



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA**

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE FEIRA DE SANTANA**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO, FILOSOFIA E  
HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS**

**RICARDO SANTOS DO CARMO**

**EXPLICAÇÕES TELEOLÓGICAS E FUNCIONAIS EM  
LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO**

Salvador, BA

2010

**RICARDO SANTOS DO CARMO**

**EXPLICAÇÕES TELEOLÓGICAS E FUNCIONAIS EM  
LIVROS DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia & Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Charbel Niño El-Hani

Salvador, BA

2010

C287 Carmo, Ricardo Santos do  
Explicações teleológicas e funcionais em livros didáticos de biologia do ensino médio / Ricardo Santos do Carmo . – 2010.  
239 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Charbel Niño El-Hani.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física.  
Universidade Estadual de Feira de Santana, 2010.

1. Biologia – Estudo e ensino. 2. Teleologia. 3. Função biológica. 4. Biologia – Livros didáticos – Ensino médio. I. El-Hani, Charbel Niño. II. Universidade Federal da Bahia, Instituto de Física. III. Universidade Estadual de Feira de Santana. IV. Título.

CDD-570.7  
CDU- 573(07)

**RICARDO SANTOS DO CARMO**

**EXPLICAÇÕES TELEOLÓGICAS E FUNCIONAIS EM LIVROS  
DIDÁTICOS DE BIOLOGIA DO ENSINO MÉDIO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia & Universidade Estadual de Feira de Santana, como requisito parcial para obtenção do grau de Mestre em Ensino, Filosofia e História das Ciências.

Aprovada em 24 de Agosto de 2010.

**Banca Examinadora**

Charbel Niño El-Hani – Orientador \_\_\_\_\_

Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo

Universidade Federal da Bahia

Gustavo Caponi \_\_\_\_\_

Doutor em Lógica e Filosofia da Ciência pela Universidade Estadual de Campinas

Universidade Federal de Santa Catarina

Hilton Ferreira Japyassú \_\_\_\_\_

Doutor em Psicologia Experimental pela Universidade de São Paulo

Universidade Federal da Bahia

## AGRADECIMENTOS

À FAPESB, pela concessão da bolsa.

A Charbel, pela excelente orientação.

À profa. Ângela Freire de Lima e Souza, pela leitura cuidadosa do manuscrito, destacando, segundo sua ampla experiência na formação de biólogos, a necessidade de legitimação da linguagem teleológica na Biologia.

Ao prof. Gustavo Caponi, pela leitura crítica do texto, impelindo-me a refletir sobre a validade da explicação científica em termos da etiologia da consequência, posto sua recusa a esse tipo de análise, e, ademais, a encontrar uma via razoável para resolver o problema da objeção ao excesso de liberalidade *versus* distinção função-acidente em Cummins.

Ao prof. Hilton Japyassú, pela revisão crítica do manuscrito, inquirindo uma reflexão filosófica das dimensões ontológica e epistemológica da investigação científica, e solicitando mais clareza sobre como a abordagem epistemológica pode contribuir para o ensino de ciências.

Ao prof. João Carlos Salles, pela revisão conscienciosa do manuscrito, reivindicando sopesar o título ao texto, explicitar os modos causais de Aristóteles e incluir, no decurso das considerações filosóficas, a crítica de Hume ao argumento do desígnio, sendo esta uma via favorável à defesa da teleologia nas ciências.

Ao prof. Júlio Vasconcelos, pela leitura atenta do manuscrito, orientando, sobretudo, para uma análise mais ponderada das explicações nos livros didáticos analisados.

Aos membros do Grupo de Pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Ciências Biológicas, pela agradável atmosfera de pesquisa. Em particular, a Nei Nunes-Neto, pelas discussões; e a Thiago S. de Sá, pela valiosíssima ajuda no tratamento matemático dos dados.

A linguagem pertence em sua origem à era da mais rudimentar psicologia: nós nos encontramos em meio a um rude fetichismo quando contemplamos os pressupostos básicos da metafísica da linguagem — quer dizer, da *razão*. É essa metafísica que vê em toda parte ação e ator, é ela que acredita na vontade como causa em geral, é ela que acredita no “eu”, no eu como ser, no eu como substância, e que *projeta* sua crença no eu-substância sobre todas as coisas — só assim ela cria a noção de “coisa” [...]. O erro fatal que se insinua desde o princípio é o de que a vontade é algo que *produz um efeito* — que a vontade é uma *faculdade*. Hoje sabemos que é apenas uma palavra. [...] Eu temo que não nos desvencilharemos de Deus porque ainda acreditamos na gramática.

Nietzsche, 1889

## RESUMO

A linguagem teleológica, isto é, aquela que faz referência às noções de ‘propósito’, ‘função’, ‘design’ comparece nas idéias de Sócrates, conforme apresentadas no *Fédon* de Platão, também no próprio *Timeu*, e na filosofia de Aristóteles. Em Platão, as explicações teleológicas aludem à existência de um agente racional que é visto como a causa do bom estado das coisas no mundo natural, razão pela qual sua teleologia é dita “externa”. Aristóteles, por seu turno, recorre à linguagem teleológica para descrever o comportamento dos entes vivos e não-vivos, mas, em contraste a Platão, não assume o pressuposto de que o universo é produto de um *design* inteligente, motivo por que sua teleologia é dita “imanente” ou “interna”. Contudo, principalmente desde a substituição do modelo aristotélico, que tem as causas finais como um dos modos de explicação, por um modelo mecânico do mundo, que mantém apenas as causas eficientes do Estagirita, formulações teleológicas nas ciências têm sido vistas com reservas por cientistas e filósofos. A principal razão dessas suspeitas é a de que o modo teleológico de explicação envolve desígnio ou planejamento consciente e, além disso, implica causação reversa. Nas ciências físicas, as explicações teleológicas foram expurgadas desde a Revolução Científica do século XVII, simultaneamente à adoção de um modo de explicação baseado em leis gerais, o qual foi formalizado no século XX no modelo dedutivo-nomológico de explicação. Nas ciências biológicas, de modo diferente, as atribuições de função ou objetivo continuam a ser muito comuns para explicar determinados itens biológicos (e.g., traços, comportamentos, processos), situação que, para os empiricistas lógicos das décadas de 1950 e 1960, revela um sinal de imaturidade da biologia. Neste trabalho, discutimos, inicialmente, a linguagem teleológica desde uma perspectiva histórica e filosófica, destacando os principais pontos que dificultam a sua aceitabilidade nas ciências e indicando de que modo eles podem ser superados. Nesse contexto, portanto, nossas considerações buscam indicar de que modo a linguagem teleológica pode ser legitimamente empregada na elaboração de explicações científicas. Neste trabalho, avaliamos as implicações que o debate filosófico acerca das explicações em termos de função e objetivo podem ter no contexto educacional, particularmente no ensino e aprendizagem de biologia. Para alcançar este objetivo, investigamos como três obras didáticas de biologia do Brasil utilizam a linguagem teleológica na formulação de explicações para os assuntos que são objeto de estudo dessa ciência. Na análise das obras, exploramos os enunciados teleológicos e funcionais a partir de dois projetos explanatórios discutidos na filosofia da biologia contemporânea, a saber: (i) etiológico, que fornece uma abordagem essencialmente histórica de explicação biológica; e (ii) organizacional, que orienta o estudo acerca das capacidades de sistemas complexos mediante o apelo às funções de seus componentes, ou seja, a contribuição das partes para a realização de uma capacidade global. Nossos resultados mostram que poucas explicações podem ser qualificadas como etiológicas, em razão de que os autores preterem a discussão de temas segundo um tratamento evolutivo. Associado a esse resultado, a maioria dos enunciados foi localizada no contexto do projeto organizacional de explicação científica. Na análise das explicações, destacamos os principais problemas que elas apresentam, como a falta de clareza na identificação do *explanandum* e *explanans*, situação que pode prejudicar a compreensão dos assuntos pelos estudantes. Por fim, colocamos que a recontextualização das duas abordagens centrais sobre as explicações funcionais na filosofia da biologia, a perspectiva etiológica e a organizacional, podem fornecer um embasamento epistemológico consistente para as explicações biológicas no ensino médio.

**Palavras-chave:** Teleologia. Função. Livros didáticos. Ensino de biologia. Ensino médio.

## ABSTRACT

Teleological language, i.e., the language that refers to the notions of ‘purpose’, ‘function’, ‘design’ appears in Socrates’ works, as presented in Plato’s *Phaedo*, as well as in the *Timaeus*, and also in Aristotle’s philosophy. In Plato, teleological explanations allude to the existence of a rational being who is seen as the cause of the good state of affairs in the natural world, being this the reason why his teleology is said to be “external”. Aristotle, in turn, appeals to teleological language to describe the behavior of living and non living entities, but, differently from Plato, he does not assume that the universe is the product of intelligent design, and, for this reason, his teleological is said to be “immanent” or “internal”. However, since the replacement of the Aristotelian model, which has final causes as one of its explanation modes, by a mechanical model of the world, which keeps only Aristotle’s efficient causes, teleological formulations in science have been seen with reservation by scientists and philosophers alike. The major reasons for this suspicion lies in the idea that the teleological mode of explanation involves conscious design or planning, and, moreover, entails reverse causation. In the physical sciences, teleological explanations have been purged since the 17<sup>th</sup> Scientific Revolution, when a mode of explanation based on general laws was adopted. This mode of explanation has been formalized in the 20<sup>th</sup> century, in the deductive-nomological model of explanation. In contrast, in the biological sciences, function or goal ascriptions continued to be common in explanations about certain biological items (e.g., traits, behaviors, processes), a situation which was taken by the logical empiricists of the 1950s and 1960s to reveal the immaturity of biology. In this work, we initially discuss the teleological language from a historical and philosophical perspective, highlighting the main issues that make it difficult that such a language is accepted in science. We also address how these issues can be overcome. In this context, our considerations attempt to indicate how teleological language can be legitimately employed in the elaboration of scientific explanations. In this work, we also evaluate the implications of the philosophical debate on explanations in terms of functions and goals in the educational context, particularly in biology teaching and learning. In order to achieve this objective, we investigated how three Brazilian biology textbooks make use of teleological language in the construction of explanations about living beings. In the analysis of the textbooks, we explore teleological and functional statements from the standpoint of two explanatory projects discussed in current philosophy of biology: (i) etiological, which provides an essentially historical approach to biological explanation; and (ii) organizational, which guides the study about the capacities of complex systems by appealing to the functions of their components, i.e., the contributions of the parts to the accomplishment of a global capacity. Our results show that few explanations can be characterized as being etiological, due to the fact that the textbook authors neglect the discussion of subject matters according to an evolutionary treatment. Moreover, most of the teleological and/or functional statements were located in the context of the organizational approach. In particular, we emphasize one of the major problems in these statements, such as the lack of clarity about the identification of the *explanandum* and the *explanans*, which can impair students’ understanding of the subject matters. Finally, we consider how the recontextualization of two central approaches to functional explanations in the philosophy of biology, the etiological and the organizational perspective, can provide a consistent epistemological ground for biological explanations in high school.

**Keywords:** Teleology. Function. Textbooks. Biology teaching. High school.



## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1.</b> Representação conceitual das diferentes classes de explicações — antropomórfica e teleologia deliberativa — mostrando a abrangência de aplicação.....	23
<b>Figura 2.</b> Representação conceitual das diferentes classes de explicações — causal, teleologia não-deliberativa e funcional — mostrando a abrangência de aplicação.....	24
<b>Figura 3.</b> Relação entre a qualidade geral das obras, medidas a partir do número de itens de avaliação considerados bons ou muito bons nas fichas de avaliação do PNLEM/2007, área de Biologia, e seu percentual de escolha pelos professores de ensino médio.....	59

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1.</b> Ocorrências das categorias “Abordagem Organizacional” e “Abordagem Etiológica” nos três livros didáticos do ensino médio analisados.....	72
<b>Tabela 2.</b> Superposição das categorias “Abordagem Organizacional” e “Analogia-metáfora” nos três livros didáticos do ensino médio analisados.....	76
<b>Tabela 3.</b> Ocorrências de explicações teleológicas deliberativas adequadas e inadequadas nos livros didáticos analisados.....	82
<b>Tabela 4.</b> Ocorrência de explicações teleológicas não-deliberativas adequadas e inadequadas nos livros didáticos analisados.....	83
<b>Tabela 5.</b> Amabis, J.M. & Martho, G.R. (2005), <i>Biologia</i> . São Paulo: Moderna. Volume 1.....	98
<b>Tabela 6.</b> Amabis, J.M. & Martho, G.R. (2005), <i>Biologia</i> . São Paulo: Moderna. Volume 2.....	137
<b>Tabela 7.</b> Amabis, J.M. & Martho, G.R. (2005), <i>Biologia</i> . São Paulo: Moderna. Volume 3.....	178
<b>Tabela 8.</b> Linhares, S. & Gewandsznajder, F.: 2005, <i>Biologia</i> , Ática, São Paulo.....	184
<b>Tabela 9.</b> Frota-Pessoa, O.: 2005, <i>Biologia</i> , Scipione, São Paulo. Volume 1.....	215
<b>Tabela 10.</b> Frota-Pessoa, O.: 2005, <i>Biologia</i> , Scipione, São Paulo. Volume 2.....	231
<b>Tabela 11.</b> Frota-Pessoa, O.: 2005, <i>Biologia</i> , Scipione, São Paulo. Volume 3.....	236

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
-------------------------	-----------

### CAPÍTULO 1 – Considerações Filosóficas sobre a Linguagem Teleológica na Biologia

<b>1. A IDÉIA DE TELEOLOGIA .....</b>	<b>11</b>
<b>2. MODOS DE EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA .....</b>	<b>19</b>
<b>3. A LINGUAGEM TELEOLÓGICA NAS CIÊNCIAS .....</b>	<b>26</b>
<b>4. O CONCEITO DE FUNÇÃO NA FILOSOFIA DA BIOLOGIA .....</b>	<b>37</b>
<b>5. DOIS PROJETOS EXPLANATÓRIOS NA BIOLOGIA .....</b>	<b>40</b>
5.1. Abordagem Etiológica .....	41
5.2. Abordagem Organizacional .....	49

### CAPÍTULO 2 – Explicações Teleológicas e Funcionais nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>57</b>
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>58</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>66</b>

<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>86</b>
-----------------------------------	-----------

<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>87</b>
--------------------------	-----------

<b>APÊNDICE A .....</b>	<b>97</b>
-------------------------	-----------

<b>APÊNDICE B .....</b>	<b>98</b>
-------------------------	-----------

---

## Introdução

---

O texto que ora apresentamos para o exame de defesa do curso de Mestrado deste Programa de Pós-Graduação é o resultado de investigações empreendidas, sob a orientação do Prof. Charbel El-Hani, no Grupo de Pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Ciências Biológicas (IB-UFBA). A dissertação está dividida em dois capítulos.

No capítulo 1, discutimos as bases filosóficas da linguagem teleológica e sua associação com o conceito de ‘função’, esclarecendo por que esse conceito é problemático e indicando de que maneira os problemas que o cercam podem ser superados, desde uma perspectiva que entende a atribuição funcional como um tipo de explicação. No contexto da filosofia da biologia, aproveitamos a proposta de Ernst Mayr e François Jacob de uma divisão da biologia em dois campos (biologia funcional e biologia evolutiva) para discutirmos duas abordagens centrais que trata dos usos explanatórios do conceito em pauta, quais sejam: (i) abordagem etiológica e (ii) abordagem organizacional. Nossa tese por ora é a de que a biologia contemporânea não pode prescindir de nenhum desses dois projetos explanatórios.

No capítulo 2, nosso principal objetivo é investigar de que modo as explicações teleológicas e funcionais são formuladas em três obras didáticas do ensino médio de biologia no Brasil. Na análise, buscamos não apenas caracterizar o uso de tais explicações nesta amostra particular de livros didáticos, mostramos que a maneira como estas explicações têm sido abordadas na ciência escolar não coloca em cena a clareza e as distinções necessárias para que os estudantes e professores compreendam quando e de que maneira explicações teleológicas e funcionais podem ser usadas de modo adequado. Baseada no argumento de que o modo teleológico de explicação é causal num sentido estendido, nossa defesa é a da legitimidade das explicações teleológicas na biologia, posto que elas não implicam, necessariamente, desígnio ou planejamento e, em adição, são altamente informativas.

---

## Capítulo 1

---

### Considerações Filosóficas sobre a Linguagem Teleológica na Biologia

#### 1. A IDEIA DE TELEOLOGIA

A linguagem teleológica tipicamente se apresenta no discurso ordinário e no discurso das ciências através de palavras e expressões como “design”, “objetivo”, “função de”, “papel de”, “contribui para”, além de outras semanticamente equivalentes. Um ponto importante a respeito destes termos é que, ao empregá-los na elaboração de explicações, há uma tendência de compreender a existência ou a ocorrência das coisas apelando à noção de propósito, que, presente na cosmologia desde os pré-socráticos e identificada na mitologia pelas explicações dos acontecimentos históricos como representações dos objetivos conscientes dos deuses, é a mais forte e mais bem estabelecida noção do pensamento humano (Warren, 1916, p. 6). Com efeito, investigadores nos campos da psicologia cognitiva e psicologia da educação têm interpretado, recentemente, o raciocínio em termos de propósito como um modo inato (Atran, 1995), básico (Kelemen, 1999a) ou autônomo (Keil, 1992, 1994, 1995) do pensamento biológico, que, com estímulo cultural suficiente, pode estender-se a artefatos (Atran, 1995).

Esse modo de explicação, que se caracteriza por referência, principalmente, às noções de propósito e função, remonta às ideias de Sócrates, conforme apresentadas no *Fédon* de Platão (Lennox, 1992, p. 324), também no *Timeu* (Platão, 1977) e em Aristóteles (1984). Contudo, é preciso logo destacar — porque isto costuma dificultar sobremaneira um 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, estas explicações aludem à existência de um agente racional, que, agindo deliberadamente, é visto como a causa do bom estado das coisas no mundo natural. Em Aristóteles, referência primária para o estudo das explicações teleológicas na biologia, o conceito de finalidade é uma peça central no estudo do funcionamento dos animais, como podemos ver no livro I de *As Partes dos Animais* (Aristóteles, 1984; 1999). No primeiro capítulo desta obra, o Estagirita argumenta — contra Empédocles — que a concomitância causal de causas materiais e eficientes não é suficiente para explicar por que um ente natural vem a ser de tal e tal tipo. Prepondera sobre estas causas a função que o ente cumpre, porque é a função que “traduz a própria efetividade na qual tal ente atinge a sua completude intrínseca” (Angioni, 1999, p. 59), sendo a efetividade, na série causal,  *muito mais* uma realização das causas formais e

finais. Assim, na identificação das causas que operam no mundo natural, isto é coerente com a sua defesa de que certos atributos naturais existem porque contribuem para um fim.

No entendimento das relações de causalidade, é possível distinguir, portanto, quatro diferentes causas<sup>1</sup> (do grego: *aitia*) que tomam parte das explicações para a existência das coisas, a saber: causa material, causa formal, causa eficiente e causa final (Aristóteles, 1999, *As Partes dos Animais I*; 1984, *Física II.3*). Sendo uma lição fundamental de sua filosofia, diremos nas próximas linhas algumas palavras referentes a cada uma delas.

A causa material diz respeito ao tipo particular de substância de que algo é feito, ou seja, a matéria-prima de uma coisa. Entendida conforme o princípio potencial de mudança, essa matéria — para Aristóteles, a coisa física mais simples que existe — vem a ser, i.e., passa a ser distinguível, quando toma uma forma, uma nova determinação, de uma coisa real (Ross, [1923]1995, p. 76; Copleston, 1985, p. 307). Nos termos de Copleston (1985, p. 307), o ar, por exemplo, é ar, mas tem a potencialidade de se transformar em fogo. Podemos dizer também que uma folha de madeira não tem qualquer determinação, não existe, por assim dizer, até que entre na composição de algo real, como a escrivaninha de nosso quarto.

