

Na filosofia da biologia, a importância dessa abordagem é reconhecida por colocar a teleologia e, em particular, o conceito de função, no centro dos debates acerca da explicação científica. No período anterior a esse projeto teórico, nas décadas de 1950 e 1960, marcado pela hegemonia do empirismo lógico, a visão canônica (*received view*) quanto a esse assunto sustentava que uma explicação deveria ser considerada científica se fosse compatível com um modo de explicação baseado em leis gerais, o qual foi formalizado no chamado modelo dedutivo-nomológico (D-N) de explicação (Salmon, 1990). Em linhas gerais, a partir da aceitação do modelo D-N, uma explicação científica precisaria fazer referência a, ao menos, uma lei geral e conter afirmações empíricas sobre fatos particulares, i.e., condições prévias relativas ao fenômeno a ser explicado. Nessa análise formal, então, a sentença que conta como

uma explicação do fenômeno em pauta segue, como consequência lógica, das afirmações anteriores, quais sejam, as leis e as afirmações particulares (para detalhes, ver Hempel e Oppenheim, 1948).

Dessa perspectiva, as explicações em termos teleológicos foram questionadas quanto à sua legitimidade científica, porque não satisfazem a todos os requisitos de um modelo de explicação baseado em leis. Por exemplo, na biologia, de modo importante, as explicações possuem generalidade, mas não são universais (e, de fato, os biólogos não pretendem que o sejam). A crítica mais fundamental, contudo, foi a de que, nas explicações teleológicas, a sentença que conta como uma explicação não segue das sentenças que fazem referência a uma ou mais leis gerais, mas, ao contrário, estas últimas sentenças seguem da sentença explicativa.

Contudo, na medida em que o modelo D-N perdeu espaço na comunidade de filósofos da ciência, após ter recebido muitas críticas, principalmente através de fortes exemplos contrários (para uma revisão crítica, ver Salmon, 1990, 1992), o debate sobre as explicações teleológicas voltou à cena. Ao mesmo tempo em que as limitações do modelo D-N foram sendo expostas, uma virada importante no debate acerca dos enunciados teleológicos na biologia e em outros campos do conhecimento teve lugar a partir do artigo “Functions”, do filósofo Larry Wright (1973). Em particular, Wright argumentou que as atribuições funcionais são um tipo de explicação legítima, no sentido de que enunciar a função de um traço biológico — i.e., uma estrutura, um comportamento, um processo fisiológico —, com referência à sua história seletiva é o mesmo que explicar por que o traço existe. E, por esta via, a explicação é forte na medida em que distingue efeitos funcionais de efeitos meramente acidentais, i.e., os efeitos periféricos, que, porque não foram *selecionados para*, não explicam por que o organismo considerado possui aquele traço. Desse modo, apenas os efeitos funcionais podem explicar a presença de certos traços. Esta é precisamente a tese seminal da abordagem etiológica, conforme originalmente proposta por Wright, e, depois, modificada por diferentes autores em teorias relacionadas, como a teoria da “função própria” de Millikan (1984, 1989), Neander (1991a, 1991b, 1995) e Griffiths (1992, 1993), e a teoria da história moderna de Godfrey-Smith (1993, 1994).

Em uma definição direta, no contexto atual dessa abordagem, uma função biológica é o efeito positivamente selecionado no passado por causa de sua contribuição para aumentar as chances de sobrevivência e reprodução de seu possuidor em um ambiente específico. Trata-se, assim, de uma definição que sustenta a tese de que a causa para a existência de um traço funcional é o mecanismo de seleção natural. Nesse sentido, os biólogos não atribuem função a traços “não-funcionais”, mas sim àqueles que são “úteis e construtivos”, como comenta Godfrey-Smith (1994, p. 347) acerca do problema da origem dos traços.