A causa formal é o princípio da determinação, i.e., aquela que explica por que os constituintes materiais de uma coisa se apresentam de uma maneira e não de qualquer outra (Ross, [1923]1995, p. 71; Nussbaum, 1978, p. 70). No caso específico dos seres vivos, cumpre considerar, de acordo com Aristóteles, uma organização funcional. No livro I de *As Partes dos Animais*, Aristóteles (1984, p. 641<sup>a</sup>7-17) escreve, por exemplo:

Quando eu requisitar uma explicação formal do comportamento de um leão, não estou, portanto, pedindo apenas uma referência à cor amarelada ou ao grande peso. Estou pedindo uma explicação do que é ser um leão: como os leões estão organizados para a função, quais capacidades vitais eles possuem, e como estas interagem.

---

<sup>1</sup> Ross ([1923]1995, p. 75) e Lear (1988, p. 15) notam que a palavra grega ‘*aition*’ não compreende o sentido de ‘causa’ tal como a comunidade científica contemporânea faz uso, que podemos expressar, seguindo a tradição humeana, como a percepção imaginária, a partir da experiência sensível, de conexões entre condições antecedentes e eventos consequentes (efeitos). Aristóteles tomava o termo ‘*aition*’ como base ou fundamento de algo, ou seja, o que explica por que algo veio a ser, e sob este termo ele entendeu a matéria, a forma, o movimento e o fim. A compreensão de Aristóteles, portanto, é mais ampla do que a ideia de causa como a ciência moderna entende. Podemos dizer que as ‘*aitia*’ de Aristóteles são mais propriamente modos de explicação, e a ideia atual é de modos de causalidade; isso justifica a observação de Ross ([1923]1995) de que apenas os modos eficiente e final satisfazem à nossa ideia de causa. Em vista disso, talvez uma interpretação apropriada seja considerar ‘matéria’ e ‘forma’ como “princípios” e quatro modos causais, três relacionados à forma (causas formal, final e eficiente) e outro relacionado à matéria (causa material).

A causa eficiente é a aquela que explica o movimento ou a mudança das coisas que possuem determinados componentes e forma. Para Aristóteles, a causa eficiente pode ser interna ou externa à coisa. Apenas nos casos de mudanças naturais, é possível falar em causa eficiente interna; nestes casos, a causa eficiente é um aspecto, porque subordinada, da forma natural. Por exemplo, no desenvolvimento floral, as causas eficientes estão subordinadas ao arranjo disposicional dos constituintes de uma flor completa. Nas demais situações, chamadas por Aristóteles de mudanças acidentais, a causa eficiente é dita externa. O marceneiro é a causa eficiente da construção de uma escrivantina, por exemplo.

A causa final é a aquela que explica a finalidade da coisa, i.e., a realização plena da forma, que, na natureza, é interna à coisa, não externa (Lear, 1988, p. 19). Por exemplo, a causa final do mecanismo de bioluminescência nos vagalumes, que envolve uma série de reações conversoras de energia química em energia luminosa nos fotócitos ricos em mitocôndrias, não é sua utilidade como agente bioanalítico, bioindicador ou biossensor em pesquisas ecológicas, por exemplo, mas seu papel nos eventos de acasalamento, predação e defesa, ao longo da história de vida dos vagalumes. Analisando esse exemplo da perspectiva de Aristóteles, os componentes do processo de emissão de luz devem ser vistos como estrutura, que, ao longo do desenvolvimento do organismo, se articula para que vejamos aquela organização sistêmica (ou seja, a forma plena) que produz luz (o *telos*).

Na explicação para os fenômenos naturais, é fundamental reconhecer as interações entre causas materiais e causas eficientes sob o princípio da forma, que nos permite entender como a estrutura se articula para realizar uma função. Aristóteles, portanto, não se compromete com qualquer intencionalidade externa ou com um “finalismo antiquado” de “uma concepção da Natureza como agente providencial, a agir de maneira antropomórfica segundo o modelo da ação deliberada com vistas a fins” (Angioni, 1999, p. 94-95). Não há, ainda nos diz Angioni (1999, p. 95), nenhuma lacuna na causação eficiente e material para ser preenchida com outro tipo de causa. É com estas causas (eficiente e material) que Aristóteles orienta-nos a responder às questões do tipo “Por que”, assumindo *a fortiori* o pressuposto de que tudo o que ocorre na natureza tem uma finalidade, como está expresso na sua bem conhecida máxima: “A Natureza não faz nada em vão” (Aristóteles, 1984, *A Locomoção dos Animais* 2, p. 704b12-18). Esse pressuposto, ou “princípio”, na tradução de Lennox (2001, p. 206), aparece como guia no estudo das questões de interesse científico, como aquela que trata da forma em vista do funcionamento dos animais, conforme discutida, por exemplo, no livro I de *As Partes dos Animais*. Nesta obra, em síntese, Aristóteles mobiliza o conceito de

finalidade para explicar que os atributos encontrados nos animais contribuem para um fim e, por isso mesmo, eles existem. Portanto, para Aristóteles, propósito é o que explica — em parte<sup>2</sup> — por que algo existe (Lennox, 1992, p. 326).

Embora a filosofia do século XVIII comportasse a ideia de que, em algumas disciplinas das ciências naturais, a existência das coisas poderia ser explicada por sua finalidade (diferentemente da explicação por causas eficientes na física), não havia um termo que denotasse aquele modo de explicação. Esse reconhecimento dos diferentes tipos de causas que operam na natureza, associados a modos particulares de explicação, levou o filósofo alemão Christian Wolff a sugerir, em 1728, o termo ‘teleologia’, em latim, para se referir à parte da filosofia natural que explica os fins das coisas (*finis rerum explicat*), em contraste com a filosofia natural que estudaria as causas das coisas (Owens, 1968, p. 159; Lennox, 1992, p. 324). Assim, deve estar claro que, embora tenha sido introduzido em 1728, o termo nomeia uma linguagem e uma prática explicativa que são bem anteriores.

Noções teleológicas têm suscitado suspeitas e controvérsias ao longo da história da filosofia. Apesar de importantes para a filosofia da biologia, os textos aristotélicos, de acordo com Mayr (1992, p. 121) e Spassov (1998), têm sido equivocadamente interpretados em trabalhos filosóficos recentes. Talvez esta dificuldade possa ser relacionada, como faz Angioni (2002, p. 190), ao estilo peculiar dos textos aristotélicos, marcados por elipses, aparentes extrapolações, aparentes falácias e aparentes inconsistências. De modo importante, a falha na compreensão consiste em não ter na devida conta que a filosofia de Aristóteles,

---

<sup>2</sup> Embora a expressão “em parte” esteja presente em Lennox (1992), o destaque aqui é nosso. Nossa expectativa era de que o próprio Lennox nos dissesse sobre o porquê dessa qualificação, concluindo de modo claro e explícito sua interpretação. Mas, como assim não sucedeu, ficou a nós imputada a tarefa de justificá-la pela leitura de alguns trabalhos de Aristóteles e a partir de outros comentadores. Vemos no livro I de *As Partes dos Animais* (Aristóteles, 1999, p. 639b11) que Aristóteles resume os quatro modos causais em dois: o (1) *em vista de que*; e o (2) *por necessidade*. Mas isso, como Angioni (1999, p. 46) nos explica, não significa qualquer confusão ou incompatibilidade entre elas, diz respeito simplesmente ao poder explanatório diferenciado que Aristóteles atribui a cada uma delas. Para Aristóteles, as causas *em vista de que* (causa formal e causa final) têm primazia sobre as causas *por necessidade* (causa eficiente e causa material). Embora “o propósito” seja um componente forte da explicação de por que algo existe, como podemos ler em *As Partes dos Animais* I, Aristóteles considera também que as coisas podem vir a existir por uma necessidade natural, i.e., sem um *telos*. Bradie e Miller Jr. (1984, p. 133) e Lear (1988, p. 15) também percebem, em *Física* II.9, a tentativa de Aristóteles em distinguir (i) causa final e (ii) necessidade natural. Contudo, como eles mesmos admitem, essa distinção é difícil de ser estabelecida. E Angioni (1999, p. 93), de fato, reconhece que “Aristóteles não é lá muito claro na explicitação de sua proposta”. Em síntese, chegamos à conclusão de que este é um ponto obscuro do pensamento aristotélico e talvez seja este o motivo pelo qual Lennox (1992) preferiu não entrar em detalhes. Recomendamos a boa leitura dos originais, decerto, para maior esclarecimento acerca desse ponto, sobre o qual não podemos nos ater mais aqui, dados os propósitos traçados para este texto.



como defende Lennox (1992), não assume o pressuposto da tradição da teologia natural de que o universo é produto de um *design* inteligente. A teleologia de Aristóteles é dita “imane” ou “interna” (Goudge, 1961, p. 193), em contraposição à “teleologia externa” de Platão. Nestes termos, como Balme (1987) argumenta, o que se pode dizer é que há duas interpretações possíveis do que nos diz Aristóteles sobre a teleologia no estudo do mundo vivo: (i) a primeira é que a função ou objetivo é própria do organismo, i.e., diz respeito aos processos internos vitais inerentes ao bom funcionamento de qualquer objeto natural; (ii) a segunda interpretação é a que acusa Aristóteles de atribuir uma “quase-consciência” aos objetos naturais, como se tornou comum em boa parte dos vitalismos dos séculos XIX e XX.

De acordo com Balme (1987, p. 279-281), somente a acepção (i) é imane. O fim de todo objeto natural, para Aristóteles, é a sua própria manutenção, que é a razão de ser das partes que o compõem. A existência das partes é explicada por sua capacidade para contribuir para esse fim, nada tendo a ver com a dimensão valorativa baseada na razão de um agente externo. Esta é uma abordagem naturalística, de acordo com Lennox (1992, p. 327), que “permite a Aristóteles oferecer explicações teleológicas das partes orgânicas e do comportamento que soam como modernas ‘explicações adaptativas’”. Assim é que reconhecemos o afastamento da tradição aristotélica da crença finalista da chamada teleologia cósmica — a concepção metafísica da existência de uma força que conduz o mundo a atingir a meta da perfeição (Mayr, 1988, 1992). Esta noção mais precisa acerca das relações entre teleologia e explicação funcional em Aristóteles é fundamental para que tenhamos clareza de que quando se afirma que a Revolução Científica do século XVII culminou com a substituição do modelo aristotélico por um modelo mecânico do mundo, esta nova concepção incluía tanto uma rejeição a um possível vitalismo em parte de sua abordagem, que não comparecia na tradição aristotélica, como, também, uma rejeição da causa final — um dos principais modos causais para o Estagirita (Perlman, 2004, p. 3; 2009, p. 17).

Entendemos que, embora este movimento de rejeição tenha sido importante para o desenvolvimento do pensamento científico, ele consistiu, do mesmo modo, numa negação de uma linguagem própria para a explicação dos fenômenos do mundo vivo. A ciência assumiu que 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. Contudo, a linguagem empregada na elaboração de explicações dos processos e sistemas vivos sempre recorreu a noções teleológicas, como ‘função’, ‘objetivo’, ‘propósito’ etc. O ponto fulcral que precisa ser destacado, porém, é que, frequentemente, esses usos —

pré-darwinistas — de noções teleológicas estavam fortemente comprometidos com pressupostos de natureza teológica ou vitalista, que, como dissemos, não faziam parte da tradição aristotélica, mas a ela foram incorporados na escolástica medieval e depois 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. Todavia, devemos esclarecer, este é um ponto polêmico na literatura e motivo de uma discussão acalorada entre o filósofo da biologia James Lennox (1993) e o historiador da biologia Michael Ghiselin (1994). Ghiselin propõe o seguinte argumento para defender a tese de que Darwin não era um teleologista: (i) As únicas explicações teleológicas “não-triviais” são aquelas que apelam a um projeto divino ou forças vitais internas; (ii) As explicações selecionistas de Darwin não apelam a qualquer dessas duas coisas. Logo, (iii) Darwin não era um teleologista. Entretanto, como Lennox (1993) assinala, um grande conjunto de trabalhos da literatura contemporânea sobre teleologia nos mostra que a primeira premissa é falsa, e, portanto, a conclusão de Ghiselin não deve ser aceita. De fato, é também assim que pensamos, de acordo com Lennox (1992, 1993, 1994): Darwin não eliminou a teleologia, mas a naturalizou, separando de forma arguta o teleológico do teológico, que antes eram irmãos siameses (cf. Caponi, 2003; Regner, 2006). Contudo, mesmo a contribuição de Darwin com o quadro teórico de evolução das formas orgânicas 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 posições metafísicas inaceitáveis, enquanto, de outro, percebe-se que muito se perderia em termos explicativos e heurísticos se a teleologia fosse posta de lado nessa ciência (e.g., Beckner, 1959; Looijen, 1998; Caponi, 2002). Não é surpreendente, portanto, que muitos cientistas (e.g., Weisz, 1971; Gregory, 2009), educadores (e.g., Schwab, 1963; Hughes, 1973; Jungwirth, 1975; Bartov, 1978, 1981; Gallant, 1981), filósofos (e.g., Wilkie, 1951; Cummins, 2002) e historiadores da ciência (e.g., Ghiselin, 2005) considerem que a biologia contemporânea não deve ter qualquer compromisso com a teleologia.

A noção geral compartilhada pelos que defendem que a teleologia deve ser expurgada da biologia é que o discurso teleológico está sempre associado, nessa ciência, a posições teológicas, vitalistas ou antropomórficas. Por isso mesmo, sustentam uma visão fortemente depreciativa da linguagem teleológica, como vemos nas palavras de Ghiselin (2005, p. 129):

A Teleologia é um modo falacioso de raciocínio. Grande parte da literatura filosófica sobre teleologia é irrelevante, pois perde completamente este ponto. Os filósofos estão muitas vezes equivocados por causa de sua obsessão com as palavras e, conseqüentemente, falham em entender as proposições que as palavras pretendem transmitir. O problema é agravado porque os biólogos frequentemente falam como leigos, cujo pensamento é realmente teleológico.

Com estas palavras, Ghiselin (2005) quer que os biólogos vejam como uma heresia ao pensamento científico a elaboração de qualquer forma de explicação teleológica, como nos ocorre agora a explicação que os biólogos dão para a existência de uma estrutura biológica que é funcional em muitos animais, incluindo os humanos: a membrana nictitante. Em geral, os biólogos explicam nos seguintes termos: ‘A membrana nictitante ou terceira pálpebra é estruturalmente formada por tecido conjuntivo em forma de T para suporte e funcionalmente importante para proteger a córnea e contribuir para a distribuição do filme lacrimal do olho de alguns animais (e.g., aves, répteis, anfíbios e mamíferos, como os seres humanos)’. Temos aqui uma típica formulação teleológica que explicita as funções da membrana nictitante, que, quando removida, compromete a produção de lágrima, levando à ceratoconjuntivite. É um tipo de enunciado, como podemos notar, que (1) tem em conta a relação de causa e efeito (defendida como a principal característica de uma típica explicação causal) e (2) tem a vantagem de ser altamente informativo. Essa explicação e muitas outras fáceis de encontrar nas falas dos biólogos nos colocam em condições de perceber que a leitura de Ghiselin é completamente desarrazoada; trata-se de uma leitura que não resiste a uma análise dos modos de explicação usados pelos biólogos, ou da literatura filosófica sobre teleologia. Entendemos que na base do seu comentário ácido está a assunção principal de que a linguagem teleológica traz para dentro do domínio científico um denso conteúdo teológico e metafísico. Se fosse necessariamente o caso, este seria um ponto sério e, com efeito, constituiria uma boa razão para banir a teleologia, em qualquer forma, do pensamento biológico. Contudo, seguimos a Mayr (1992, p. 122) em seu argumento de que esta não é uma assunção pertinente:

Esta crítica foi, de fato, válida em épocas anteriores, particularmente no século XVIII e início do século XIX, assim como para a maioria dos vitalistas até os tempos modernos, incluindo Bergson e Driesch. Não se aplica a qualquer darwinista que usa a linguagem teleológica. Esta é uma objeção inválida, uma vez que qualquer biólogo moderno aceita explicações físico-químicas no nível celular-molecular e, além disso, [...] os processos aparentemente teleológicos nos organismos vivos podem ser explicados de modo estritamente materialista.

Ghiselin, ao que parece, perde de vista o ponto central do debate contemporâneo porque se mantém agarrado a uma perspectiva superada sobre o mesmo. De qualquer modo, esse debate ajuda a colocar em relevo um aspecto crucial para o uso da linguagem teleológica na biologia: há usos adequados e inadequados de tal linguagem, no sentido de

que alguns usos são compatíveis com o conhecimento estabelecido nessa ciência, enquanto outros não o são. Esta distinção é crucial para o emprego da linguagem — bem como do modo de explicação teleológico — na prática da pesquisa biológica, mas, também, e de modo crucial, no ensino de biologia. Afinal, muitos estudantes trazem para a sala de aula visões teleológicas, algumas possivelmente compatíveis com o conhecimento biológico, mas outras, possivelmente a maioria, incompatíveis. A ciência escolar tem diante de si, então, a difícil tarefa de distinguir entre estas visões, o que, suspeitamos, não tem ocorrido de modo satisfatório. Esta é, pois, uma das motivações por trás do presente trabalho, que, para além de patrulhar a ciência escolar desde uma visão preciosista em relação ao apuro com a ciência de referência, busca contribuir para a elucidação de um ponto crucial para a aprendizagem da biologia contemporânea, nomeadamente, a demarcação de modos adequados e inadequados de uso da linguagem e do modo de explicação teleológico, à luz do que sabemos hoje acerca dos seres vivos.

Esta discussão se mostra relevante, além disso, para colocar em questão o repúdio à linguagem teleológica na literatura sobre ensino de biologia. Jungwirth (1975) argumenta que, na comunidade de pesquisadores em ensino de biologia, esta rejeição também se baseia na estreita relação desta linguagem com as explicações antropomórficas ou intencionais. Ela está expressa, por exemplo, no manual do professor do currículo BSCS (*Biological Science Curriculum Study*), como Joseph Schwab (1963, p. 93) nos aponta: “A primeira de nossas preocupações é a questão atormentadora da ‘teleologia’. Uma inaceitável forma de explicação teleológica é contrastada com a aceitável interpretação ‘funcional’”. O temor de Schwab, assim como o de Jungwirth, é que a forma teleológica de explicação acarrete prejuízo ao raciocínio científico dos estudantes, na medida em que eles podem aceitá-la como se fosse tão legítima quanto a explicação causal comum. Entretanto, esta é uma preocupação que requer qualificações, porque não há sequer um estudo empírico que tenha sugerido que o modo teleológico de explicação seja necessariamente pernicioso; pelo contrário, ele tem valor heurístico reconhecido por filósofos (e.g., Hempel, 1959; Mayr, 1974) e, além disso, valor pedagógico reconhecido por educadores, como o próprio Jungwirth (1975), e outros (e.g., Halldèn, 1988; Zohar & Ginossar, 1998; Dagher & Cossman, 1992). O contraste que Schwab orienta que se faça é mais do que considerar que as explicações funcionais são de um tipo e as explicações teleológicas de outro, é isto e mais o juízo de que o modo teleológico de explicação é inferior e inapropriado porque veicula conteúdo intencional — e isso é um equívoco.

Estes argumentos reforçam, em síntese, um ponto central neste debate, que já assinalamos: não se trata de meramente banir a teleologia do ensino de biologia, mas de diferenciar entre modos adequados e inadequados da explicação teleológica no domínio desta ciência (escolar). Afinal, se entendermos as explicações funcionais como um tipo particular de explicação teleológica — como fazemos no presente estudo —, o contraste pretendido por Schwab, entre uma forma aceitável, funcional, e uma inaceitável, dita por ele teleológica, se torna, precisamente, uma distinção entre formas adequadas e inadequadas de explicação teleológica, nos termos em que defendemos no presente texto.