Embora Wright não tenha dirigido a abordagem etiológica às questões da biologia em particular, é inegável seu vínculo com esta ciência através da ênfase conferida à seleção natural para a demarcação de uma função (Wri-

ght, 1973, p. 163). Essa ênfase é justificada pelo interesse de Wright em uma definição de função livre de qualquer referência à noção de utilidade, porque — pelo menos na biologia — um traço pode ter uma utilidade, mas que não conta como uma função, no sentido de que lhe falta uma etiologia. Esse é um ponto importante que temos de compreender para conhecermos os limites da visão de Wright, como também das abordagens etiológicas de outros autores.

A ênfase de Wright sobre o mecanismo de seleção natural coloca limites importantes a seu projeto explanatório. Um limite importante é a dificuldade prática de determinar qual o primeiro efeito selecionado de um traço, já que, como Amundson e Lauder (1994, p. 461) pontuaram, os ambientes e as pressões seletivas mudam ao longo do tempo geológico. É difícil também precisar o alvo da seleção natural, i.e., dizer que a seleção atuou apenas em determinado traço (Lauder e col., 1993; Amundson e Lauder, 1994). Este é, de fato, um problema sério e bem documentado na literatura em, pelo menos, dois casos: primeiro naqueles em que a seleção de um traço pelo efeito que conta como sua função biológica é acompanhada por mudanças em outros traços, porque são correlacionados. Por exemplo, em uma população de lagartos, a seleção de genes para o aumento da capacidade de corrida pode ter sido acompanhada de seleção de genes para uma maior capacidade cardiorrespiratória e aumento do tamanho corporal (Amundson e Lauder, 1994). Outro caso que corrobora essa dificuldade de isolar o efeito selecionado é a existência dos traços complexos, aqueles formados pela articulação interna de componentes. Em síntese, o ponto importante neste caso é que o efeito E de um traço complexo T é o resultado da ação articulada de cada um de seus componentes $t_1 - t_n$. Contudo, isto não significa que a seleção de T , entre variações existentes para esse traço complexo, tenha acontecido devido a variações em todos os seus componentes. É possível que o componente t_1 de T tenha permanecido inalterado ao longo do tempo e, dessa maneira, T difere de seus variantes, T' e T'' , digamos, em relação a outros componentes t_i , mas não a t_1 . Por esta razão, note que, em casos assim, T é alvo da seleção natural, enquanto t_1 não, porque, como sabemos, seleção requer variação dentro de um mesmo ambiente seletivo (Brandon, 1990). Portanto, um biólogo informado pela abordagem etiológica não atribui qualquer função a t_1 , embora a função desse componente seja necessária para o efeito E do traço complexo T (ver Buller, 1998, para uma análise crítica a este respeito).

Dois limites adicionais da abordagem etiológica dizem respeito ao fato de que um traço pode realizar mais de uma função — que podemos chamar de problema da *multifuncionalidade* do traço —, e às diferentes maneiras como um traço pode realizar um dado efeito que conta como uma função, ou como traços diferentes, mas equivalentes, podem realizar o mesmo efeito — conhecido na literatura como problema dos *equivalentes funcionais*¹.

1 Para muitos autores, este constitui a principal dificuldade para a aceitação de explicações funcionais na biologia. Ernest Nagel e Carl Hempel, dois dos mais destacados filósofos da ci-

Estes dois problemas adicionais foram percebidos com as discussões em torno da concepção etiológica introduzida por Wright em meados da década de 1970, mas são um desafio para qualquer projeto filosófico para lidar com as explicações funcionais na biologia.

O fato de que um traço pode realizar funções diferentes se mostra um problema para o projeto etiológico na medida do seu compromisso com a definição de um predicado normativo para o conceito de função. Trata-se, nesse sentido, da tese de que a função de um traço biológico é o que ele foi selecionado para fazer, conforme propuseram, independentemente, Ruth Millikan (1984, 1989) e Karen Neander (1991b) sob a rubrica da teoria etiológica da “função própria” (*proper function*). Essa teoria acomoda, de modo geral, a tese primária da abordagem etiológica, i.e., de que atribuir função a um traço biológico é explicar por que esse traço existe. Mas, se um traço é multifuncional, i.e., tem uma função Y e uma função Z, como decidir qual delas *deve ser a* “função própria”? Dito de outro modo, por causa de qual efeito, no passado, o traço foi positivamente selecionado? Em nenhuma teoria filiada à abordagem etiológica encontramos uma resposta conclusiva para essa questão, que expõe uma situação frequente nas ciências biológicas. Numa linha teórica, define-se a função própria desde o passado remoto do traço (Millikan, 1989, 1993; Griffiths, 1993); em outra, por referência ao passado recente (Boorse, 1976; Neander, 1991a; Godfrey-Smith, 1994). Por uma questão de espaço, contudo, não iremos aprofundar esse ponto aqui.

De outro modo, queremos destacar também que um desafio para o conceito de função desde uma perspectiva etiológica é o fato comum na biologia de que uma função pode ser realizada de diferentes maneiras por um traço, ou por traços diferentes, mas equivalentes. No primeiro caso, tome como exemplo o fato da fisiologia humana de que o fígado regula a concentração de glicose no sangue por duas vias, quais sejam, a inibição ou o aumento dos processos de gliconeogênese e glicogenólise. Outro exemplo de equivalência funcional na biologia, concernente à segunda possibilidade, é que a função de transportar oxigênio no sangue dos animais é realizada por vários pigmentos respiratórios (hemocianina, hemeritrina, clorocruorina, hemoglobina). Não avançaremos aqui no debate sobre este ponto; para isso, recomendamos a leitura de outro trabalho nosso (Carmo, Nunes-Neto e El-Hani 2012).

Para concluir esta seção, destacamos o principal limite do projeto etiológico de explicação, devido ao seu forte compromisso com o mecanismo de seleção natural:

ência do período do empiricismo lógico, propuseram soluções, mas, entendemos, soluções com limites importantes, mormente em razão do compromisso deles de que as explicações científicas devem ser de caráter universal, conforme o modelo D-N, tendo em vista os casos estudados na física. De nossa parte, também enfrentamos o problema dos equivalentes funcionais e argumentamos que os equivalentes funcionais não minam a cientificidade das explicações biológicas, porquanto não é necessário que as explicações em biologia sejam universais para que contem como científicas, importam que elas possuam generalidade. Para uma discussão detalhada, recomendamos fortemente a leitura de Carmo, Nunes-Neto e El-Hani (2012).

o embaraço entre os conceitos de função e adaptação biológica. Na medida em que esse é um mecanismo comum aos dois conceitos, não está claro quão distintos eles são (Sober, 1993). Este é um problema teórico que pretendemos esclarecer com a tese de doutorado de um dos autores (R. S. do Carmo) deste artigo.

Abordagem Sistêmica

Na literatura filosófica, o artigo “Functional Analysis”, de Robert Cummins (1975), introduz uma teoria que primariamente diz respeito à atribuição de funções a partes de sistemas complexos. Esse projeto explanatório busca explicar como sistemas complexos funcionam pelo estudo das *disposições* ou *capacidades* das partes ou itens de tais sistemas, prescindindo de considerações históricas. Em razão disso, há autores que o percebem como “contrário” (Davies, 2001; Cummins, 1975, 1983, 2002), ou mesmo “rival” (Šustar, 2007) ao projeto etiológico. De nossa parte, tendemos a evitar essa oposição, porque há argumentos para pensarmos que ambas concorrem para definir usos apropriados do conceito de função em dois domínios não-concorrentes da biologia, quais sejam, a biologia funcional e a biologia evolutiva (Mayr, 2005; Jacob, 1983 [1970]). Contudo, a validade da abordagem etiológica no domínio da biologia evolutiva é relativamente limitada, por seus compromissos selecionistas, bem como porque o uso explicativo do conceito de função na biologia evolutiva se restringe aos casos em que estamos lidando com novidades evolutivas (Nunes-Neto e El-Hani, 2009; Nunes-Neto e El-Hani, 2011). Nos demais casos, não é a função que tem poder explicativo, em si mesma, mas diferenças de performance funcional de características ou comportamentos distintos dos organismos, que cumprem a mesma função.