## 2. MODOS DE EXPLICAÇÃO CIENTÍFICA

Em nosso entendimento, as explicações antropomórficas, causais, teleológicas e funcionais estão em diferentes posições nos termos do fisicalismo, em sua tese ontológica de que tudo que existe no mundo são partículas físicas básicas e seus agregados. Não há como avançar para uma compreensão clara acerca dos modos de explicação científica sem que isso seja seriamente considerado. A categoria das explicações antropomórficas está baseada na noção de consciência humana, que, de acordo com Dennett (1991), deve ser entendida desde uma perspectiva materialista que assuma o fisicalismo. Assim, podemos dizer que o comportamento deliberado em geral é a manifestação de experiência consciente realizada na estrutura cerebral do indivíduo como resultado de interações com o ambiente físico-químico e outros sujeitos. Então, porque originada em experiências conscientes, o relato verbal humano sobre as coisas implica alguma forma de intencionalidade, e isso caracteriza a explicação antropomórfica. Dessa perspectiva, a predicação, para fazer qualquer sentido, está envolvida, desde o início, com a construção de domínios semânticos, que, nas explicações antropomórficas, incluem as noções de ‘intenção’, ‘necessidade’, ‘planejamento’, ‘meta’ etc., que são sintomáticos de ações conscientes, ações intencionais (cf. Searle, 1983). A ideia de intencionalidade é parte das explicações antropomórficas, que são um subconjunto de um modo particular de teleologia que chamaremos ‘teleologia deliberativa’.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup> A tese de que animais não-humanos possuem estados mentais intencionais é razoável desde que aceitemos, numa ampla perspectiva, como a de Tim Crane (2009), elaborada a partir de Franz Brentano (1874[1995], que a intencionalidade é uma representação causalmente relacionada de conteúdo sobre outras coisas (*aboutness*). Mas, mesmo assim, fica incerta a via para chegar a alguma compreensão relevante sobre se os animais não-humanos também têm consciência: se por um intencionalismo puro, no sentido de que o estado consciente é determinado por seu conteúdo intencional (logo, todo conteúdo intencional é proposital), ou por um intencionalismo impuro, com o efeito de que o caráter fenomenal de uma consciência é determinado não apenas por seu conteúdo intencional, mas também pelo aparente intencionalismo (Crane, 2009).

Neste ponto, considerando a noção humeana de causalidade, qual seja, a de que um evento antecedente é suficiente para produzir um efeito, as explicações antropomórficas não podem ser ditas causais, porque a ideia de intencionalidade está no domínio da metafísica da linguagem, não no domínio dos mecanismos, que tem as relações causais como um dos mais importantes aspectos fundamentais (ver Craver & Bechtel, 2006). Nestes termos, entendemos que as antropomórficas são adequadas apenas para sistemas que exibem conteúdo intencional nas interações com o contexto ou ambiente no qual eles operam; portanto, elas não se confundem com as explicações teleológicas de maneira geral. Isso nos coloca em condições de aceitar que até podemos formular explicações antropomórficas para comportamentos selecionados evolutivamente, por exemplo, mas isto não deve significar o compromisso de que esses comportamentos sejam intencionais, mesmo que muitas vezes eles pareçam que sejam. Nesse caso e em muitos outros parecidos com os quais lidamos nas salas de aulas, as explicações antropomórficas não possuem valor epistemológico, a referência a habilidades humanas neste tipo explicação ‘serve para’ tornar o fenômeno biológico familiar ao estudante, por exemplo, e em vista disso devem ser reconhecidas, pois, por seu valor pragmático. Esse argumento, entretanto, não enseja a defesa de que o antropomorfismo seja o principal modo de explicação do professor. Pelo contrário, é indispensável que o professor seja capaz de ter em conta os contextos nos quais esse modo de explicação se mostra adequado e, igualmente importante, também os estudantes devem ser treinados para esta habilidade, entre outras.

De outro modo, as explicações teleológicas figuram tanto no discurso das ciências biológicas quanto no discurso das ciências sociais, mas tais explicações não têm a mesma medida nestes dois campos do conhecimento. Acontece que, pelo menos nas investigações da biologia, é preciso saber qual forma de teleologia é mais adequada aos casos que esta ciência estuda. Em alguns casos, as explicações teleológicas carregam conteúdo desnecessário ao entendimento de certos sistemas biológicos, talvez porque a forma mais usual de definir uma explicação teleológica é a que inclui não apenas a noção de ‘dirigido a fins’, mas inclui também outras noções ainda mais controversas. Para resumir o entendimento comum acerca do modo teleológico de explicação, preferimos as palavras do filósofo da história Rolf Gruner (1966, p. 517): “Por uma explicação teleológica, entendo uma explicação em termos de propósitos, desejos, motivos, intenções, etc. [...]”. É esse o entendimento geral, tácito ou explícito, sobre o modo teleológico de explicação. De fato, os sistemas que exibem intencionalidade podem até ser explicados teleologicamente, entretanto é importante reconhecer também que existem sistemas que não manifestam intencionalidade, mas, ainda

assim, podem ser teleológicos. Para os sistemas não-intencionais, portanto, as explicações teleológicas são válidas, mas eles podem explicados de outra maneira, sem necessariamente fazer referência às noções de ‘intenção’, ‘necessidade’, ‘desejo’ etc., como é o caso das explicações que recorrem ao conceito de ‘função’.

No artigo *Teleological and Functional Explanations*, o interesse de Gruner é demonstrar a estrutura lógica que caracteriza cada uma destas explicações, quais sejam: a teleológica e a funcional. O ponto de partida de Gruner é o exercício de recuperar a lição filosófica da ideia de causa, que ele resume com estas palavras:

O tipo comum de uma explicação dedutiva de um fato ou evento único é também chamada ‘explicação causal’, em que uma ou mais condições iniciais aparecendo no explicans [*explanans*] podem ser reconhecidas como uma causa do fato ou evento declarado no explicandum [*explanandum*] (Gruner, 1966, p. 518).

Com o frescor desta lição, seu próximo passo é avaliar se as explicações teleológicas e funcionais satisfazem o padrão causal de explicação científica. Já adiantando parte de sua conclusão, ele defende que somente a explicação teleológica pode ser dita causal, e sobre a exclusão do outro tipo de explicação temos a justificativa de Gruner (1966, p. 524):

Explicações funcionais [...] não podem ser reconhecidas como explicações causais no sentido em que esse termo é usualmente compreendido na filosofia da ciência, embora, é claro, elas sejam causais no mais amplo sentido de que elas podem ser formuladas em linguagem causal.

Em outras palavras, Gruner está nos dizendo que as explicações funcionais não satisfazem o modelo dedutivo-nomológico de explicação, do qual falaremos mais adiante. Queremos, por agora, deixar de lado essa questão e destacar a conclusão que mais nos interessa, a de que as explicações teleológicas são causais, e a via pela qual é possível chegar a ela. Para entender esse ponto específico, consideremos o exemplo que Gruner (1966) apresenta e que achamos pertinente. Para a pergunta ‘Por que John quer ir ao banco?’, Gruner (1966, p. 519) analisa que seria um erro elaborar uma resposta que incluísse a afirmação ‘sacar um cheque’ como causa de John ‘ir ao banco’, uma vez que essa resposta não satisfaz a forma de uma explicação causal dedutiva normal. Essa afirmação só faz sentido pela adoção da doutrina das causas finais, ele argumenta. Na medida em que a ciência moderna recusa estas causas, figura como legítima a afirmação teleológica ‘para sacar um cheque’, sobre a qual Gruner (1966), em nosso entendimento, diz acertadamente: “essa é uma explicação causal, porque o movimento de ir ao banco *não foi causado pelo efeito* de sacar o cheque, *mas pela intenção* instanciada na estrutura física da mente de John, sendo a intenção um estado psicológico de base material”. Com esse enunciado, continua Gruner, “temos uma causa

perfeitamente eficiente existindo, na mente de John, antes de o efeito tomar lugar” (p. 519). Em outras palavras, temos causa eficiente *vis-à-vis* a forma teleológica, que, como toda boa explicação causal cientificamente aceita, coloca, na seta do tempo, as causas como antecedentes e os efeitos como consequentes. No exemplo, se disséssemos que o *efeito* de ‘sacar um cheque’ foi a *causa* de John ‘ir ao banco’, estaríamos postulando a existência de uma causação reversa e isto, é claro, é inaceitável, porque John poderia ter sofrido um acidente e nunca ter chegado ao banco, o cheque poderia ter sido roubado, ou ainda ter sido recusado por falta de fundos. Em qualquer uma destas situações, se aceitássemos a causação reversa, seríamos compelidos a aceitar a ocorrência de um efeito sem uma causa.

Uma consideração importante a esta altura, portanto, é que o que caracteriza o modo teleológico de explicação é fundamentalmente a referência a um estado final, um fim. E este fim, segundo entendemos, é de dois tipos específicos: ‘intencional’ e ‘não-intencional’. Ambas as explicações recorrem a causas eficientes e são legítimas tendo em conta que se dirigem a alvos diferentes, embora tenham o mesmo objetivo explanatório: a realização de um fim. Deve ficar claro que a explicação dos sistemas teleológicos que alcançam certo fim por uma via intencional tem como premissa epistêmica que a causa eficiente está instanciada nos estados mentais do desejo, do propósito, da intenção. Este tipo específico de explicação teleológica que faz referência à ideia de intencionalidade se aproxima, então, das explicações antropomórficas. Entretanto, também aqui, é necessário esclarecer que são dois modos distintos de explicação e há usos adequados e inadequados, porque enquanto o modo de explicação intencional trata da intencionalidade, as explicações antropomórficas atribuem não apenas intencionalidade aos fenômenos, mas também outros atributos humanos. Assim, o tipo intencional de explicação teleológica é um subconjunto das explicações antropomórficas, sendo adequadas para as ações humanas ou ações outras que exibem conteúdo intencional.

Em vista de tudo o que consideramos até agora, estamos em condições de fazer uma distinção importante. Uma mesma medida de teleologia não se mostra adequada ao discurso de todas as ciências; as explicações que tratam de ‘intenção’, ‘necessidade’, ‘objetivo’, ‘função’ têm diferentes *explananda* e esta é a base para reconhecermos que há no discurso científico espaço para duas teleologias, uma que vamos chamar de “teleologia deliberativa” e outra que vamos denominar “teleologia não-deliberativa”. A teleologia deliberativa concerne a conjunções causais instanciadas em estruturas físicas organizadas que representam conteúdo intencional. Trata-se, pois, da subclasse de teleologia que se dirige aos sistemas que alcançam um fim pela via intencional. A teleologia não-deliberativa é o tipo de teleologia que inclui



conjunções causais governadas pelas leis da física e da química, fundamentalmente, em sistemas que não comportam ou não representam conteúdo intencional.

Nestes termos, podemos dizer que enquanto as explicações teleológicas deliberativas predominam nas ciências sociais, a forma não-deliberativa da teleologia prevalece na biologia e nas demais ciências naturais. Com esta proposta, estamos destacando que as explicações teleológicas em termos de ‘intenção’, ‘propósito’, ‘objetivo’ etc., não podem ser aplicadas do mesmo modo em todas as ciências, há áreas do conhecimento em que elas são mais adequadas e, em outras, em que são menos adequadas. No campo da etologia, por exemplo, podemos explicar as habilidades de caça de um animal por referência à sua intenção de obter alimento, ou seja, desde a perspectiva da teleologia deliberativa. Entretanto, explicar o comportamento de divisão de uma célula em termos da teleologia deliberativa se mostra um procedimento inadequado, porque o processo de divisão chega ao fim sem que qualquer componente intencional esteja envolvido. É adequado explicar esse e outros eventos que são dirigidos a fins, mas que não envolvem intencionalidade, através do conceito de ‘função’, considerando as explicações funcionais como um subconjunto das explicações teleológicas,<sup>4</sup> portanto. Para ilustrar as distinções que propomos neste trabalho, as Figuras 1 e 2 são duas representações conceituais elaboradas a partir dos resultados de nossa análise dos livros didáticos de biologia do ensino médio e das discussões na literatura de história e filosofia da ciência.



**Figura 1.** Representação conceitual das diferentes classes de explicações — antropomórfica e teleologia deliberativa — mostrando a abrangência de aplicação.

<sup>4</sup> Essa nossa postura de colocar as explicações funcionais como um subconjunto das explicações teleológicas é similar à de Ernst Mayr (1992) e Richard Looijen (1998), mas contrária à de Robert Cummins (2002).



**Figura 2.** Representação conceitual das diferentes classes de explicações — causal, teleologia não-deliberativa e funcional — mostrando a abrangência de aplicação.

A confusão entre estas categorias de explicação é muito perniciosa para a compreensão de como são explicados os fenômenos nas ciências biológicas. De fato, Mayr (1988, p. 40; 1992, p. 122) reconhece que as explicações teleológicas têm sido repetidamente colocadas sob suspeita na biologia porque parecem representar sempre um antropomorfismo questionável. Esta suspeita tem uma razão de ser, porque explicar toda a diversidade de processos dirigidos a fins que podemos identificar nos seres vivos apelando a conceitos altamente controversos (ao menos em tal domínio de aplicação), como consciência e desejo, típicos das explicações antropomórficas, é um procedimento que parece arriscado e desnecessário. A tese de que teleologia sempre implica antropomorfismo, uma objeção tradicional às explicações teleológicas, não se sustenta, porque, para além da teleologia deliberativa, reconhecemos as explicações teleológicas não-deliberativas. Essa distinção é coerente com a observação de Mayr (2005, p. 69) de que, nas ciências biológicas, há sistemas que podem ser descritos como teleológicos, mas que não são sistemas intencionais.

Como um bom exemplo de que essa distinção se aplica também em áreas que não as das ciências biológicas, Hull (1975, p. 154) nos oferece o funcionamento dos torpedos teleguiados. Na indústria bélica, torpedos são projetados para seguir numa determinada direção e realizar a meta de destruir seus alvos. É interessante que, mesmo que o alvo mude de trajetória, os torpedos ainda podem alcançá-los. Atingir esse estado final é possível porque um dos componentes principais dos torpedos é o instrumento conhecido por giroscópio, que

não é afetado por forças magnéticas da Terra. O giroscópio situa o torpedo no espaço por causa de sua organização interna. Entre as partes de um giroscópio, o rotor ou volante é determinante para o seu funcionamento. Em linhas gerais, um eixo passa pelo centro do rotor formando ângulos retos, cujas extremidades estão montadas sobre rolamentos de um anel interno, e este se conecta, por sua vez, com rolamentos de um anel externo. A organização do rotor é tal que, dentro de anéis, o seu eixo pode ser apontado em qualquer direção, mas o seu centro exato permanece numa posição fixa dentro dos anéis. É dessa maneira, em síntese, que os torpedos são capazes de realizar sua finalidade, sendo sistemas teleológicos. Contudo, como Hull esclarece, eles podem não atingir a meta por causa de alguma falha em sua organização e, ainda assim, continuariam sendo teleológicos. Não é necessário que os sistemas teleológicos sejam perfeitos, sendo possível admitir casos de “omissão de meta”. Em todo caso, o exemplo dos torpedos, entre outros, nos permite concluir que podemos descrever e explicar sistemas como sendo teleológicos sem que, para isso, devamos caracterizá-los como intencionais. Apesar de todo o receio diante de formulação de enunciados que utilizam a noção de que determinados eventos são ‘dirigidos a fins’, temos diversos exemplos na biologia de usos que não recorrem a fins conscientes, mas sim a conceitos como o de ‘função’ (como veremos em várias explicações analisadas no presente trabalho), o que caracteriza as explicações em questão como teleológicas não-deliberativas.

Como extensão de nossos argumentos, defendemos aqui três pressupostos. Em primeiro lugar, que a linguagem teleológica não deve ser eliminada da biologia, porque cumpre papéis fundamentais no universo discursivo dessa ciência. Não estamos sozinhos nesta defesa, ao contrário, nos juntamos a uma diversidade de autores que têm defendido o mesmo ponto de vista (Beckner, 1969; Mayr, 1974, 1988, 1992, 2005; Rosenberg, 1985; Lennox, 1993; Looijen, 1998; Caponi, 2001, 2003). A questão que colocamos é que diferentes modos de explicação teleológica devem ser diferenciados, na medida em que alguns são e outros não são válidos no contexto da biologia. Além disso, consideramos também que o papel das explicações teleológicas na biologia deve ser claramente demarcado, posto que elas podem dar conta de alguns *explananda* nas ciências biológicas, como estruturas e comportamentos dos organismos que podem ser explicados com proveito como dirigidos a fins, a exemplo de processos fisiológicos ou comportamentais, mas não podem ser aplicadas de modo *igualmente* válido para outros *explananda*, como os processos evolutivos, por exemplo, que são entendidos, desde uma perspectiva darwinista, como processos

contingentes, abertos, sem metas ou fins determinados. Os processos evolutivos, conquanto tenham produtos finais, nada têm a ver com metas, são causados por leis naturais.

Em segundo lugar, assumimos que, como um subconjunto das explicações teleológicas, as explicações funcionais cumprem um papel na defesa da autonomia da biologia diante das outras ciências. Nós nos situamos, então, entre os autonomistas, em contraposição aos provincialistas (expressões cunhadas por Rosenberg, 1985), que defendem que explicações funcionais são pseudo-explicações não-científicas, as quais devem ser substituídas por explicações causais (para críticas a tal visão, ver Looijen, 1998, p. 99).

Em terceiro lugar, é fundamental assinalar que, para nós (com inspiração em Ponce, 1987), o que há de distintivo nas explicações teleológicas (em oposição às explicações causais na física) reside no domínio da epistemologia, não no domínio da ontologia. Dito de outro modo — e isso mostra por que o problema da causalção reversa não é uma objeção legítima às explicações teleológicas —, os fenômenos biológicos não são uma exceção ao princípio de causalidade, i.e., no caso dos fenômenos biológicos, como no de quaisquer outros fenômenos, causas precedem os efeitos. Quando elaboramos uma explicação teleológica no terreno da biologia, não há qualquer violação do princípio da causalidade. Não estamos nos pronunciando sobre a ordem de eventos no mundo, mas, em vez disso, estamos usando um modo de linguagem próprio das ciências biológicas, que nos permite obter compreensão, de uma maneira que se expressa pela satisfação intelectual gerada (Braithwaite, 1953).

### 3. A LINGUAGEM TELEOLÓGICA NAS CIÊNCIAS

Numa explicação teleológica típica, os termos do enunciado denotam o sentido amplo de ‘dirigido a um fim’. O que determina a forma teleológica de explicação, de acordo com Taylor (1964, p. 9), é a proposição de que um evento ocorre *para* um determinado fim, com um dado propósito, ou seja, que ele ocorre porque *é o tipo de evento que produz aquele fim*. Uma conclusão possível, deste ponto de vista, é que o evento é *condição suficiente para alcançar determinado fim*. Nestes termos, é a condição de suficiência do evento para a obtenção de um fim que parece distinguir o modo teleológico de explicação de outros possíveis e, se assim podemos aceitar, ela assinala um “princípio teleológico” (Taylor, 1964, p. 9) a ser considerado. Na visão de Taylor, o conceito de desejo, que implica motivo, é o que explica a tendência que os sistemas teleológicos têm de exibir certo comportamento. É

correto, segundo ele, entender os sistemas teleológicos em termos de ‘desejo’, ‘motivo’, ‘objetivo’, desde que consideremos as condições que tornam o comportamento possível:

[...] quando damos uma explicação para o comportamento em termos do objetivo para o qual está dirigido, a situação em relação àquela ação que deve ser adequada ao objetivo é a situação tal como percebida pelo agente. Em um sistema teleológico ordinário com objetivo G, B ocorrerá na condição onde B é requerido para G; (vamos chamar esta condição de ‘T’). Mas em um ‘sistema intencional’ com objetivo G, T não é suficiente para B. Neste último caso, entretanto, B ocorrerá quando T é *percebido* por manter o ‘sistema’ (na ausência de fatores determinantes), porque, de outro modo, não poderíamos atribuir objetivo G a ele. Em outras palavras, a condição de ocorrência de uma ação é que se acredita ser adequada ao objetivo, e não simplesmente que seja, de fato, adequada (Taylor, 1964, p. 62, ênfase do autor).

Nesse ponto, não podemos perder de vista que o entendimento de Taylor (1964) sobre os sistemas que se comportam teleologicamente se presta a críticas, como as de David Hausman (1978). Na visão desse filósofo, os sistemas que exibem comportamento dirigido a um fim não devem ser estudados como se variáveis não-teleológicas do ambiente e variáveis teleológicas dos organismos interagissem diretamente. Hausman (1978, p. 149) argumenta que essa visão do “interacionismo” de Taylor é equivocada e considera-la é um convite que se faz aos cientistas para incorrer no que ele chama de “paradoxo da atribuição teleológica”:

É o paradoxo da atribuição teleológica (*teleological ascription*) aceitar o genuíno caráter de dirigido a um objetivo do comportamento, confirmado pelos nossos sentidos, e mesmo assim ser forçado, na explicação para esse comportamento em não-humanos, a postular fins no futuro ou onde claramente não existem ou onde, no mínimo, nada pode ser dito com legitimidade (Hausman, 1978, p. 145).

Para Hausman, o que Taylor escreve em *The Explanation of Behaviour* pode se prestar a alguma compreensão do comportamento em humanos, explicando-o em termos de intencionalidade, vontades e desejos, mas ajuda pouco e até mesmo prejudica a observação e o estudo de sistemas teleológicos genuínos, que envolvem finalidade, mas não intencionalidade. Vendo as atribuições teleológicas como explicações legítimas no caso de tais sistemas, desde que construídas em termos não-intencionais, Hausman alerta que Taylor tem o seguinte entendimento das relações causais em sistemas teleológicos: sendo *B* um comportamento teleológico e *G* um estado de coisas do sistema, *G* é a única variável relevante na causação de *B*. Ou, na melhor das hipóteses, Taylor considera que:

Dado o mundo como ele é, certos valores específicos e conjuntos de valores do estado e ambiente (*SE*) são compatíveis com, respectivamente, certos valores específicos e conjuntos de valores de *B* [que] são requeridos para *G* e (o desempenho de) *B*, e alguns não são (Hausman, 1978, 149-150, ênfase do autor).

Escrevendo isto de outro modo, mas ainda preferindo as palavras de Hausman (1978, p. 150), “as relações causais caracteristicamente teleológicas podem, portanto, ser colocadas

como segue:  $[SE \ \& \ (B \ \text{é requerido para } G)] \rightarrow B$ ". Mas esta nova notação, fruto de uma reinterpretação do *The Explanation of Behaviour*, conforme Hausman (1978, p. 151) esclarece, é mal vista por aquele filósofo, que considera que, ao dar poderes causais às variáveis *SE* (no caso dos sistemas teleológicos intencionais), o sistema deixa de ser teleológico num sentido forte.

Consideremos, como parte da argumentação de Hausman (1978), um exemplo que ele deriva de *Explanation and Teleology*, do filósofo Larry Wright (1972), para sustentar sua posição de que a abordagem de Taylor é insatisfatória. Julgando não ser necessário reproduzir aqui todo o parágrafo que Hausman toma do texto de Wright, traçamos, em linhas gerais, o exemplo que agora também nos interessa: imagine a existência, num certo ambiente, de um predador com fome e com sede. À vista desse predador, não há qualquer água, mas ele vê uma presa e, em seguida, inicia seu comportamento de caça. No tempo em que está caminhando e espreitando a presa, ele encontra água e faz uma pausa para beber. Nesse caso, como explicar o comportamento do predador? Seu objetivo era matar a fome ou saciar a sede? Esse exemplo, para Hausman, expõe bem o limite da análise interacionista de Taylor. Na abordagem de Taylor, temos:  $[SE \ \& \ (B \ \text{é requerido para } G)]$ . Considerando  $G^*$  como comer e  $M^*$  como beber, é tanto possível dizer " $[SE^* \ \& \ (B^* \ \text{é requerido para } G^*)] \rightarrow B^*$ ", quanto, " $[SE^* \ \& \ (B^* \ \text{é requerido para } M^*)] \rightarrow B^*$ " (Hausman, 1978, p. 151). Ou seja, porque não há, na análise de Taylor, qualquer cláusula que bloqueie a interação entre um dado valor de *SE* e valores alternativos de variáveis teleológicas (a saber: *B* é requerido para *G* e *B*), um mesmo comportamento pode receber várias explicações. Está aí, para Hausman, o problema de assumir o interacionismo de Taylor: a concorrência entre *explanans*.

Hausman (1978, p. 152) defende, então, que seja aplicada ao estudo dos sistemas teleológicos a "lei do paralelismo" como metodologia para (i) que nenhum elemento intencional seja parte da explicação teleológica e para (ii) que se explicitem as conexões causais teleologicamente genuínas. Em sua análise do "paralelismo", como ele mesmo diz:

Há duas abordagens em separado, mas em paralelismo nos termos de uma lei (*lawfully parallel*), produzindo uma diferença determinante uma em relação à outra: se as variáveis *SE* não fossem o que elas são, o valor das variáveis teleológicas não seriam o que elas são, e vice-versa (Hausman, 1978, p. 152).

Nessa análise, o critério que Hausman (1978, p. 153) define para solucionar o problema da competição entre *explanans* é que a variável teleológica "*B* é uma de um conjunto de condições conjuntamente suficientes para *G*". A partir desse critério, Hausman

nos apresenta como fica agora a explicação para um dado sistema teleológico. Para evitar qualquer distorção acidental, melhor mesmo em suas próprias palavras:

Considere, primeiro, que o fato de que um valor particular de  $B$ , digamos  $B_k$ , é um de um conjunto de condições  $C$ , que é suficiente para  $G_8$ , não impede que existam outros conjuntos iguais, como, por exemplo,  $D$ . Desse modo,  $D$  e não  $C$  poderia muito bem ser instanciado e  $G_8$  ocorreria como um resultado de  $D$  mesmo quando ainda seria verdade que a explicação antecedente  $B_k$  ( $[B_k$  é um do conjunto de condições conjuntamente suficientes para  $G_8] \rightarrow B_k$  fosse instanciada ( $B_k$ , antes de tudo, é apenas uma parte de  $C$ ). Se  $G_8$  ocorrer como um resultado de  $D$  em vez de  $C$ , onde  $C$  inclui o comportamento do predador, diríamos que o fim foi alcançado sem o emprego nos organismos de qualquer repertório de atividades intencionais (Hausman, 1978, p. 153).

À guisa de conclusão, Hausman (1978, p. 155) sustenta que uma falha grave da análise de Taylor (1964) reside na crença de que os sistemas teleológicos são intencionais e, por isso mesmo, está na base de toda explicação teleológica os elementos de conteúdo intencional ‘previsão’ e ‘desejo’, em substituição a causas que aceitamos cientificamente. Daí Hausman conclui seu argumento dizendo que isso explica porque Taylor, quando indagado a explicar como  $B$  alcança  $G$ , ele simplesmente diz que é por uma “tendência natural”.

Mas, aqui, é preciso mais prudência para considerar de modo honesto o contexto em que Taylor assim nos diz. Onde lemos a expressão “tendência natural” Taylor quer deixar claro que as explicações em termos de ‘propósito’ ou ‘tendências inerentes’ estão no mais básico nível de explicação. Diante do comportamento de um animal, por exemplo, Taylor (1964, p. 20) argumenta que é necessário e desejável a explicação em termos de uma tendência natural, porque ‘propósito’, segundo ele, é um atributo genuíno do mundo vivo. Deste ângulo, o comportamento de um cachorro mecânico jamais deve ser explicado por atribuição de um movimento natural intrínseco, ele não é um sistema teleológico genuíno.

É assim que lemos a expressão “tendência natural” numa das passagens de *The Explanation of Behaviour*. Desse modo, propor que o comportamento de um sistema deve ser explicado teleologicamente equivale, em parte, a considerar a “tendência natural” que os sistemas têm de findar-se (Taylor, 1964). Entretanto, achamos estranho o qualificativo ‘natural’ introduzido por Taylor, porque nos parece que ele cria uma zona de obscuridade entre a realização de uma finalidade e sua causa, produzindo uma áurea mística em torno da explicação teleológica, algo que não desejamos. Contudo, não nos parece que isso seja um problema sério, porquanto podemos entender esta expressão nos termos do princípio da ‘forma’ de Aristóteles. Hausman (1978), porém, não vê essa possibilidade e defende que Taylor (1964) não é uma boa referência para entendermos os sistemas dirigidos a fins. Assim,

ele conclui que é a partir do seu paralelismo que podemos evitar o paradoxo da atribuição teleológica e, portanto, colocando-nos em posição de defender a legitimidade da explicação em termos teleológicos não somente na biologia, mas também nas demais ciências.

As críticas que Hausman (1978) dirige a Taylor são por nós bem recebidas porque nossa defesa é também a de que as explicações teleológicas são epistemologicamente legítimas como um subconjunto das explicações causais ordinárias, que, na biologia, na química e na física, fazem referência ao tipo específico de teleologia não-deliberativa. Em particular, estamos em consonância com Hausman quanto à visão de que é completamente gratuito, assumindo-se uma perspectiva científica, incluir conteúdo intencional em toda e qualquer explicação teleológica, utilizando termos/conceitos como ‘previsão’, ‘aspiração’, ‘desejo’, ‘destino’ etc. É por isso que não aceitamos quando Taylor nos diz, ao considerar a noção de ‘direção’, que ela sempre implica um ‘diretor’, da mesma forma que um ‘design’ envolve um ‘designer’, e uma ‘ação’ envolve responsabilidade ou consciência (Taylor, 1964, p. 61). Esta é uma tese que bem pode servir ao propósito de, *ad instar* argumento do desígnio, imiscuir diferentes noções para defender ideias estranhas ao conhecimento científico. Não é, contudo, uma tese que serve aos objetivos deste texto, nem, tampouco, em termos mais gerais, à posição que assumimos frente ao uso das explicações teleológicas na prática científica.

Em nosso entendimento, mesmo tomando partido dos argumentos de Hausman, seria um exagero recusar toda a análise de Taylor, em particular, seu “princípio teleológico” de condição de suficiência do evento para a obtenção de um fim. Estas são idéias que podem ser aproveitadas em outros termos e desde um ponto de vista mais defensável. Para nós, concedendo espaço àquele princípio, propor que o comportamento de um sistema deve ser explicado em termos teleológicos equivale, em parte, a fazer uma asserção acerca da forma das leis ou generalizações válidas para aquele sistema e, em parte, a considerar a tendência que os sistemas têm de, governados pelas leis da física e da química, atingir certo estado preferencial. Para entender o que estamos dizendo aqui, considere um exemplo biológico: Por que na anáfase (um dos estágios do ciclo celular) vemos o comportamento de separação dos cromossomos para pólos opostos da célula? Uma resposta plausível é que esse evento *contribui para* a divisão equânime de material genético entre as duas células-filhas em formação. Nestes termos, estamos diante de uma explicação teleológica, mas não há qualquer mistério aqui. O movimento de separação dos cromossomos é o resultado da despolimerização dos microtúbulos (estruturas formadas por proteínas) devido ao decaimento energético das moléculas de ATP, ou seja, porque os cromossomos estão associados aos



microtúbulos, e estes estão se desfazendo, então a tensão entre microtúbulos e cromossomos diminui e estes se dirigem para pólos opostos da célula. É a essa tipo de teleologia não-deliberativa que Mayr (1992, p. 122) se refere quando diz, como vimos antes, que “qualquer biólogo moderno aceita explicações físico-químicas no nível celular-molecular”, sem envolver qualquer forma de vitalismo. E quando falamos em ‘decaimento energético’ é o que queremos significar com ‘governados pelas leis da física e da química’. Assim, ao formular uma explicação teleológica de algum evento, como o comportamento de um organismo, o que se tem é a apresentação de generalizações que sustentam a ocorrência do evento, no sentido de que estão sendo colocadas as condições para que algum estado final seja alcançado no sistema em que o evento tem lugar. Trata-se da apresentação de regularidades causais que, dentro de um domínio específico de aplicação, descrevem a disposição de organismos com certo tipo de estrutura de se comportarem de certa maneira. Nos termos do paralelismo de Hausman, entendemos que há uma relação teleológica causal entre condições antecedentes, das quais  $B_k$  é uma delas, e a ocorrência do evento  $G_s$ , de modo que  $B_k$  e as demais condições antecedentes são instanciadas — contingencialmente — somente quando um conjunto de condições do ambiente  $SE_j$ , aquelas que são necessárias e suficientes para o evento, permitem.

O que nós estamos indicando é que a elaboração de explicações numa linguagem teleológica é própria das ciências biológicas e, também, das ciências sociais, porque na física e na química a explicação é fundamentalmente de natureza nomológica<sup>5</sup> (Hempel & Oppenheim, 1948; Davidson, 1980, p. 207; Salmon, 1990; Hardcastle, 1999), i.e., recorre a leis que subsumem o evento a ser explicado, como veremos adiante. Embora, tanto na física quanto na química, possamos encontrar este ou aquele termo, ‘função’ e ‘objetivo’, digamos, eles nada dizem, de relevante cientificamente, para além do que possam significar como parte do discurso comum. Ou seja, nestas ciências, os significados destes termos informam pouco ou nada em sentido teleológico, e isto deve ser reconhecido sem nenhum demérito, porque nelas a teleologia pode ser valiosa no expediente de uma metáfora como forma de usar o discurso comum para dominar o discurso científico.

De modo direto, vejamos, tomando a química como exemplo, o que acabamos de afirmar. Talanquer (2007), em *Explanations and Teleology in Chemistry Education*, traz a primeira análise de que temos conhecimento sobre o uso da “linguagem teleológica” na

---

<sup>5</sup> Mas, pelo menos na química, Valerie Hardcastle (1999, p. 28) vê essa tese com suspeita, uma vez que a afirmação “este reagente age para remover o potássio do gel” parece, para ela, uma legítima explicação teleológica, embora, como ela própria admite, sua interpretação não resulta de uma análise filosófica profunda sobre a natureza das explicações na química, nem se baseia em dados empíricos aceitáveis.

química. Neste artigo, Talanquer (2007) nos apresenta uma análise qualitativa das explicações formais presentes em seis livros didáticos de química geral e dois de química orgânica amplamente utilizados no ensino superior de química nos Estados Unidos da América. Este autor é categórico: “As explicações teleológicas estão, de fato, presentes nos livros didáticos de química e elas normalmente ocorrem em explicações sobre transformações” (Talanquer, 2007, p. 860). O resultado mais importante para nós, qual seja, o de conhecer o modo e o contexto em que essas explicações são formuladas, é apresentado por esse autor:

A ocorrência de explicações teleológicas está estreitamente relacionada à existência de uma *regra, princípio, ou lei* que governa o comportamento do sistema, e explícita ou implicitamente implica a diminuição ou maximização de algumas propriedades intrínsecas (e.g., energia total, entropia, energia livre). Esta *lei* ou *princípio* tende a fornecer uma direção preferencial na evolução de uma transformação (Talanquer, 2007, p. 860, ênfase adicionada).

Esses resultados, pelo que esse autor pretende demonstrar, indicam que devemos expressar com prudência a tese de que as explicações teleológicas estejam ausentes na física e na química. Para nós, em verdade, eles mais sugerem que é desejável a realização de análises independentes das explicações nessas duas disciplinas. Dizemos isto tendo como classe de contraste as explicações que são dadas nas disciplinas da biologia. Façamos esse exercício de examinar as explicações na biologia em comparação com as encontradas na química.

Na biologia, em particular, são frequentes as questões que solicitam a ‘função’ de algum item biológico (e.g., um traço, uma estrutura, um comportamento). Ao tomarmos nas mãos um livro de biologia elaborado para o nível médio de ensino, por exemplo, é notável o largo uso de uma linguagem teleológica, representada principalmente pela quantidade e diversidade de atribuições funcionais que aparecem em vários contextos do conhecimento escolar de biologia. Adiantando alguns resultados<sup>6</sup> de nossa análise dos livros didáticos, apenas a título de exemplo, vemos explicações teleológicas numa grande variedade de casos:

i. No estudo do ciclo celular:

No início do desenvolvimento da maioria dos animais, os ciclos celulares são curtos; as células quase não crescem, dividindo-se em ritmo acelerado *para* gerar as novas células do embrião (Amabis & Martho, 2005, v. 1, p. 177-178, ênfase adicionada).

ii. No estudo da homeostase:

---

<sup>6</sup> Neste momento, nada dizemos sobre a qualidade desses enunciados, i.e., não estamos considerando se, da forma como estão construídas, eles levam ou não a ganho explicativo. Contudo, tais enunciados não estão aqui por acaso, são exemplificativos desta categoria de explicação científica em cada domínio da biologia: os dois primeiros dizem respeito ao domínio da biologia funcional e o terceiro toma parte da biologia evolutiva.

As células precisam executar um trabalho de enorme complexidade. *Para* continuarem vivas, é preciso que as *funções* do corpo se mantenham em equilíbrio (homeostase). Se as condições de seu meio interno, como temperatura ou quantidade de oxigênio, mudassem muito, a sobrevivência seria impossível (Frota-Pessoa, 2005, v. 1, p. 229, ênfase adicionada).

iii. No estudo da evolução dos animais:

Depois [do surgimento dos placodermos], apareceram as classes dos condrictes [...] e dos osteíctes. Estes se originaram de peixes dotados de bolsas, que *funcionavam como* pulmões primitivos e complementavam a respiração branquial, o que permitia aos peixes de água doce resistir às longas estações secas do período Devoniano respirando fora da água. O grupo que permaneceu com esse pulmão originou os atuais peixes pulmonados ou dipnóicos, como a pirambóia, e os crossopterígeos, com um representante atual, o celacanto (Linhares & Gewandszajder, 2005, p. 439, ênfase adicionada).

As explicações assim formuladas no contexto de diferentes campos da biologia, e tendo em vista os achados de Talanquer na química (2007), levam-nos a considerar a proposta de Francisco Ayala (1970, 1998) de que quando se fala em explicação teleológica é preciso ter na devida conta a diferença entre o que ele denomina “teleologia natural determinada” e “teleologia natural indeterminada”. Esta distinção de Ayala é semelhante à nossa, mas não é a mesma. Enquanto Ayala restringe sua análise da teleologia na biologia, com aquela nossa distinção, estamos tentando encontrar um modo seguro para falar em teleologia não apenas nas ciências naturais, para as quais é adequado fazer referência ao tipo particular teleologia não-deliberativa, mas também nas ciências humanas, que lidam com a teleologia deliberativa.<sup>7</sup> Como é possível notar, a diferença está em que nossa proposta está num nível mais alto de generalidade, e isto tem uma razão de ser: estamos considerando a tese, colocada lá no início da introdução, de que o modo teleológico de explicação, embora varie ao longo do curso do desenvolvimento do indivíduo (Kelemen, 1999a; Kelemen, 1999b) e entre culturas (Casler & Kelemen, 2003), é o modo inato (Atran, 1995) do pensamento humano.