Dito isso, vejamos, de modo sucinto, a abordagem sistêmica do conceito de função nas ciências biológicas. Em primeiro lugar, devemos notar o argumento central proposto por Cummins (1975, 1983): as explicações funcionais podem ser formuladas independentemente de considerações evolutivas. Nas próprias palavras dele, “uma capacidade complexa de um organismo [...] pode ser explicada mediante apelo a uma análise funcional, independentemente de como essa capacidade se relaciona à capacidade do organismo de manter a espécie” (Cummins, 1975, p. 756). A centralidade deste argumento é tal que Cummins (2002, p. 167) o reitera nos seguintes termos: “a análise funcional é anterior a, e independente de, avaliações de adaptatividade”, i.e., “se algo tem ou não uma função, e qual aquela função acontece de ser, é inteiramente independente de se ela foi selecionada e aumentou de frequência” (Cummins, 2002, p. 166). Em segundo lugar, acrescente-se que na base deste argumento está a ideia de que a abordagem etiológica se revela limitada, por sua insistência em considerar a função como algo que explica a presença de um item num dado organismo. De fato, Cummins (1975, p. 747) se declara avesso ao modo etiológico de explicação — ao qual ele negativamente atribui o rótulo “teleológico”, numa compreensão limitada,

em nosso entendimento, do significado do termo (Nunes-Neto e El-Hani, 2009, p. 121; Carmo, 2010) —, entendendo-o como “um ato de desespero nascido do pensamento de que não há outro uso explicativo para a caracterização funcional na ciência”. É teleológica, para Cummins (2002, p. 162), a tese de que algo existe por causa do efeito que conta como sua função, i.e., a abordagem etiológica. Em contraste, Cummins defende o caráter não-teleológico da abordagem sistêmica das explicações funcionais. Consoante a isso é a sua proposta de que a teleologia deve ser eliminada da biologia ou de sua filosofia. Nós discordamos dessa ideia de que a perspectiva de Cummins seja não-teleológica, como brevemente explicaremos mais adiante.

Um ponto importante é que Cummins aborda o assunto de uma perspectiva diferente das abordagens etiológicas, a saber: em termos de disposições e capacidades complexas, enquadrando sua teoria numa perspectiva sistêmica do mundo. Por exemplo, para Cummins (1975), se um objeto x funciona como uma bomba em um sistema s , ou se a função de x em s é bombear, então, dizemos, ele deve ter a disposição de bombear em s . Desse modo, na visão de Cummins, atribuir uma função a algo é, ao menos em parte, atribuir uma disposição a esse algo. Exemplos de disposições são: dissolver, dilatar, elevar, bombear etc., as quais, para se realizarem dependem de condições antecedentes que as precipitem.

Essas disposições, desde a perspectiva sistêmica de Cummins, podem ser explicadas através de duas estratégias diferentes, mas complementares. Não entraremos em detalhes acerca desse assunto aqui, devido à sua complexidade, porém, em poucas palavras, podemos dizer o seguinte: as disposições do mundo físico e químico são geralmente explicadas a partir de uma explicação que recorre a leis naturais (constituindo a estratégia da instanciação ou subsunção), enquanto que as disposições do mundo biológico, em geral, podem ser explicadas a partir da estratégia de análise funcional².

A estratégia da subsunção consiste em submeter um caso particular, no qual um objeto manifesta certa disposição, a uma regularidade sobre aquela mesma disposição. Por exemplo, podemos explicar desta forma a disposição de uma barra de ferro de dilatar-se mediante o aumento de temperatura. Nesse caso, a explicação se dá através da aplicação de uma regularidade da física, relativa à dilatação (digamos, a lei da dilatação linear dos corpos), associada a informações sobre o objeto particular em questão, como seu coeficiente de dilatação linear, a variação de temperatura a que o objeto foi submetido, a variação de seu comprimento, etc. Dito de outro modo, a regularidade de cobre (ou compreende) o caso particular em questão e, em associação com as condições iniciais particulares, explica a manifestação da disposição no objeto. Trata-se, em suma, do modo de explicação formalizado no modelo D-N, discutido acima.