---

<sup>7</sup> O termo ‘deliberativo’ que qualifica esta distinção significa para nós reflexão e consideração cuidadosa. Esse é o mesmo entendimento da filósofa Crystal Thorpe (2008) no capítulo *The Limits of Teleology*. Nesse trabalho, Thorpe intenta descolar a teleologia de um tipo particular de ação deliberativa intencional que ela chama de “ação baseada em valores” (*value driven-action*). Na visão dela, esse é um tipo de comportamento que alcança um fim, mas não é teleológico, pois “dizer que a ação de uma pessoa é baseada em valores é dizer que uma pessoa executa aquela ação porque ela supõe ser correta, honesta, requerida pela obrigação ou suportada por razões (Thorpe, 2008, p. 158). Essa filósofa nos conta que há dois padrões de raciocínio prático: o instrumental e o não-instrumental; apenas o primeiro é teleológico. Em síntese, a tese dela é a seguinte: objetivos, finalidades e desejos são parte do raciocínio instrumental; quando uma pessoa, baseada nesse raciocínio, faz algo que produz uma mudança no mundo, seu comportamento é teleológico, porque ela agiu por um objetivo, um desejo. Mas se alguém usa o raciocínio não-instrumental, que se apóia não em objetivo ou desejo, mas em valores morais de honestidade, bondade, o comportamento é não-teleológico, porque sua ação foi dirigida por um valor moral. Com essa proposta, ela diz que busca enfraquecer a teoria humeana da motivação. Não estamos interessados nessa crítica em específico ao trabalho de Hume, mas sim em registrar aqui que conhecemos a proposta dessa filósofa e, nesse sentido, vemos que ela não coloca problemas para a nossa distinção, porque sabemos da variedade de formas de explicação nas ciências humanas e que nem todas elas são teleológicas, as que são, porém, podem ser entendidas da perspectiva do tipo particular que chamamos teleologia deliberativa.

O movimento que fazemos, então, é incluir a proposta de Ayala como parte da nossa nas ciências biológicas em específico. Assim, juntando as duas propostas, vemos ser possível avaliar adequadamente uma legítima explicação teleológica nos diferentes domínios da biologia. No entendimento de Ayala (1998), os sistemas que podemos dizer como pertencentes à classe da teleologia natural são aqueles cujo comportamento não envolve qualquer componente intencional predeterminado por um agente externo, sendo sua ocorrência instanciada, pois, como o resultado de um processo natural. Desta perspectiva, cumpre considerar que esse tipo de teleologia admite ainda a qualidade de ser ou determinada ou indeterminada. Em suas próprias palavras, um sistema é identificado como ‘teleológico determinado’ “quando se alcança um estado final específico a despeito das flutuações ambientais” (Ayala, 1998, p. 499). De outro modo, “quando o estado final a que se tende não está predeterminado especificamente, mas é o resultado da seleção de uma das diversas opções existentes” (Ayala, 1998, p. 499), estamos aptos a classificar um sistema ou processo que tenha tal natureza como ‘teleológico indeterminado’. Nestes termos, e assumindo que os biólogos recorrem a diferentes tipos de causas, as quais, tipicamente, são reconhecidas em dois domínios das ciências biológicas, uma que é dita ‘funcional’ e outra denominada ‘evolutiva’, como apreciamos adiante, Ayala defende que enquanto o estudo da teleologia determinada é objeto da biologia funcional, a indeterminada fica com a biologia evolutiva.

Ao conceder o devido espaço para esta proposta de Ayala, o entendimento que decorre dela é o de que boa parte das explicações científicas que são colocadas na categoria ‘teleológica’, particularmente na biologia e na química, não podem ser legitimamente consideradas como teleológicas. Numa abordagem formal do modo como as reações químicas têm lugar em sistemas químicos, Talanquer (2007, p. 861) encontrou as seguintes explicações num livro didático de química: (i) “Todas as reações ocorrem espontaneamente na direção que aumenta a entropia dos sistemas e dos espaços à volta”; (ii) “[...] em temperatura e pressão constantes, a direção da mudança espontânea é a direção do decréscimo de energia livre”. Para Talanquer, essas duas explicações são tipicamente teleológicas, porque fazem referência a “tendências intrínsecas ou propósitos” (2007, p. 862). Contudo, segundo pensamos, tais construções não passam de uma descrição da direção de um processo, devido às propriedades elementares associadas ao decaimento de energia segundo as leis da física. Atribuir um objetivo a casos desse tipo só é possível num sentido metafórico, mas, como metáforas são um expediente linguístico que pode assumir diversas formas, poderíamos considerá-las, de modo um tanto forçado, ‘explicações antropomórficas’, mas nem isso julgamos adequado. Se

considerarmos, num outro exemplo, a seguinte explicação sobre reatividade e formação de ligações no caso do composto iônico LiF (fluoreto de lítio): “[...] O Li perde seu único elétron externo e fica com um nível  $n = 1$  preenchido, enquanto F *ganha um único elétron para preencher* seu nível  $n = 2$ ” (Talanquer, 2007, p. 865, ênfase do autor), podemos ver que o que temos aqui, assim como em outros exemplos que encontramos em Talanquer (2007), é antes um equívoco do autor ao compreendê-las como teleológicas. Isso decorre, suspeitamos, da ocorrência da partícula ‘para’ na sentença. Contudo, classificar como teleológica toda formulação que contém tal partícula é um procedimento incorreto, porque ela é comum a vários predicados e, na explicação teleológica, ela é apenas um indicativo desse modo de explicação. O que caracteriza a explicação teleológica não é a presença desta ou aquela palavra, digamos, ‘objetivo’ e ‘funcionamento’, porque é fácil atribuir a elas conotações metafóricas ou mesmo significados imprecisos. O que indica uma explicação teleológica é a coesão precisa de significados que estrutura uma mensagem completa e bem formulada com o significado de ‘dirigido a fins’. De outro modo, recomendamos fortemente cautela ao chamar de teleológicas estas explicações encontradas na química.

Os nossos exemplos, sim, podem ser tratados de modo apropriado como teleológicos, segundo a distinção apresentada por Ayala. Considerem a primeira explicação sobre o comportamento das células nas fases do ciclo celular. Está claramente colocado, em outras palavras, que é objetivo ou propósito de uma célula no estágio inicial do desenvolvimento animal dividir-se rapidamente para formar o embrião. Desta forma, os autores atribuem à célula o objetivo de antecipar o fim do processo, supostamente por algum motivo. O motivo dessa antecipação não é informado, permanecendo, inclusive, obscuro em tal formulação, mas, seja como for, a explicação veicula a mensagem de um propósito determinado, a saber: originar o corpo do embrião. Entendemos, pois, tratar-se de um caso de teleologia determinada, no sentido proposto por Ayala. Contudo, devemos dizer, esse modo de explicação é, nesse caso, desnecessário e mesmo inadequado. Ao imputar objetivo ou propósito às células, essa explicação teleológica perde legitimidade científica, porque a formação do corpo embrionário não é um propósito delas, mas uma consequência dos eventos de divisão celular. Se fôssemos reescrever a explicação, diríamos simplesmente que ‘as células se dividem e formam o embrião’, evitando assim um certo vício de tratar todos os eventos e processos como se propositais fossem, quando não o são (ao menos, à luz do conhecimento hoje cientificamente aceito).

No segundo exemplo que destacamos acima, podemos concluir, sem dúvida, que estamos diante de uma explicação teleológica que coloca como objetivo das células realizar uma série de funções biológicas no organismo, mesmo com as frequentes mudanças nas condições de contorno deste. Interpretando dessa maneira, temos mais um caso de teleologia determinada, mas que também merece uma nota crítica. O autor, ao que parece, incorre em uma confusão ao entender que, para as células se manterem ativas é preciso considerar as funções do corpo, e não as suas próprias. Entretanto, talvez essa falha possa ser corrigida se reformularmos a explicação incluindo como parte dela que ‘a homeostase é uma propriedade do organismo realizada num sistema orgânico funcionalmente organizado’.

A narrativa histórica da evolução de um item funcional (o pulmão) nos osteíctes a partir de um peixe ancestral que, vivendo no Devoniano, possuía uma estrutura membranosa saculiforme cuja possível função era aumentar o suplemento de oxigênio no coração para aumentar a atividade dos músculos em ambientes hipóxicos e não-hipóxicos, é um bom exemplo de explicação teleológica indeterminada (também no sentido de Ayala). Os autores explicam que, num grupo de animais, a estrutura saculiforme deu origem a pulmões vascularizados que têm função no sistema respiratório e, em outro grupo, originou a bexiga natatória, que contribui para a flutuação do animal na coluna d’água. Em nenhuma parte da explicação, os autores predeterminaram, pelo conhecimento das hipóteses evolutivas atualmente aceitas, que os pulmões surgiram para as funções respiratórias, o que os comprometeria com uma teleologia inadequada, por atribuir meta aos processos evolutivos, ou, nos termos de Ayala, por construir uma explicação em termos de teleologia determinada no contexto da biologia evolutiva, na qual as explicações teleológicas que cabem — quando for o caso — devem ser construídas em termos indeterminados. Ao evitar essa armadilha (nas quais caem muitas vezes os textos de livros didáticos, como veremos mais adiante), os autores procederam considerando as causas remotas das diferentes condições de seleção no ambiente em que a linhagem ancestral de peixes com bolsas primitivas viveram. Em contraste com os dois exemplos discutidos acima, temos aqui uma explicação teleológica, de tipo funcional, bem formulada.

Em síntese, a conclusão a que chegamos ao cotejar os exemplos de livros de biologia considerados acima com as explicações na química avaliadas por Talanquer (2007) é de que os casos considerados por este último autor são de outra natureza, não teleológica. O fato de que é possível identificarmos uma direcionalidade no comportamento de um sistema não nos autoriza a explicá-lo em termos teleológicos, porque ‘direção’ não é um atributo que

caracteriza, de maneira exclusiva, o modo teleológico de explicar. E, mais ainda, dizer que dirigir-se num certo sentido é uma meta do processo é um procedimento gratuito, desde uma visão teleológica acerca de sistemas que não comportam conteúdo intencional. Com isso, queremos concluir que formulações em termos teleológicos para estudar os sistemas de que trata a química podem ser pedagogicamente valiosas num sentido metafórico, sem que se tente estabelecer qualquer conexão causal teleológica. Na biologia, conexões desse tipo são legítimas porque as relações de condições necessárias e suficientes para a ocorrência de um dado evento são instanciadas nas funções de componentes dos sistemas biológicos.

Portanto, após considerarmos outras possibilidades de interpretação, tendo colocado-as de lado pelos argumentos desenvolvidos acima, julgamos ser possível sustentar nossa afirmação inicial de que a elaboração de explicações numa linguagem teleológica é própria das ciências biológicas e das ciências sociais, enquanto na física e na química, a explicação tem natureza nomológica. Decerto, não queremos dizer com isso que explicações nomológicas estejam ausentes na biologia e nas ciências sociais. Nossa tese é, antes, de que explicações teleológicas estão ausentes na física e na química, não obstante as formulações metafóricas que foram discutidas.

#### **4. O CONCEITO DE FUNÇÃO NA FILOSOFIA DA BIOLOGIA**

A despeito do largo uso do conceito de função na biologia, este é um dos conceitos mais controversos e mais difíceis de definir entre aqueles empregados por esta ciência, como discutem Bock e Wahlert (1998, p. 124). Desde o tempo de Aristóteles, quando filósofos falavam em ‘função’ como base da ética e metafísica e empregavam essa noção para descrever objetos, organismos e suas interações (Perlman, 2004, p. 3), o uso de tal conceito tem se mostrado problemático. Recentemente, entre as décadas de 1950 e 1960, no período de hegemonia do empirismo lógico, sobretudo quanto ao tema das explicações científicas (cf. Salmon, 1990), uma série de trabalhos (como os de Hempel, 1959 e Sorabji, 1964) forneceu uma análise do conceito de função conforme usados em enunciados teleológicos. Em síntese, a abordagem dos positivistas lógicos consistiu em avaliar se as atribuições funcionais na biologia poderiam ser compatíveis com um modo de explicação baseado em leis gerais, o qual foi formalizado no século XX no modelo dedutivo-nomológico (D-N) de explicação (cf. Hempel & Oppenheim, 1948). Nesse modelo, aceito como a base para uma visão canônica (*received view*) no período considerado (Salmon, 1990, p. 8), as explicações devem ser

formuladas em termos dedutivo-nomológicos, como argumentos dedutivos que têm como premissas ao menos uma lei geral e sentenças sobre fatos particulares (condições iniciais), que, em conjunto, constituem o *explanans* (i.e., os enunciados que realizam a explicação). O *explanandum*, i.e., o fato a ser explicado, segue do *explanans* como conclusão do argumento. Dito de outro modo, a sentença sobre o fato a ser explicado decorre, como consequência lógica, das sentenças que o explicam (cf. Hempel & Oppenheim, 1948).

Hempel e Oppenheim (1948) propõem as seguintes condições que devem ser atendidas para que uma explicação se caracterize como dedutivo-nomológica:

1. O *explanandum* deve ser uma consequência lógica do *explanans*, ou seja, o *explanandum* deve ser logicamente dedutível da informação contida no *explanans*. Dito de outra maneira, a explicação deve ser um argumento dedutivo válido;
2. O *explanans* deve conter ao menos uma lei geral e ela deve ser de fato requerida para a derivação do *explanandum*; em outras palavras, se a lei ou as leis forem eliminadas, sem a adição de qualquer nova premissa, o argumento não será mais válido;
3. O *explanans* deve ter conteúdo empírico, i.e., deve ser passível, ao menos em princípio, de teste por experimentação ou observação.
4. As sentenças constituindo o *explanans* devem ser verdadeiras.

As três primeiras condições são condições lógicas e a quarta é uma condição empírica de adequação. De modo sumário, o *explanans* deve ser logicamente suficiente para o *explanandum*. Isso não é o que observamos, contudo, numa explicação teleológica tipicamente funcional, em que o *explanandum* é, dadas as condições, suficiente, mas não necessário, para o *explanans*. Essa forma de explicação inverte a estrutura do argumento D-N e, por isso mesmo, os empiristas lógicos não a consideravam legítima, em termos gerais. Esse ponto crítico acerca das explicações funcionais inverterem a lógica de uma explicação D-N pode ser entendido com um exemplo simples. Sabemos que as orelhas grandes e finas dos elefantes têm a função de resfriá-lo, contribuindo para seu equilíbrio térmico. No entanto, essa mesma capacidade de regulação da temperatura corpórea é realizada, em outros animais, por estruturas ou comportamentos diferentes. No caso dos seres humanos, pelo processo de transpiração, e, no caso dos cães, pelo comportamento de arfar. Assim, o *explanans* não é



logicamente suficiente para o *explanandum* (porque há equivalentes funcionais<sup>8</sup>). Em adição ao exemplo da respiração, podemos concluir que o *explanandum* não é necessário para o *explanans* considerado. Nos animais que têm pulmões, os pulmões são necessários para a respiração, porque sem eles tal processo não pode ocorrer de maneira adequada. Entretanto, os pulmões, isoladamente, não são suficientes para a respiração, já que outras estruturas também são necessárias, como o nariz, a traquéia etc.

O modelo D-N de explicação científica perdeu espaço na comunidade filosófica após ter recebido muitas críticas, principalmente através de exemplos contrários a ele (Salmon, 1992). Concomitantemente, uma virada no debate sobre funções, no sentido de considerar as atribuições funcionais como um tipo de explicação legítima na biologia e em outros campos do conhecimento, teve lugar a partir do trabalho *Functions*, de Larry Wright (1973). No entendimento desse filósofo, enunciar a ‘função’ ou o ‘objetivo’ de uma estrutura ou de um comportamento, num contexto específico, é oferecer uma explicação para a estrutura ou o comportamento. Ou, como ele próprio argumenta, os trabalhos sobre ‘função’ anteriores ao dele “ignoraram ou, em alguma medida, falharam em fazer uma observação importante: que atribuições funcionais são — fundamentalmente, [...] — explanatórias” (Wright, 1973, p. 154). Outro trabalho que contribuiu para colocar o conceito de função no centro do debate filosófico sobre teleologia foi o artigo *Functional Analysis*, de Robert Cummins (1975). No entanto, consideramos que esse dualismo de explicações não deve ser entendido em termos de autores, Wright e Cummins, mas sim de abordagens. Assim, consideramos, para os objetivos deste texto, uma abordagem histórica ou etiológica — originalmente proposta por Wright, e, depois, modificada por diferentes autores em teorias relacionadas, como a teoria da “função própria” de Millikan (1984, 1989a,b), Neander (1991, [1991]1998, 1995) e Griffiths (1992, 1993), e a teoria da história moderna de Godfrey-Smith (1993, 1994) — e de uma abordagem organizacional, que reúne trabalhos como os de Robert Cummins e John Collier, por exemplo (Wouters, 2005; El-Hani & Nunes-Neto, 2009).

---

<sup>8</sup> A respeito desse ponto do debate, estamos preparando artigo a partir do texto que apresentamos em maio deste ano no VII Encontro de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul, selecionado para sair em 2011 como capítulo de livro da Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul (AFHIC).

## 5. DOIS PROJETOS EXPLANATÓRIOS NA BIOLOGIA

O argumento desenvolvido independentemente por Mayr (1961, 1982, 1988, 2005) e Jacob ([1970]1983) de que a biologia não é uma ciência uniforme, mas se divide em dois grandes campos, a biologia funcional e a biologia evolutiva, pode ser considerado um importante avanço em filosofia da biologia (Hull, 1975; Caponi, 2001; El-Hani & Nunes-Neto, 2009). Essa distinção, que foi posteriormente mais desenvolvida por Caponi (2001, 2002, 2007), é muito relevante porque torna possível compreender como a explicação científica é construída e quais tipos de causas são mobilizados nesses dois campos de investigação. Enquanto a biologia funcional se ocupa das causas próximas dos fenômenos biológicos — causas que operam na ontogenia (i.e., ao nível do organismo individual) e ecologia dos organismos —, as investigações em biologia evolutiva recorrem às causas remotas — aquelas que têm lugar na filogenia dos organismos.

Importa notar que as perguntas colocadas pela biologia funcional frequentemente se iniciam com o pronome interrogativo ‘Como’, embora não se restrinjam a essa forma, na medida em que questões do tipo ‘Por que’ também são colocadas nesse campo da biologia. Por exemplo, nos livros didáticos que analisamos, podemos mencionar as seguintes formas típicas (i) Como ocorre a respiração celular? (ii) Como a clorofila atua na fotossíntese? (iii) Como o parasitismo contribui para o fluxo de energia nos ecossistemas?, além de formas usando o pronome interrogativo ‘Por que’, como (iv) “Por que as células não podem, em geral, ser muito grandes? (iv) “Por que as enzimas lisossomais não digerem a própria membrana plasmática dessa organela?”. Assim, o tipo de explicação produzido por esse campo da biologia possibilita o entendimento da constituição individual do organismo e de sua interação com outros organismos e fatores do ambiente físico-químico.

De outro modo, a biologia evolutiva responde, principalmente, a questões do tipo ‘Por que’: (i) Por que a primeira fase da respiração celular é igual ao início da fermentação? (ii) Por que as cadeias de citocromos aparecem tanto na respiração quanto na fotossíntese? Contudo, ela também coloca questões que se iniciam com o pronome interrogativo ‘Como’, a exemplo daquelas com a forma “Como X evoluiu?”. O tipo de explicação produzido a partir destas questões lança luz sobre a história evolutiva de determinado traço dos organismos.

É evidente, então, que não se pode distinguir entre questões do campo da biologia funcional e da biologia evolutiva com base apenas na sua forma, mas as formas típicas mencionadas acima têm significativo poder heurístico. De qualquer modo, é a estrutura mais

geral da explicação construída nesses campos da biologia que permite identificar se estamos falando de uma compreensão baseada em causas próximas, característica da biologia funcional, ou em causas remotas, própria da biologia evolutiva.