Segundo Cummins, na estratégia analítica, que é o

foco de nosso interesse aqui, procedemos a uma análise da disposição do objeto em uma série de disposições que a compõem. Desse modo, certa disposição é explicada a partir de sua análise (ou decomposição) em disposições que a compõem. As funções atribuídas aos componentes dos sistemas são exatamente as suas disposições, que contribuem para a realização de uma capacidade ou disposição do sistema como um todo. Por exemplo, bombear sangue é função do coração porque essa é a disposição que o coração exibe e que contribui para a realização de uma disposição do organismo como um todo — circular nutrientes e gases pelo corpo —, disposição esta tomada aqui como objetivo a ser explicado pela análise funcional (Cummins, 1975).

A proposta de Cummins pode ser mais bem compreendida se for colocada em contraste com a abordagem etiológica de função. Em primeiro lugar, devemos notar, conforme aponta Cummins (2002, p. 158), que “enquanto a teleologia busca responder à questão por-que-ele-existe [*why-is-it-there*] respondendo à questão anterior por-que-ele-serve [*what-is-it-for*], a análise funcional não se dirige de modo algum à questão por-que-ele-existe, mas à questão como-ele-funciona [*how-does-it-work*]”. Em segundo lugar, diferentemente do que ocorre na abordagem de Wright (como, de resto, em todos os proponentes de teorias etiológicas), na qual os alvos da atribuição funcional e da explicação funcional são os mesmos — ou seja, atribuir função a algo é explicá-lo funcionalmente —, na perspectiva analítica de Cummins, explicação e atribuição funcional não coincidem, porque não se dirigem aos mesmos alvos. Enquanto atribuímos função a um *componente do sistema*, o *alvo da explicação* é uma *capacidade deste sistema continente* (Cummins, 2002). Isso nos leva a perceber a mudança de foco que Cummins propõe em sua análise funcional, com relação às abordagens etiológicas de função. Para ele, o fenômeno que merece ser explicado não é a existência ou presença de certo item (como Wright propõe), mas sim uma capacidade (que desejamos compreender) de um sistema complexo. Em suma, função é algo a que nós apelamos para explicar a capacidade de um sistema continente, não para explicar por que algum item existe em tal sistema.

Pode-se argumentar que, embora distinta da abordagem etiológica, que busca explicar por que algum traço está presente num dado organismo, a análise funcional preserva, ainda assim, um caráter teleológico. Isso pode ser denunciado por formulações como a de que explicamos funcionalmente quando identificamos qual contribuição uma parte de um sistema faz *para* uma capacidade de um sistema continente. Desse modo, podemos ver a análise funcional como uma sistematização da “teleologia intra-orgânica” a que aludia o importante fisiólogo francês do século XIX Claude Bernard (Caponi, 2003). Temos, portanto, uma perspectiva sob a qual podemos qualificar a abordagem de Cummins como teleológica, ainda que ele negue tal compromisso de sua teoria.

Assim, para encerrar esse ponto, é importante notar que as duas abordagens sobre função aqui analisadas (a etiológica e a sistêmica) são, do nosso ponto de vista,

2 Para mais detalhes, sugerimos consultar o original (Cummins, 1975) ou trabalhos que explicam e mostram aplicações da abordagem original de Cummins (Nunes-Neto e El-Hani, 2009; Nunes-Neto e El-Hani, 2011).