A distinção entre biologia funcional e biologia evolutiva pode orientar tanto a estruturação do pensamento biológico quanto o ensino das ciências biológicas e, na medida em que a aceitamos, não deve nos surpreender que esses campos comportem modos diferentes de explicação. De fato, à esta distinção, associa-se outra, que se faz entre explicações funcionais comuns em cada campo. Ou, como Caponi (2001, 2002) coloca, na biologia há duas teleologias. Enquanto a abordagem etiológica, exemplificada pela teoria sobre função do filósofo Larry Wright, captura — de uma perspectiva selecionista — o significado de muitas explicações funcionais em biologia evolutiva, a abordagem organizacional, como vemos na análise funcional do filósofo Robert Cummins, oferece um contexto epistemológico consistente para as explicações que recorrem à ‘função’ na biologia funcional.<sup>9</sup> Portanto, consideraremos agora uma visão ampla do debate sobre as duas abordagens acerca do conceito de função encontradas na filosofia da ciência: (i) etiológica e (ii) organizacional.

## 5.1 ABORDAGEM ETIOLÓGICA

A abordagem etiológica, apresentada pelo filósofo Larry Wright no artigo *Functions*, em 1973, representou um importante avanço na discussão do conceito de função na filosofia da biologia. Esse avanço decorreu, sobretudo, de sua defesa da tese de que as atribuições de função são — num sentido forte — explanatórias. Esta defesa tomou como base um argumento que ele elaborara anteriormente em seu artigo *Explanation and Teleology* (1972), qual seja, o de que as atribuições de função explicam da mesma maneira que as atribuições de objetivo. Assim, como Wright (1973, p. 154) exemplifica, dizer que o coração bate para circular o sangue é o mesmo que oferecer uma explicação de por que o coração bate. Esse é o caminho que Wright constrói para o necessário reconhecimento de que questões que podemos considerar importantes, como “(1) Qual a função de *X*? (2) Por que *Cs* têm *Xs*? (3) Por que *Xs* fazem *Y*” (Wright, 1973, p. 155), embora diferentes, são equivalentes num contexto funcional. Por requererem a função de *X*, é legítimo que uma mesma resposta seja oferecida para essas

---

<sup>9</sup> Para detalhes sobre as explicações teleológicas e funcionais na biologia, remetemos o leitor a uma antologia (Allen, Bekoff, & Lauder, 1998) e a outros importantes trabalhos filosóficos: Godfrey-Smith (1993), McLaughlin (2001), Ariew, Cummins, & Perlman (2002), Caponi (2003), Perlman (2004), Wouters (2005), Nunes-Neto e El-Hani (2009).

três perguntas e, mais que isso, seguindo a interpretação desse filósofo, solicitar a função de *X* é solicitar uma explicação para a existência de *X*.

Na construção dessa abordagem, que representa uma contribuição substancial para a legitimação da linguagem teleológica nas ciências biológicas, Wright enfatizou que é fundamental que ‘função’ seja explicativa num sentido forte e, para isso, é necessário ter clareza sobre o que deve ser entendido como função de um item e o que deve ser interpretado como mero efeito acidental. Afinal, na abordagem etiológica, apenas ‘função’ tem poder explanatório. De fato, como Wright (1973) avalia, as análises de Hempel (1959), Beckner (1959), Canfield (1964) e Sorabji (1964) sobre o conceito de função não enunciam com clareza a distinção função-acidente, razão pela qual não puderam compreender o legítimo valor explanatório da atribuição de função. Resulta difícil entender esse valor se aceitarmos o procedimento, comum nos trabalhos daqueles filósofos, de simplesmente contrastar as explicações teleológicas com as explicações causais ordinárias. Nos termos de Wright (1973, p. 156, ênfase do autor), as “explicações funcionais, embora claramente não causais em um sentido usual, restrito, dizem respeito a como o item funcional *chegou ali*. Por conseguinte, elas *são* etiológicas, quer dizer, ‘causais’ em um sentido estendido”.

A distinção função-acidente é, sem dúvida, uma contribuição genuína de Wright, crucial para compreendermos o significado de atribuir função a itens e processos biológicos. As atribuições funcionais que não a consideram são interpretações fracas do significado do termo função. Um equívoco frequente, mesmo entre os filósofos, está no tipo de pergunta que se propõe como uma solicitação de uma atribuição funcional. Isso fica claro nos exemplos de questões trazidos à baila por Wright com vistas a ressaltar a possibilidade de problemas decorrentes de enunciados que não consideram a distinção entre função e acidente. Por exemplo, a questão “Para que o fígado é bom?” não pode ser traduzida em “Por que certos animais têm fígado?” (Wright, 1973, p. 155). Nesse exemplo, a questão que estreita o raciocínio para uma explicação especificamente funcional é “Por que certos animais têm fígado?”. Essa pergunta requer uma explicação de um dado estado de coisas, num contexto particular. Tal explicação deve contar, na concepção de Wright, como uma atribuição de função ao fígado, a qual nos permite entender por que fígados existem em certos animais (precisamente, porque eles existem nos animais que os possuem). A questão “Para que o fígado é bom?”, por sua vez, permite muitas respostas diferentes, algumas das quais não precisam fazer uma distinção função-acidente para serem aceitáveis. Em vista da vagueza da pergunta, uma resposta possível, como Wright (1973, p. 156) ironicamente sugere, é: “fígados

são bons para serem comidos com cebolas”. Entretanto, esta não é nem pode ser uma função do fígado no sentido pretendido, mas um acidente, de uma perspectiva etiológica. Em outras palavras, “para serem comidos com cebolas” não é uma razão que explica por que certos animais possuem fígado. Num sentido evolutivo, o fato de que fígados são bons para serem comidos com cebolas não ilumina a etiologia dos fígados, posto que a noção de utilidade presente em expressões como ‘serve para’, ‘útil para’, ‘bom para’ — típicas das explicações antropomórficas — comumente não dá conta dos usos de ‘função’ na explicação de sistemas biológicos não-intencionais. Estes usos são estranhos ou anêmicos em enunciados etiológicos legítimos e usualmente comparecem com perguntas formuladas com pouca precisão conceitual, como é comum do discurso cotidiano. Em síntese, a utilidade de um item biológico é frequentemente um acidente evolutivo e, enquanto tal, não tem poder explanatório no domínio da biologia. Assim, podemos dizer que a obtenção de uma resposta etiológica legítima está na dependência da especificidade da pergunta, no sentido de que a formulação de uma boa pergunta funcional evita que significados periféricos do conceito de função sejam facilmente mobilizados.

A defesa de Wright acerca de uma explicação funcional legítima é razoável quando a afirmação “a função de *X* é *Z*” configura “como parte da análise algo sobre como *X* chegou ali (onde quer que seja): isto é, que ele está ali porque ele faz *Z* — com um porquê etiológico” (Wright, 1973, p. 156). Se assim for, são igualmente válidas as sentenças: “*X* existe *porque* ele faz *Z*”, “fazer *Z* é a *razão* de *X* existir”, “que *X* faz *Z* é o *porquê* de ele existir” (Wright, 1973, p. 157, ênfase do autor). Desse ponto de vista, as explicações funcionais — contrariamente às explicações antropomórficas por utilidade — podem ser ditas etiológicas, ou seja, dizem respeito ao cenário causal que originou o fenômeno sob consideração. Nesses termos, portanto, é aceitável que as explicações funcionais sejam causais num sentido estendido, porque iluminam a etiologia que produziu o traço ao longo do processo evolutivo.

Entretanto, ao considerar a possibilidade da existência de mais de uma etiologia e, além disso, que nem todas explicam funcionalmente, Wright reconhece a necessidade de indicar, entre possíveis etiologias, uma etiologia particular que deve caracterizar as explicações teleológicas em termos do conceito de função. Wright (1973, p. 160) consegue essa distinção entre etiologias recorrendo à noção de consequência causal, derivando daí que, se *X* faz *Z*, então *Z* é uma consequência ou um resultado de *X*. Considerando a função da clorofila nas plantas, por exemplo, é possível dizer que a clorofila existe nas plantas porque cumpre funções no processo de fotossíntese, e a fotossíntese é uma consequência da

existência da clorofila. Em outras palavras, se quisermos saber da ocorrência desse fenômeno nas plantas, é preciso considerar, como etiologia, a contribuição da clorofila, não uma substância qualquer que não ocorre no reino das plantas. Assim, Wright nos faz refletir que é a própria natureza da etiologia que determina que haja etiologias especificamente funcionais. Dito de outro modo, *Z*, sendo função de *X*, é também uma consequência de *X*, já que toda função é uma consequência, embora haja consequências que não sejam funções (podem ser acidentes). Pela associação entre a sentença apresentada anteriormente (i) “*X* existe *porque* faz *Z*” e esta outra (ii) “*Z* é uma consequência (ou resultado) de *X* existir”, Wright (1973, p. 161, ênfase do autor) propõe sua definição do conceito de função na abordagem etiológica.

Para ele, o primeiro enunciado apresenta a forma etiológica das explicações funcionais e o segundo enunciado tipifica a etiologia funcional, i.e., a coloca em separado de outras etiologias. Essa definição conforma os conceitos de ‘função’ e ‘objetivo’, podendo ser estendida também, na visão de Wright, para as explicações biológicas e de artefatos que envolvem intenção. De nossa parte, contudo, depositamos valor à análise de Wright no que concerne às explicações em termos de ‘função’ e ‘objetivo’, aceitando, como ele argumenta, que o termo ‘porque’ é especificamente etiológico e teleológico quando é parte de uma explicação para uma pergunta especificamente funcional. Assim, o ‘porque’ é funcional por uma imposição das perguntas, tais quais “Por que *X* existe?” ou “O que *X* faz?”, que frequentemente têm a forma “Que consequências ele tem que respondem por ele existir?”.

É bem verdade que as suspeitas sobre a linguagem teleológica não são de todo sem motivo, mas, como Wright (1973, p. 162) argumenta, e nós concordamos, a abordagem etiológica “fornece uma base racional (*rationale*) para o ‘para’ funcional”. Em nosso entendimento, os termos ‘para’ e ‘porque’, que carregam mais conteúdos do que eles podem suportar no discurso teleológico das ciências biológicas, ganham significados mais específicos no contexto da abordagem etiológica. Interessa-nos notar, ainda, que a importância da análise filosófica de Wright reside no fato de que contribui para elucidar o conceito evolutivo de seleção natural. Da perspectiva de Wright (1973, p. 163), é um equívoco atribuir à seleção natural, por exemplo, um propósito deliberado de aperfeiçoamento das espécies. Em vez disso, uma compreensão legítima é que, entre os traços funcionais, é selecionado apenas aquele cuja consequência é vantajosa e, por isso mesmo, conta como sua função (ou seja, é selecionado um traço para uma função particular). Em síntese, podemos dizer que a abordagem etiológica proposta por Wright traz uma contribuição valiosa para as investigações em biologia evolutiva, sobretudo pela distinção função-acidente.

Na abordagem etiológica, portanto, a função de um item é definida por referência às condições históricas de seu aparecimento no sistema em que tem lugar. É dentro dessa abordagem que encontramos diferentes teorias etiológicas, que, mantendo a tese primária de que a causa para a existência de um traço é o mecanismo de seleção natural, restringem ou ampliam o conceito de função nas explicações biológicas. Nesse sentido, elas se diferenciam, mas se harmonizam em torno da idéia comum da seleção do traço por seu efeito; daí porque as teorias etiológicas também têm sido denominadas ‘teorias do efeito selecionado’ (e.g., Amundson & Lauder, 1994). Estas teorias, como a das filólogas da biologia Ruth Millikan, no conhecido *Language, Thought, and Other Biological Categories* (1984),<sup>10</sup> e Karen Neander, no artigo *Functions as Selected Effects: The Conceptual Analyst’s Defense* ([1991]1998), reforçam a tese selecionista proposta por Wright e, por isso mesmo, também outros autores (e.g., Griffiths, 1993; Godfrey-Smith, 1993, 1994; Mitchell, 1995; Allen & Bekoff, 1995) defendem, aos seus próprios estilos, o projeto etiológico nas ciências biológicas.

O compromisso de Millikan e Neander é com a defesa de um predicado normativo para esse conceito, no sentido de que se um traço existe é porque, no passado, ele deve ter sido capaz de realizar uma função genuína ou, como Neander ([1991]1998, p. 319) define, realizar uma função própria:

É a/uma função própria de um item (*X*) de um organismo (*O*) fazer aquilo que os itens do tipo *X* fizeram para contribuir para o *fitness* inclusivo dos ancestrais de *O*, e que fez o genótipo, do qual *X* é a expressão fenotípica, ser selecionado por seleção natural.

É para essa função que um item foi selecionado (Millikan escreve *designed*, porque ela vê ‘*design*’ e ‘função’ como sinônimos), de modo que se existem outras funções elas só podem ser derivadas das funções próprias (*derived proper functions*) ou adaptadas das funções próprias (*adapted proper functions*). No entanto, na visão desta autoras, estas funções derivadas ou adaptadas não são novas funções, mas funções similares — de mesma origem — que estão operando em novos contextos (Millikan, 2002, p. 131). Então, na explicação para a existência das penas nas aves, por exemplo, deve ser entendido que a função própria dessas estruturas é a manutenção da temperatura corporal, porque foi esse efeito que contribuiu para o *fitness* dos ancestrais das aves. A função que cumprem, no atual corpo aerodinâmico das aves, para o vôo é uma função derivada da função própria de regulação térmica. Contudo, somente a explicação que enfatiza a manutenção da temperatura corporal é legitimamente etiológica, porque decorreu de um processo de história seletiva. A função que cumprem no

---

<sup>10</sup> Esta teoria teve desenvolvimentos posteriores em Millikan (1989a, 1989b).

vôo representa um acidente evolutivo, de modo que a maneira de explicar a função das penas deve ser no sentido de que elas *contribuem para* o vôo ou *funcionam como* estruturas boas para o vôo. No entendimento de Millikan e Neander, portanto, a contribuição das penas para o vôo não são legítimas explicações etiológicas, porque o que é “bom para” não captura a tese central de que foram selecionadas por uma razão específica (Neander, 1997, p. 569), i.e., um efeito positivo no *fitness* dos ancestrais das aves. Em síntese, para estas autoras, aquilo que *funciona como* não explica por que algo existe, diz respeito a efeitos meramente acidentais.

O reconhecimento que apontamos de que o predicado do conceito de função varia de um autor a outro, embora concorra para o mesmo objetivo de desenvolver uma abordagem etiológica, é examinado pelo filósofo da biologia David Buller no artigo *Etiological Theories of Functions: A Geographical Survey* (1998). Neste artigo, o que Buller faz é um sobrevôo atento sobre as principais construções teóricas produzidas no projeto das explicações etiológicas e conclui sobre a sua consistência e importância para a biologia.

Na visão de Buller, é verdade que os aderentes da abordagem etiológica sustentam este modo de explicação em estilos diferentes, mas, de acordo com ele, não estamos lidando com versões equivalentes. As variações são sintomáticas da existência de duas versões das formulações etiológicas, ou, como ele mesmo anuncia, de modo mais enfático, “existem, de fato, duas teorias etiológicas no mercado, as quais não têm sido distinguidas” (1998, p. 505). Há que se considerar, pois, uma teoria etiológica forte e uma versão fraca, sendo a primeira mais exigente que a segunda na atribuição de função a um item, como os traços que vemos nos organismos. Buller (1998, p. 507, ênfase do autor) assim entende a versão forte:

Um caso atual de um traço *T* em um organismo *O* tem a função de produzir um efeito do tipo *E* apenas no caso de que se casos passados de *T* tiverem contribuído para o *fitness* de ancestrais de *O* por produzir *E* e tiverem sido selecionadas positivamente (em relação a itens alternativos) *por causa* desta contribuição para o *fitness* de ancestrais de *O*.

Por sua vez, a versão fraca é definida por Buller (1998, p. 507) dessa maneira:

Uma caso atual de um traço *T* em um organismo *O* tem a função de produzir um efeito do tipo *E* apenas se casos passados de *T* contribuíram para o *fitness* de ancestrais de *O* por produzir *E* e, assim, tiverem contribuído causalmente para a reprodução de *Ts* na linhagem de *O*.

Nestes termos, está claro que o autor coloca na versão forte a condição que restringe a atribuição de função somente a itens que tenham efeito positivo no organismo, sendo coerente com o comentário de Godfrey-Smith (1994, p. 347) de que biólogos não atribuem função a itens subversivos ou não-funcionais, mas àqueles que são “construtivos”. Trata-se da condição



que Millikan (1993, p. 35-36) afirma explicitamente ser a cláusula explanatória (*parenthetical clause*) da abordagem etiológica: “Somente se um item ou traço foi selecionado para a reprodução, relativamente a outros traços, porque por vezes ter um determinado efeito faz esse efeito contar como uma função”. Dito de outro modo, um item existe num sistema se, entre uma diversidade de itens, ele foi selecionado para aquela função que contribui para a sobrevivência e reprodução de seu possuidor.

Buller (1998) destaca que é a teoria forte que predomina na abordagem etiológica sobre função. Para nós, é este mesmo o caso, porque central na abordagem etiológica, como dissemos antes, é a assunção de que a seleção natural é a causa da existência dos itens funcionais, e todo biólogo evolutivo sabe que só faz sentido falar em seleção natural quando há variação preexistente. Buller (1998, p. 512-513) argumenta que é esta cláusula que cria sérios problemas para os biólogos, por três razões: (i) porque é um fato, e não uma mera possibilidade lógica, que existem traços que contribuem para o *fitness* sem que tenham sido selecionados; (ii) estudos empíricos mostram que há muitos casos de seleção de traços morfológicos, mas pouquíssimos de seleção de traços fisiológicos e bioquímicos, e, se isso acontece, então eles não poderiam contribuir para o *fitness*; (iii) há traços complexos em que, entre os seus vários componentes, alguns não variam e contribuem para o efeito do traço, mas, porque não exibem variação, ocorre de ser proibido atribuir função a eles. Em vista disso, e considerando que os biólogos precisam dar conta da história do traço, Buller sugere que a abordagem etiológica seja mantida, mas sem a cláusula que define como necessária a existência de variações do traço, i.e., a versão fraca. Assim, em vez de dizer que a função de um traço *T* é definida em termos da seleção dele, entre — *necessárias* — variações existentes de *T*, por seu efeito *E* de aumentar o *fitness* de seu possuidor num ambiente específico, Buller quer que aceitemos que a função de *T* — entre *possíveis* variações — tenha contribuído para o *fitness* dos ancestrais dos possuidores do atual traço *T* por produzir um efeito *E*, que, por sua vez, contribuiu para a reprodução de *Ts*. Em outras palavras, a diferença está em que a versão fraca não exige a existência de variações de *T*, basta apenas que *um único tipo* tenha existido no passado, que ele seja hereditário e que tenha causalmente contribuído para a sua reprodução numa linhagem *O*. Sendo assim, como Buller (1998, p. 512) mesmo sintetiza o argumento, “enquanto a teoria forte olha para uma história de seleção de um traço, a teoria fraca olha apenas para uma história de uma contribuição hereditária para o *fitness*”.

A ênfase excessiva na cláusula que qualifica como funcional apenas os traços que tenham sido selecionados por seleção natural pelo efeito positivo no *fitness* de seus

possuidores compromete os biólogos com a perspectiva do adaptacionismo, que desde Gould e Lewontin (1979) tem se mostrado problemática. O ponto central da abordagem teórico-metodológica do adaptacionismo é essa ideia de atribuir à seleção natural os papéis causal, explicativo e preditivo da origem das características funcionais encontradas nos seres vivos (Godfrey-Smith, 1999, p. 186-187). Essa ênfase sobre o mecanismo de seleção natural coloca limites importantes a este 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 et al., 1993; Amundson & 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 (cf. Amundson & 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 (e.g., Brandon, 1990). Portanto, um biólogo orientado 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).