teleológicas, ainda que se apoiem em sentidos diferentes do termo teleologia. Essas duas teleologias são, inclusive, representativas da linguagem usada em cada uma das duas áreas da biologia. Para mais detalhes acerca desse ponto, recomendamos a leitura de Caponi (2003). Porém, ao dizer que elas são teleológicas, não estamos afirmando que elas introjetam crenças antimaterialistas ou sobrenaturais no âmbito da biologia. Para nós, como já dissemos, tais abordagens teleológicas de função são perfeitamente coerentes com o naturalismo da ciência e da biologia atual, isto é, não postulam inversão de causalidade, forças vitais ou interferência de entidades sobrenaturais sobre o mundo empírico, por exemplo. Essa crítica, como destaca Mayr, seria válida para vitalistas como Henri Bergson e Hans Driesch, hoje “não se aplica a qualquer darwinista que usa a linguagem teleológica” (1992, p. 122).

Considerações finais

Finalizando este artigo, queremos enfatizar que os educadores em ciência têm recusado as formulações teleológicas na biologia porque elas podem dificultar o entendimento pelos estudantes das relações de causa e efeito no mundo natural e, além disso, podem representar um modo de atribuir consciência a seres não-humanos, se tomadas literalmente (Bartov, 1981, p. 79). Em vista dessa preocupação, encontramos diferentes autores na defesa de que a linguagem funcional não goza de legitimidade científica, tendo simplesmente valor metafórico (Lewens, 2004) e heurístico (Schaffner, 1993). De outro modo, sabemos também das tentativas de “traduzir” as explicações em termos teleológicos em uma linguagem mecânica, por exemplo, sob o pressuposto do seu caráter factual, considerado ausente nas formulações teleológicas. Ao longo do debate acerca de dois projetos filosóficos de explicação funcional, a questão da legitimidade científica, em nosso entendimento, está superada. Como dissemos na introdução, além de refinar os projetos explanatórios, o ponto importante agora é definir os usos apropriados e inapropriados de noções teleológicas (e.g., função, objetivo) na biologia. Nas salas de aula de biologia no Brasil, três obras usadas pelos professores para o ensino dessa ciência na escola pública brasileira fazem amplo uso dos modos etiológico e sistêmico de função, como notamos em recente investigação (Carmo, 2010). No entanto, apesar do amplo uso — mormente do modo sistêmico — essas explicações, nos livros didáticos analisados, carecem de fundamentos epistemológicos consistentes para tratar das questões dos diferentes campos da biologia. Esse é, pois, o principal obstáculo para o ensino das vantagens e desvantagens das explicações em termos de função e objetivo na biologia. Por exemplo, em uma das obras analisadas, Frota-Pessoa explica que o sangue é um tecido conjuntivo e que “a função das hemácias é transportar oxigênio, além de parte do dióxido de carbono, em quantidade maior do que faria igual volume de plasma” (Frota-Pessoa, 2005, p. 142). Ao atribuir às hemácias a função de transportar dióxido de carbono (CO₂), o autor nos indica que não tem na devida conta a distinção entre função e acidente construída

no contexto da abordagem histórica de Wright. A função das hemácias é, de uma perspectiva etiológica, transportar oxigênio, sendo um mero acidente, uma casualidade, carrear outro gás.

Em termos gerais, levar em consideração os avanços epistemológicos do debate sobre as atribuições e explicações funcionais em biologia tem contribuições importantes a dar para um tratamento consistente dos usos de função no conhecimento escolar de biologia seja no ensino superior, seja no ensino médio. Dois modos analisados aqui de explicar funcionalmente na biologia (etiológico e sistêmico) oferecem bases epistemológicas consistentes para os usos de função no ensino de biologia. Em particular, já temos, como parte do conhecimento escolar de biologia do ensino médio, todos os requisitos para o emprego da abordagem sistêmica.

Agradecimentos

R.S.C. agradece à CAPES pela concessão de bolsa de Doutorado; N.F.N.N. agradece à FAPESB pela concessão de bolsa de Doutorado e por apoios financeiros para pesquisa; C.N.E.H. agradece ao CNPq por bolsa de produtividade em pesquisa nível 1-C (nº 301259/2010-0) e à FAPESB e ao CNPq por financiamentos de projetos de pesquisa.