Outro problema sério é que essa abordagem desconsidera os casos em que traços com baixo ou menor valor adaptativo ocorrem numa população sem que tenham sido alvo da seleção natural. Esses traços aumentam de frequência inclusive não por sua função própria, mas porque é o efeito secundário de outro traço. Em casos assim, a abordagem etiológica forte

não atribui função ao traço e *ipso facto* ele não representa uma adaptação, na medida em que é geralmente aceito que uma característica é uma adaptação se foi selecionada por ser vantajosa ao *fitness* dos membros de uma população (Sober, 2000, p. 85). Aliás, como podemos perceber, parece que os conceitos de ‘função’ e ‘adaptação’ se confundem na abordagem etiológica. Por fim, outro problema sério da abordagem etiológica é que ela perde de vista que não apenas a seleção natural, mas também fatores do desenvolvimento têm papel causal na origem e evolução dos traços orgânicos. Em vista desses motivos, Caponi (2002, 2010), por exemplo, se mostra crítico dessa abordagem, sustentando a tese de que a biologia deve considerar somente a abordagem organizacional.

## 5.2 ABORDAGEM ORGANIZACIONAL

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. Essa abordagem, como podemos perceber, difere da abordagem etiológica, que busca explicar a existência de um traço ou sistema funcional por referência à sua evolução por seleção natural. De acordo com Godfrey-Smith (1993, 1994), os trabalhos de Wright e Cummins introduziram na filosofia da ciência duas teorias centrais que têm domínios de aplicação distintos, daí porque a tese de que há na filosofia da biologia contemporânea um “consenso sem unidade” no debate sobre funções (Godfrey-Smith, 1993).

A teoria de Cummins tem recebido diferentes denominações na literatura — “abordagem do papel causal” (Neander, [1991]1998, p. 327), “abordagem organizacional” (Collier, 2000), “abordagem sistêmica” (Wouters, 2005, p. 125), “análise do papel intrassistêmico” (Johansson, 2006, p. 35) —, além de sua designação original, ‘análise funcional’. Aqui, sem prejuízo a qualquer dessas denominações, seguimos Collier (2000, 2004) e empregamos a expressão “abordagem organizacional” para nos referirmos à proposta de explicar as capacidades de um sistema complexo por referência às disposições de seus componentes. De nossa parte, ainda, defendemos, de modo contrário a Davies (2001), Šustar (2007) e ao próprio Cummins (1975, 1983, 2002), que essa abordagem não deve ser colocada contra a etiológica, porque há argumentos para pensarmos que ambas concorrem para definir usos apropriados do conceito de função em dois domínios não-concorrentes da biologia.

De uma perspectiva organizacional, Cummins (1975, 1983, 2002) propõe, em primeiro lugar, que as explicações funcionais na biologia podem ser formuladas independentemente de considerações evolutivas:

[...] 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).

Esse argumento é retomado por Cummins (2002, p. 167) ao afirmar que “a análise funcional é anterior a, e independente de, avaliações de adaptatividade”, i.e., “se algo tem ou não uma função, e qual certa função acontece de ser, é inteiramente independente de se ela foi selecionada e aumentou de frequência” (Cummins, 2002, p. 166). Em segundo lugar, Cummins argumenta que a abordagem etiológica se revela limitada por sua insistência em considerar ‘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’ —, 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. Cummins caracteriza sua abordagem como uma perspectiva não-teleológica sobre as funções. Consoante a isto, encontramos sua proposta de que a teleologia deve ser eliminada da biologia ou de sua filosofia. Porém, discordamos fortemente de que a teleologia deve ser eliminada da biologia e, até mesmo, que a perspectiva de Cummins sobre as funções seja não-teleológica.

A crítica que esse filósofo faz à abordagem etiológica decorre do fato de que, para ele, a linguagem funcional e a linguagem teleológica são de naturezas distintas e, além disso, esta última é estranha à ciência. Em particular, ele repudia a abordagem etiológica porque ela conduziria forçosamente o cientista a introduzir, como parte essencial da explicação, um agente consciente responsável pelo resultado (consequência) de um evento biológico. A única solução para esse problema, segundo Cummins, é distinguir o modo teleológico de explicação do modo funcional, ainda que esta seja — como ele próprio reconhece — uma tarefa difícil, posto que, em muitos casos, a explicação funcional se apresenta numa forma teleológica.

Na visão de Cummins, o uso legítimo de função nas ciências é para explicar as capacidades de sistemas complexos. Por exemplo, para ele, 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  $s$  (Cummins, 1975). Deste modo, Cummins captura um aspecto importante dos enunciados atribuidores de função: eles implicam enunciados disposicionais, ou seja, atribuir uma função a algo é, ao menos em parte, atribuir uma disposição a este algo. Exemplos de disposições são: dissolver, dilatar, bombear, ampliar etc., as quais, para serem realizadas, dependem de condições antecedentes que as precipitem.

Associadas às disposições, há regularidades disposicionais. Estas são regularidades observadas no comportamento de um tipo de objeto (ou organismo) em virtude de alguns fatos especiais a seu respeito. Por exemplo, nem tudo é solúvel em água; as coisas que são, porém, se comportam de uma determinada maneira em razão de uma característica especial, típica das coisas solúveis em água. Para Cummins, o que deve ser explicado é exatamente essa regularidade disposicional. Explicar uma regularidade disposicional é explicar como manifestações da disposição são causadas, dadas as condições necessárias precipitantes. Cummins (1975, p. 758) descreve duas estratégias para realizar esta explicação: (i) a estratégia da subsunção<sup>11</sup> e (ii) a estratégia analítica.

A estratégia da subsunção consiste em submeter um caso particular, no qual um objeto manifesta certa disposição, a uma regularidade sobre essa 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 (e.g., 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 cobre o caso particular em questão e, em associação com as condições iniciais particulares, explica a manifestação da disposição no objeto.<sup>12</sup>

Essa estratégia se aplica relativamente bem a campos da ciência como a física e a química. Entretanto, sua aplicação à biologia não é algo trivial. Tal estratégia dificilmente pode ser aplicada a todos os campos dessa ciência com a mesma força. Na biologia, há mais espaço para aplicar essa estratégia nas áreas mais próximas à física e à química (e que são parte da biologia funcional), tais como a biofísica, a bioquímica, a biologia molecular, com a ressalva de que as explicações nessas áreas demandam, frequentemente, também a estratégia

---

<sup>11</sup> 'Subsunção' significa conceber como incluído num conjunto. Assim, explicar por subsunção significa explicar o evento particular em questão a partir da indicação de que ele é um evento de certo tipo, de que ele é uma instância particular de uma regularidade geral.

<sup>12</sup> Esta formulação corresponde ao modelo dedutivo-nomológico da explicação científica de Hempel e Oppenheim (1948) e, assim, está sujeito às mesmas críticas e aos mesmos limites (cf. Salmon, 1990).

analítica. Contudo, o ponto importante aqui é que nelas a estratégia da subsunção encontra um domínio de aplicação apropriado. Na biologia evolutiva, por sua vez, explicações que recorrem à estratégia da subsunção, mesmo que não careçam de justificação lógica, não parecem satisfazer intelectualmente os cientistas envolvidos. Essa estratégia parece artificial, ou insatisfatória, quando aplicada a esse campo, porque normalmente a explicação evolutiva é, em boa medida, a narrativa de uma história particular. Embora tenha sido falado que toda boa explicação científica deve fazer referência, mesmo que implicitamente, a pelo menos uma lei geral (ver Ruse, 1971, 1975; Hull, 1975), a narrativa evolutiva é um tipo de explicação que não pode ser reduzida, via subsunção, a regularidades expressas numa lei geral, porque lida com eventos únicos e contingentes. A explicação de eventos evolutivos não comporta, nem mesmo em princípio, dedução lógica.

A segunda estratégia proposta por Cummins, a analítica, procede de modo diferente da anterior. Em vez de explicar a disposição dos objetos a partir da aplicação de uma lei geral, que cobre as proposições do fato a ser explicado, no âmbito dessa estratégia, procedemos a uma análise da disposição do objeto em uma série de disposições de nível inferior, que a compõem. Como Cummins (1975, p. 759) escreve: “procede-se a uma análise da disposição de  $d$  presente em  $a$  em uma série de disposições  $d_1, d_2, \dots, d_n$  apresentadas por componentes de  $a$ , de modo que a manifestação dos  $d_i$  resulta na, ou leva à, manifestação de  $d$ ”.

Após a apresentação da estratégia analítica, Cummins propõe uma mudança de terminologia: “Quando a estratégia analítica está em perspectiva, se está apto a falar de capacidades (ou habilidades) mais do que de disposições” (Cummins, 1975, p. 759). Isso porque, segundo ele, frequentemente explicamos uma capacidade por meio de sua análise.

Cummins oferece o exemplo de uma linha de montagem de uma indústria, que ajuda a entender como a estratégia analítica pode capturar um uso adequado do termo ‘função’ em diversas ciências. A produção numa linha de montagem é dividida em várias tarefas distintas. A capacidade da linha de produzir o produto se deve à capacidade de cada ponto ou componente da linha de realizar certas tarefas. Se estas tarefas forem realizadas de um modo organizado, o resultado será o produto final. Assim, explicamos a capacidade da linha de montagem de produzir o produto apelando às capacidades dos componentes de realizar suas tarefas específicas. O exercício, por certo componente, de sua capacidade específica é sua função na linha. Ou seja, a função de um componente, para Cummins, é o que quer que seja que ele faça ao qual nós apelamos para explicar a capacidade da linha como um todo.

A proposta de Cummins pode ser mais bem compreendida se for colocada em contraste com a visão etiológica. Em primeiro lugar, devemos notar, conforme aponta Cummins, que, enquanto esta visão “busca responder à questão por-que-ele-existe [*why-is-it-there*] respondendo à questão anterior para-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*]” (Cummins, 2002, p. 158).

Em segundo lugar, diferentemente do que ocorre na abordagem etiológica, 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 à abordagem etiológica de função. Para ele, o fenômeno que deve ser explicado não é a existência ou presença de certo item (a tese central de qualquer abordagem etiológica), 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.<sup>13</sup>

Pode-se argumentar que, embora distinta da abordagem etiológica, que busca explicar por que algum item 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. Deste modo, podemos ver a análise funcional de Cummins como uma sistematização da “teleologia intraorgânica” a que aludia Claude Bernard (cf. Caponi, 2003). Temos, portanto, uma perspectiva sob a qual podemos qualificar a análise de Cummins como teleológica, ainda que ele não deseje este rótulo.

---

<sup>13</sup> Logo, mesmo os efeitos das partes do sistema que, na visão de Wright, seriam acidentes, podem ser usados na análise funcional de Cummins para explicar a realização de uma capacidade complexa do sistema do qual este componente é parte. Tudo o que é exigido, da perspectiva analítica de Cummins, é que a capacidade da parte contribua para a realização da capacidade sistêmica, seja ela função ou acidente, nos termos da abordagem etiológica. De fato, postular a distinção função-acidente, tão cara à abordagem etiológica, é difícil desde uma perspectiva organizacional. Esta dificuldade tem sido apontada como um limite dessa abordagem, associado ao problema de que ela poderia ser demasiadamente liberal no que tange à atribuição de função, mas também se poderia dizer que a ampliação do domínio de itens que poderíamos entender como tendo função é uma característica marcante e positiva desta abordagem. Este não é o espaço, contudo, para nos estendermos no debate sobre a distinção função-acidente no domínio da análise funcional de Cummins.

Porém, para além de rótulos, as considerações acima apresentadas permitem que percebamos que, com a perspectiva de Cummins, estamos diante de outro quadro teórico que captura bem o significado de muitas explicações nas ciências biológicas. Por exemplo, uma série de capacidades biologicamente significativas de um organismo é corriqueiramente explicada por biólogos através da análise deste organismo em vários subsistemas (sistema circulatório, respiratório, urinário etc.). Cada um desses sistemas tem suas capacidades características, as quais são, por sua vez, analisadas em capacidades dos órgãos que os compõem. Este procedimento analítico continua até que “as capacidades analisadoras sejam tratáveis pela estratégia da instanciação” (Cummins, 1975, p. 764), por exemplo, quando a capacidade de um dado órgão, tecido ou célula, na análise funcional de uma capacidade orgânica, é explicada em termos da operação de alguma regularidade física e/ou química. A estratégia da instanciação começa onde não faz mais sentido aplicar a estratégia analítica. Este é o modo como Cummins propõe que essas duas estratégias podem se conectar, integrando-se numa abordagem explanatória unificada.

A legitimidade da explicação por análise funcional é proporcional, nesta moldura teórica, (i) ao grau em que as capacidades analisadoras são menos sofisticadas do que as capacidades analisadas; (ii) ao grau em que as capacidades analisadoras diferem das capacidades analisadas; e (iii) à relativa complexidade de organização das partes/processos componentes do sistema. Dessa maneira, quanto maior a diferença de sofisticação e tipo entre as capacidades analisadoras e as capacidades analisadas, mais sofisticado precisará ser o programa de funcionamento do sistema, para que essa lacuna seja preenchida. Nos casos em que essa diferença é pequena, a estratégia da instanciação parece mais adequada e, então, falar em função parece não ter muito sentido.

O modo como o coração funciona ajuda o nosso entendimento do uso da estratégia analítica na biologia. Neste caso, o que desejamos compreender é um processo sistêmico: a circulação sanguínea no organismo como um todo. A função do coração é a sua capacidade de bombear, a qual contribui para a realização desta capacidade sistêmica. Entretanto, se o nosso interesse for compreender a própria capacidade do coração de bombear o sangue, deveremos recorrer às capacidades das partes do coração (e.g., contrair-se ritmicamente) que contribuem para esta capacidade do órgão. Além disso, se desejarmos compreender a capacidade de contração do músculo cardíaco, deveremos recorrer às propriedades dos tecidos, das células do músculo específico e, por fim, às propriedades relacionais dos componentes celulares. Ao



chegar a um nível molecular, é provável que explicar por meio de instanciação de alguma regularidade química seja muito mais apropriado do que recorrer a uma análise funcional.

Uma crítica recorrente ao padrão de análise funcional construído por Cummins é o de que, ao permitir que ‘função’ seja tudo o que se possa atribuir a efeitos ou partes de sistemas, não importando se, de uma perspectiva etiológica, não passaria de acidente, tal abordagem sofre de um excesso de liberalidade (conhecida na literatura como “*too liberal objection*”). Millikan nota que muitas ‘funções de Cummins’ não são ‘funções próprias’. Esta é uma crítica que precisa ser analisada com cuidado, porque ela pode significar basicamente que as abordagens etiológica e organizacional sustentam teses distintas, como podemos notar.

Embora o excesso de liberalidade possa ser considerada uma característica própria da análise funcional (e.g., Caponi, 2002), não estamos dispostos a defender a tese de que essa seja uma característica desejável. Como uma possível maneira de superar as dificuldades da abordagem etiológica, que apontamos na seção anterior, e tornar a abordagem organizacional menos liberal, consideramos interessante investir nos argumentos de Buller (1998).

A proposta de Buller (1998) é inserir na abordagem etiológica fraca a caracterização funcional da abordagem organizacional, evitando a ênfase excessiva no processo de seleção natural da primeira e o excesso de liberalidade da segunda abordagem. Desta maneira, é possível vislumbrar a possibilidade de consenso com unidade, como ele sugere.

Na abordagem organizacional, como vimos, a função de um componente é sua disposição em contribuir para uma capacidade global do sistema que o contém. O ponto de partida para o início da unificação entre as duas abordagens é a aceitação da versão fraca da abordagem etiológica, considerando o *fitness* como a capacidade global a ser alcançada pelo organismo. O organismo, então, é entendido como um sistema complexo em que os seus traços contribuem para cada componente do *fitness*: viabilidade, fertilidade, fecundidade e capacidade de acasalamento (Endler, 1986). Ao assumir a versão fraca da abordagem etiológica, a ideia é explicar a existência de um traço *T* por seu efeito *E* positivo para o *fitness* de organismos ancestrais *O* que foram — devido a esse efeito — capazes de se reproduzir e, portanto, contribuíram causalmente para a reprodução de *Ts*, que podemos encontrar nos organismos atuais (Buller, 1998, p. 508). A seleção natural continua a ser uma causa importante para a evolução dos traços também nesta combinação da versão fraca da abordagem etiológica com a abordagem organizacional, mas de um modo diferente. Em vez de dizer que os traços evoluem por seu sucesso diferencial no processo de seleção natural, a

abordagem combinada sustenta a atribuição de funções a partes de um sistema, particularmente aquelas que contribuíram para os componentes do *fitness* do sistema ou organismo ancestral. Desta maneira, a proposta é que funções sejam atribuídas não a qualquer traço, como acontece na abordagem organizacional isolada, mas a traços que possivelmente apresentaram alguma variação no passado e que contribuíram para o *fitness* dos organismos ancestrais e, sendo hereditários, foram fixados por seleção natural na linhagem. É importante notar, assim, que, entendendo o *fitness* como a capacidade global do organismo, há uma mudança de foco da seleção de traços individuais para a seleção de sistemas adaptados.

A título de conclusão, é importante ficar claro que não estamos dizendo que a proposta de Buller (1998) é única ou a melhor, nossa avaliação é que se trata de uma possível maneira de avançar no debate sobre funções. Temos dúvidas, por exemplo, acerca da possibilidade de tratar o *fitness* como uma capacidade real dos organismos. Nosso entendimento é que as duas abordagens sobre ‘função’ aqui analisadas (a etiológica e a organizacional) devem ser mantidas na biologia, sendo um ato custoso para as investigações em biologia proceder com a exclusão de uma para dar ênfase a outra. As duas abordagens, voltamos a sustentar, são legítimas dentro de seus próprios espaços, sendo o projeto explanatório etiológico bastante apropriado para as investigações em biologia evolutiva, e a abordagem organizacional típica das questões colocadas no campo da biologia funcional. Note que estamos falando de abordagens ‘típicas’ de cada domínio da biologia, não de ‘exclusivas’. Por fim, sobre a relação dessas abordagens o raciocínio teleológico, pensamos que as duas são teleológicas, ainda que apoiem sentidos diferentes do termo teleologia. Consideramos, portanto, de acordo com Caponi (2003), que essas duas teleologias são, inclusive, representativas da linguagem usada em cada uma das duas áreas da biologia (a biologia evolutiva e a biologia funcional).

---

## Capítulo 2

---

### Explicações Teleológicas e Funcionais em Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio

#### 1. INTRODUÇÃO

Na pesquisa sobre ensino de biologia, em particular, uma importante contribuição no sentido de destacar os valores das explicações teleológicas foi fornecida por Zohar e Ginossar (1998). Num estudo de natureza teórica e empírica sobre a ocorrência de explicações antropomórficas e teleológicas em recursos didáticos (livros e filmes) e no próprio discurso dos estudantes do ensino médio de biologia, esses autores deixam claro que não há evidências de que proibir os estudantes de formular explicações teleológicas contribui para que eles mostrem maior capacidade de fornecer explicações científicas válidas (Zohar & Ginossar, 1998, p. 682). Aqui, reforçamos que não nos parece correta a tese de que teleologia implica sempre antropomorfismo, como Weisz (1971, p. 12) e Bartov (1981, 79) sustentam, ou de que qualquer teleologia é um tipo especial de antropomorfismo, como afirmam, por exemplo, Tamir e Zohar (1991), ou, ainda, de que estes são modos equivalentes de explicação (e.g., Zohar & Ginossar, 1998), sendo ambos bem próximos do animismo (Gallant, 1981). A defesa conjunta dessas teses, como argumentamos antes, dificulta discernir quando a linguagem teleológica leva a ganho explicativo e quando prejudica a compreensão do que se deseja explicar. É preciso colocar as explicações teleológicas e antropomórficas em separado; elas não devem ser dirigidas aos mesmos objetos nos diferentes contextos em que podem aparecer.