Referências

- Amundson R e Lauder GV. 1994. Function without purpose: the uses of causal role functions in evolutionary biology. *Biology and Philosophy* 9: 443-469.
- Angioni L. 1999. As partes dos animais, Livro I. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* 9 (especial): 1-148.
- Aristóteles. 1984. *The complete works of Aristotle: the revised Oxford translation*. In J. Barnes (ed.). Princeton: Princeton University Press. 2 Vols.
- Aristóteles. 1999. As partes dos animais, Livro I. Tradução e comentários de L. Angioni. *Cadernos de História e Filosofia da Ciência* 9 (especial): 17-34.
- Atran S. 1995. Causal constraints on categories. In: Sperber D, Premack D e Premack AJ, editors. *Causal cognition: a multi-disciplinary debate*. Oxford: Clarendon Press 205-233.
- Bartov H. 1981. Teaching students to understand the advantages and disadvantages of teleological and anthropomorphic statements in Biology. *Journal of Research in Science Teaching* 18: 79-86.
- Boorse C. 1976. Wright on functions. *The Philosophical Review* 85: 70-86.
- Brandon R. 1990. *Adaptation and environment*. Princeton: Princeton University Press.
- Buller D. 1998. Etiological theories of functions: a geographical survey. *Biology and Philosophy* 13: 505-527.
- Caponi G. 2003. Os modos da teleologia em Cuvier, Darwin e Claude Bernard. *Scientiae Studia* 1: 27-41.
- Carmo RS. 2010. *Explicações teleológicas e funcionais em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal da Bahia.
- Carmo RS, Nunes-Neto, NF e El-Hani CN. 2012. Equivalentes funcionais e generalizações na biologia. In: Silva CC e Salvatico L, editores. *Filosofia e História da Ciência no Cone Sul: seleção de trabalhos do 7º Encontro da AFHIC*. Porto Alegre: Entrementes Editorial 466-481. Cummins R.

1975. Functional analysis. *The Journal of Philosophy* 72: 741-765.
- Cummins R. 1983. *The nature of psychological explanation*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Cummins R. 2002. Neo-teleology. In: Ariew A, Cummins R e Perlman M, editors. *Functions: new essays in the Philosophy of Psychology and Biology*. Oxford: Oxford University Press 157-172.
- Davies PS. 2001. *Norms of nature: naturalism and the nature of functions*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Ferreira MA. 2003. A teleologia na Biologia contemporânea. *Scientiae Studia* 1: 183-193.
- Frota-Pessoa O. 2005. *Biologia*. São Paulo: Scipione.
- Gallant RA. 1981. Pitfalls of personification. *Science and Children* 19: 16-17.
- Ghiselin MT. 2005. The Darwinian revolution as viewed by a philosophical biologist. *Journal of the History of Biology* 38: 123-136.
- Godfrey-Smith P. 1993. Functions: consensus without unity. *Pacific Philosophical Quarterly* 74: 196-208.
- Godfrey-Smith P. 1994. A modern history theory of functions. *Noûs* 28: 344-362.
- Goudge TA. 1961. *The ascent of life*. Toronto: University of Toronto Press.
- Griffiths P. 1992. Adaptive explanations and the concept of a vestige. In: Griffiths P, editor. *Trees of life: essays in the Philosophy of Biology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers 111-131.
- Griffiths P. 1993. Functional analysis and proper functions. *The British Journal for the Philosophy of Science* 44: 409-422.
- Gregory TR. 2009. Understanding natural selection: essential concepts and common misconceptions. *Evolution: Education and Outreach* 2: 156-175.
- Hempel C e Oppenheim P. 1948. Studies in the logic of explanation. *Philosophy of Science* 15: 135-175.
- Hughes A. 1973. Anthropomorphism, teleology, animism, and personification: why they should be avoided. *Science and Children* 10: 10-11.
- Jacob F. 1983 [1970]. *A lógica da vida: uma história da hereditariedade*. Trad. de A. L. Souza. Rio de Janeiro: Graal.
- Jungwirth E. 1975. Caveat mentor: let the teacher beware! *Research in Science Education* 5: 153-160.
- Keil FC. 1992. The origins of an autonomous biology. In Gunnar MR e Maratsos M, editors. *Modularity and constraints in language and cognition*. Hillsdale, NJ: Earlbaum 103-138.
- Keil FC. 1994. The birth and nurturance concepts by domains: the origins of concepts of living things. In: Hirschfeld LA e Gelman S, editors. *Mapping the mind: domain specificity in cognition and culture*. Cambridge: Cambridge University Press 234-254.
- Keil FC. 1995. The growth of causal understanding of natural kinds. In: Sperber D, Premack D e Premack AJ, editors. *Causal cognition: a multi-disciplinary debate*. Oxford, England: Clarendon Press 234-262.
- Kelemen D. 1999. The scope of teleological thinking in preschool children. *Cognition* 70: 241-272.
- Lauder GV, Leroi A e Rose M. 1993. Adaptations and history. *Trends in Ecology and Evolution* 8: 294-297.
- Lennox JG. 1992. Teleology. In: Keller EF e Lloyd EA, editors. *Keywords in evolutionary biology*. Cambridge: MIT Press 324-333.
- Lewens T. 2004. *Organisms and artifacts: design in nature and elsewhere*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Mayr E. 1992. The idea of teleology. *Journal of the History of Ideas* 53: 117-135.
- Mayr E. 2005. *Biologia: ciência única*. Trad. de M. Leite. São Paulo: Companhia das Letras.
- Millikan RG. 1984. *Language, thought, and other biological categories*. Cambridge: MIT Press.
- Millikan RG. 1989. In defense of proper functions. *Philosophy of Science* 56: 288-302.
- Millikan RG. 1993. Propensities, exaptations, and the brain. In: White queen psychology, and other essays for Alice. Cambridge: MIT Press 31-50.
- Neander K. 1991a. The teleological notion of "function". *Australasian Journal of Philosophy* 69: 454-468.
- Neander K. 1991b. Function as selected effects: the conceptual analyst's defense. *Philosophy of Science* 58: 168-184.
- Neander K. 1995. Explaining complex adaptations: a reply to Sober's 'Reply to Neander'. *British Journal for the Philosophy of Science* 46: 583-587.
- Nunes-Neto NF e El-Hani CN. 2009. O que é função? *Debates na Filosofia da Biologia Contemporânea. Scientiae Studia* 7: 353-401.
- Nunes-Neto NF e El-Hani CN. 2011. Functional explanations in biology, ecology, and earth system science: contributions from philosophy of biology. *Boston Studies in the Philosophy of Science* 290: 185-200.
- Owens J. 1968. Teleology of nature in Aristotle. *The Monist* 52: 159-173.
- Platão. 1977. *Timeu*. Trad. de C. A. Nunes. Belém: Editora da Universidade Federal do Pará.
- Salmon WC. 1990. *Four decades of scientific explanation*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Salmon WC. 1992. Scientific explanation. In: Salmon MH, editor. *Introduction to the Philosophy of Science*. Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall 7-41.
- Schwab JJ, editor. 1963. *Biology teacher's handbook*. New York: John Wiley & Sons.
- Schaffner KF. 1993. *Discovery and explanation in Biology and Medicine*. Chicago: University of Chicago Press.
- Sober E. 1993. *The Philosophy of Biology*. Boulder, CO: Westview Press.
- Šustar P. 2007. Neo-functional analysis: phylogenetical restrictions on causal role functions. *Philosophy of Science* 74: 601-615.
- Warren HC. 1916. A study of purpose. *The Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods* 13: 5-26.
- Weisz PB. 1971. *The science of biology*. New York: McGraw-Hill.
- Wright L. 1973. Functions. *The Philosophical Review* 82: 139-168.