De acordo com Zohar e Ginossar (1998, p. 680), a proibição do uso de tais explicações por parte dos educadores é um tabu que se mantém ainda hoje pelas suposições de que (i) as explicações teleológicas e antropomórficas são indissociáveis; (ii) a finalidade é, segundo os educadores, uma determinação divina; (iii) há o risco de os estudantes considerarem igualmente legítimas as explicações causais e as explicações teleológicas. Contudo, como argumentamos no Capítulo 1, há uma série de distinções fundamentais que estas suposições não têm na devida conta, as quais, uma vez postas em cena, contribuem, em nosso entendimento, para diminuir grande parte das preocupações que cercam as explicações teleológicas. No entanto, para que estas possam contribuir para o ensino de biologia, em vez de trazer-lhe prejuízos, é fundamental que estas distinções estejam colocadas na ciência

escolar, quando são mobilizadas explicações teleológicas e/ou funcionais. Portanto, torna-se importante investigar como tais explicações vêm sendo tratadas na ciência escolar. Este é o propósito deste texto, no qual nossa ênfase recai sobre as explicações funcionais, como um subconjunto das explicações teleológicas do tipo não-deliberativa. Entretanto, devemos deixar claro, desde logo, que não se trata de uma província irrelevante de explicações teleológicas. Antes, pelo contrário, as explicações que recorrem à noção de ‘função’ se tornaram, sobretudo após a década de 1970 (com as propostas dos filósofos Wright e Cummins), centrais em qualquer abordagem do problema da teleologia na biologia.

Nosso principal objetivo é investigar de que modo explicações teleológicas e funcionais são formuladas em livros do ensino médio de biologia no Brasil. A estrutura desse capítulo é a seguinte. Inicialmente, tratamos da metodologia utilizada no estudo empírico que realizamos e, na sequência, os resultados de nossa análise de como três livros didáticos de biologia amplamente utilizados no ensino médio das escolas públicas brasileiras formulam explicações teleológicas e/ou funcionais. Nesse contexto, discutimos que obstar a formulação de explicações teleológicas nas salas de aulas de ciências decorre de uma má compreensão desse modo de explicação científica — até mesmo entre educadores que reconhecem seus valores (e.g., Tamir & Zohar, 1991). Por fim, concluímos o capítulo discutindo como um entendimento dos diferentes modos de explicar funcionalmente pode contribuir para superar as dificuldades que os estudantes enfrentam para elaborar legítimos argumentos científicos (como discutido, por exemplo, por Sandoval, 2003; Sandoval & Millwood, 2005; McNeill, Lizotte, Krajcik, & Marx, 2006; McNeill & Krajcik, 2009).

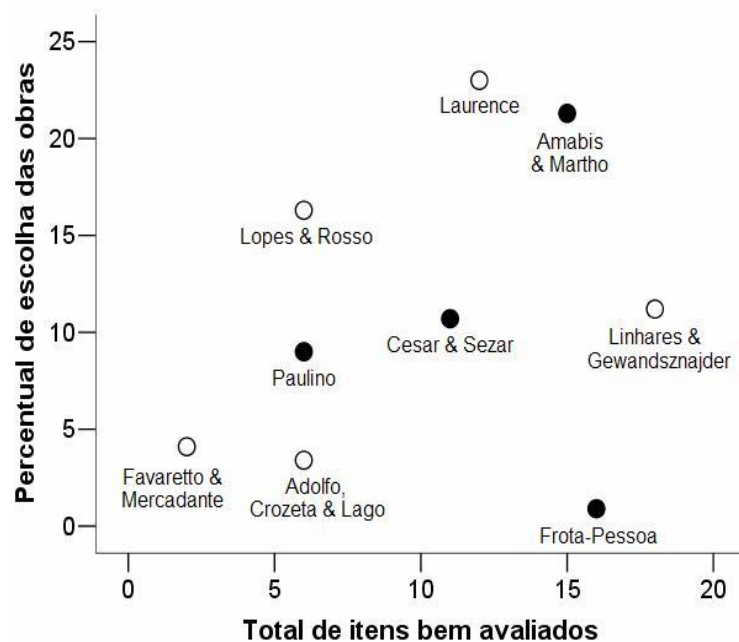
## 2. METODOLOGIA

Entre as dezoito obras didáticas de biologia submetidas, em 2005, pelas editoras ao Programa Nacional do Livro Didático do Ensino Médio (PNLEM<sup>14</sup>), do Ministério da Educação do Brasil (MEC), selecionamos, por amostragem não-probabilística intencional, três das nove obras aprovadas para constituir a nossa amostra neste estudo: Livro Didático 1

---

<sup>14</sup> O Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio (PNLEM) tem como objetivo universalizar o acesso de livros didáticos para estudantes do ensino médio das escolas públicas brasileiras. As obras didáticas escolhidas pelos professores são, antes, submetidas a uma avaliação realizada por equipes de professores de universidades brasileiras que visam analisar as que têm qualidade suficiente para compra pelo MEC, segundo uma série de critérios (para discussão dos critérios e dos resultados da análise, ver El-Hani, Roque, & Rocha, 2011).

(L1) – Amabis e Martho (2005); Livro Didático 2 (L2) – Linhares e Gewandsznajder (2005); Livro Didático 3 (L3) – Frota-Pessoa (2005). Para esta seleção, usamos como critério o percentual de escolha, pelos professores de biologia do ensino médio, das obras que foram aprovadas para compra pelo MEC (cf. El-Hani, Roque, & Rocha, 2011). Por esse critério de representatividade, nossa amostra inclui uma obra com escolha baixa (L3), média (L2) e alta (L1) na comunidade de professores brasileiros. As três obras correspondiam, ainda, às três obras com maior quantidade de itens bem avaliados no Programa (ver Figura 3).



**Figura 3.** Relação entre a qualidade geral das obras, medida a partir do número de itens de avaliação considerados bons ou muito bons nas fichas de avaliação do PNLEM/2007, área de Biologia, e seu percentual de escolha pelos professores de ensino médio. Os círculos cheios indicam obras em três volumes e os vazios, em volume único (cf. El-Hani, Roque, & Rocha, 2011, para mais informações).

Utilizamos em nosso estudo o método de análise de conteúdo conforme definido por Laurence Bardin (1977). Trata-se de um instrumento de fragmentação de textos que se presta ao entendimento sistematizado de uma mensagem e mesmo à obtenção de indícios das condições de sua produção, i.e., os pressupostos que estão por detrás da comunicação. Essa metodologia admite, com igual rigor, tanto uma avaliação qualitativa quanto quantitativa do material textual produzido. Apoiando-se em resultados dessas duas naturezas é possível estabelecer com segurança significativa o objetivo da mensagem, desde que o critério de análise esteja claramente definido. Entre os possíveis critérios de análise, assumimos, nesse

trabalho, o critério semântico, definindo-o como o significado que um termo assume no contexto de um predicado conceitual.

A metodologia proposta por Bardin (1977) demanda que, numa análise de conteúdo, o material textual seja analisado em sua inteireza, procedendo numa sequência de três fases, a saber: (i) pré-análise; (ii) análise; (iii) categorização. A primeira fase consiste de uma *leitura flutuante* do texto com vistas a identificar as unidades ou a unidade de registro, que é o menor recorte de ordem semântica que pode ser extraído do texto (e.g., uma palavra-chave). Na etapa seguinte, a análise do texto envolve uma postura mais rigorosa, que resulta em um movimento de ampliação da unidade de registro para a unidade de contexto, que, por conter mais elementos (e.g., um parágrafo completo), ajuda a precisar o significado do termo ou conceito de interesse. É nessa fase, em vista disso, que são realizadas as atividades preliminares de estabelecimento de categorias e, ainda, de contagem da frequência de ocorrência do termo em seu contexto. A fase seguinte consiste na reconstrução do texto com a criação de grades de categorias mediante uma retomada do critério de análise. Ou seja, porque a categorização requer a análise do texto completo, as categorias não são definidas *ex ante*, mas sim num criterioso teste de coerência entre unidade de registro e unidade de contexto, no caso de nosso estudo, baseado nos referenciais filosóficos discutidos nas seções anteriores.

Situando nosso critério semântico na literatura filosófica sobre os diferentes projetos explanatórios acerca do conceito de ‘função’ nas ciências, definimos como unidades de registro as sentenças que contêm os seguintes termos e expressões tipicamente mobilizados em enunciados teleológicos e funcionais: ‘para’, ‘função’, ‘papel’, ‘objetivo’, ‘contribui para’. Adotando a própria nomenclatura de Bardin (1977), temos aqui, basicamente, o nosso *inventário* de elementos que julgamos importantes na análise. Cumpre considerar, contudo, que a análise não foi conduzida pela mera ocorrência destes termos, porque, em muitos casos, eles não expressam qualquer sentido funcional com força explanatória. Por exemplo, a afirmação que diz “no estudo da vida, os biólogos buscam informações sobre a estrutura e o funcionamento das células” não passa pelo nosso critério de análise. Ou seja, para além da unidade de registro como menor recorte do texto, mais importante em termos do critério semântico utilizado é a análise da unidade provável levando em conta o contexto de sua ocorrência (parágrafo, seção etc.), de modo a estabelecer o significado com mais clareza.

Mais ainda, devemos dizer que consideramos, paralelamente aos procedimentos definidos por Bardin (1977), a dimensão pragmática da linguagem, a qual nos fez incluir,

como parte do nosso inventário, outras expressões, tais quais: ‘responsável por’, ‘encarregado de’, ‘permite que’, ‘tarefa’ etc. É bem verdade que estes elementos circunscrevem muito mais o discurso cotidiano do que o científico e, por isso mesmo, em alguns casos eles dizem mais e, em outros casos, dizem menos do queremos colocar como conteúdo científico na escola. Em vista disso, devemos esclarecer aqui a nossa decisão de aderir à tese central de Martins, Mortimer, Osborne, Tsatsarelis, e Aleixandre (2001), em *Rhetoric and Science Education*, de que a pesquisa em ensino e aprendizagem de ciências deve considerar a retórica como um componente essencial da argumentação científica e apreensão dos conceitos científicos. A tradição da ciência, como eles argumentam, é claramente a da rejeição da retórica na construção de seu corpo de conhecimentos, dado o pressuposto de que sua legitimidade está fundada na evidência, e não na persuasão. Mas esta tradição não tem feito bem à educação científica, porque a retórica e a argumentação têm um papel na própria aceitação das idéias científicas (Taylor, 1996; Fuller, 1997), bem como na resolução de controvérsias (Perelman & Olbrechts-Tyteca, 2005). Pelo contrário, os estudos mostram que ela tem levado a “uma falsa impressão da ciência como uma coleção não-problemática de fatos sobre o mundo” (Martins et al., 2001, p. 190). Isso porque, segundo esses autores, é uma característica da retórica, sendo uma prática discursiva, desenvolver a capacidade dos estudantes de interpretar textos, avaliar a qualidade da evidência científica e a robustez das teses comunicadas pelas ciências. Esses autores sustentam uma compreensão ampliada da retórica, que inclui também uma avaliação do efeito do discurso falado para uma audiência, como um conjunto articulado da linguagem escrita, imagens e gestos, porque também válidos como modos de comunicação. Em síntese, Martins et al. (2001) colocam na retórica não apenas poder suasório, mas também objetivos epistêmicos, na medida em que ela auxilia os estudantes a compreenderem a natureza da ciência, bem como, sobretudo através de metáforas, na criação de novos objetos semióticos que tomam parte do discurso científico escolar, como forma de recontextualizar o conhecimento de referência e despertar neles o interesse de estudar o discurso científico.

Desta perspectiva, estamos considerando que uma das características fundamentais da retórica crítica, sobretudo a de Perelman, é que toda argumentação é dirigida a alguém para que ela venha a assentir às nossas próprias teses, i.e., a racionalidade argumentativa é persuasiva. No caso da audiência da sala de aula de ciências, estamos dizendo que aqueles termos que citamos acima, como parte de nosso inventário, devem ser vistos como peças argumentativas a serviço do engajamento comunicativo dos estudantes ao texto didático. Então, na base do nosso procedimento de incluir outros termos como parte da análise está o

fato de que, como Martins (2006) bem enfatiza, o livro é um artefato cultural complexo que tem uma construção discursiva própria. Isso nos coloca na posição de perceber que o conhecimento das ciências na escola não é uma simples transposição do discurso científico, mas uma apropriação deste imiscuída com elementos do discurso cotidiano e elementos da própria heurística escolar. É por isso que se diz, como vemos em Braga (2003) e Martins (2006) — e nós concordamos — que o discurso das ciências na escola é um gênero híbrido. Esse gênero é típica e claramente reconhecido pelo fato de que o material didático de ciências apreende, como elementos constitutivos, (i) originais de cientistas, (ii) textos de divulgação científica, (iii) notícias de jornal, (iv) histórias em quadrinhos, (v) recomendações curriculares (Martins, 2006). Ao imiscuir essas diferentes formas simbólicas (*sensu* Thompson, 1990) — científica, pedagógica, midiática, cotidiana —, a linguagem do texto didático se afigura heterogênea, e esta é, por assim dizer, sua identidade própria. Estamos, portanto, tomando parte da tradição linguística que concebe o discurso como prática e, por isso mesmo, dependente do contexto social e histórico. É desde essa perspectiva que, de acordo com a teoria do discurso de Norman Fairclough (1992), temos aqui o livro didático como uma das mais fortes evidências do princípio da interdiscursividade ou intertextualidade constitutiva.

A decisão de ampliar o nosso inventário de análise não deve, pois, ser vista como uma indulgência aos livros didáticos, no sentido de que em nome da persuasão devemos aceitar a introdução, no discurso científico, de conteúdo estranho às ciências, como se poderia concluir por uma qualquer interpretação açodada, mas como uma tentativa séria de compreendê-los segundo seu próprio direito. E isto, deve ficar claro, não tira o peso das definições que fizemos, nas seções anteriores, sobre o modo teleológico e o modo intencional de explicação.

Pela leitura completa dos 57 capítulos de L1 (em três volumes), 54 capítulos de L2 (em único volume) e dos 72 capítulos de L3 (em três volumes), identificamos e, em documento nosso, registramos todas as explicações apresentadas, tanto aquelas de autoria própria quanto aquelas reproduzidas e/ou reformuladas a partir de textos outros. No mais, cabe destacar, incluímos como parte da análise também os exercícios didáticos que remetem ao texto das seções. Contudo, neste caso, o rigor de nossa análise recaiu distintamente sobre as questões elaboradas pelos próprios autores, tendo sido deixadas de lado aquelas que constam de exames de avaliação para entrada em cursos universitários.

Formamos, portanto, o *corpus* de análise com todas as explicações encontradas (de natureza causal comum, teleológica, funcional) que pareciam ter qualquer indício de



ocorrência de explicação teleológica e/ou funcional, por menor que fosse este indício. Assim procedemos com a justificativa de estar operando segundo a *regra da exaustividade*, que, por sua vez, seguindo a metodologia de Bardin (1977), está assentada na *regra da não-seletividade*. A operação de delimitar o foco de análise sobre os enunciados teleológicos e funcionais seguiu como etapa última, conforme o processo de categorização. Nessa etapa, a mais crítica da análise de conteúdo, não somente um dos pesquisadores envolvidos, mas os dois pesquisadores procederam, em estreita colaboração, de modo a aumentar a acurácia e criticidade do processo, com a criação das grades de categorias mediante uma retomada do critério semântico de análise indicado acima e uma definição de critérios adicionais, que deram sustentação a uma série de decisões metodológicas, tais quais, de modo detalhado:

I. Excluir as formulações que não caracterizam uma explicação, como é o caso de descrições sobre componentes de um sistema, ou do modo como um certo componente celular (e.g., uma proteína) ou do organismo (e.g., um tecido) comparece num dado evento (e.g., um processo fisiológico, uma reação química, um evento comportamental). Por exemplo: “Os filamentos de actina e os de miosina deslizam uns sobre os outros, provocando contrações de partes da célula ou mesmo de toda ela, como ocorre nos músculos” (L1, v. 1, p. 144). Ou então: “Nossa traquéia é revestida internamente por células ciliadas, que estão sempre varrendo para fora o muco que lubrifica as vias respiratórias” (L1, v. 1, p. 144). Estes são exemplos de sentenças que foram incluídas no *corpus* original, pela regra da exaustividade, mas depois foram excluídas, com critérios mais refinados, por não comportarem de fato formulações funcionais.

II. Excluir explicações causais comuns, que, por vezes, poderiam usar termos que também compareciam no modo de explicação teleológica não-deliberativa. Por exemplo: “[As rodofíceas] possuem ficoeritrina, pigmento *responsável por* sua cor vermelha, pigmentos carotenóides e clorofila ‘a’ (L2, p. 178, ênfase adicionada). Ou então: “A calcitonina, produzida pela glândula tireóide, reduz a concentração de cálcio no sangue, enquanto o paratormônio, produzido pelas glândulas paratireóides, eleva seu teor. Mas os *efeitos* desses hormônios são indiretos, pois eles não agem no sangue e, sim, nos ossos, no intestino e nos rins” (L3, v. 1, p. 233, ênfase adicionada). Embora pudessem ser interpretadas ou construídas como explicações funcionais, nossa intenção, ao excluir esse tipo de ocorrência, foi focar nossa atenção sobre explicações dessa natureza explicitamente construídas pelos autores dos livros, e não inferidas pelos pesquisadores.

III. Não considerar como exemplo de abordagem organizacional as explicações em que o termo ‘funcionamento’ (e.g., do organismo, da célula) for empregado para denotar capacidade global (*explanandum*), mas sem qualquer atribuição funcional às partes, i.e., sem o *explanans*. Por exemplo: “A destruição dessas células [os neurônios] afeta o *funcionamento* do sistema nervoso, levando aos sintomas típicos da doença” (L1, v. 1, p. 140, ênfase adicionada).

IV. Considerar como explicação funcional mesmo enunciados em que a ‘função’ não é informada explicitamente, mas pode ser inferida, a partir de uma análise do contexto geral no qual a explicação é formulada. Por exemplo: “À medida que se distanciam das extremidades do embrião, as células vão se especializando para a realização de *funções* definidas, processo conhecido como diferenciação celular (L1, v. 2, p. 190, ênfase adicionada).

V. Considerar como explicação funcional enunciados que apresentam atribuições de funções a itens de um sistema sem explicitar a capacidade global, mas nos quais é possível inferir tal capacidade a partir do contexto geral no qual a explicação se encontra. Por exemplo: “Nos artrópodes, como os insetos, um vaso dorsal contrátil impulsiona para a frente a hemolinfa, que acumula as *funções* do sangue e do líquido intersticial” (L3, v.1 p. 190, ênfase adicionada). A diferença em relação à decisão (iv) reside em que, naquele caso, o uso do termo é muito mais vago, não permitindo estabelecer com tanta clareza como neste caso, e no anterior, qual explicação funcional se tem em vista.

VI. Considerar como explicação funcional o enunciado em que a ‘função’ de um item não é atribuída no livro didático por limite do conhecimento científico, mas que, se isso fosse atualmente possível, tal função seria uma contribuição do item para uma capacidade global da célula, do organismo etc. Por exemplo: “A função dos cromoplastos nas plantas ainda não é bem conhecida” (L1, v. 1, p. 147). Ou então: “O *papel* fisiológico da lipase lingual ainda é motivo de discussão, mas, o mais provável, é que ele esteja relacionado à percepção do gosto dos lipídeos (L1, v. 2, p. 475, ênfase adicionada).

VII. Considerar como formulações de natureza funcional muitas sentenças nas quais ocorre o termo ‘especialização’. Nas explicações funcionais em que ocorre o termo ‘especialização’, que denotam a integração entre forma e função nos seres vivos, enquadrar na categoria organizacional quando a ênfase recair claramente no complexo forma-função (nos níveis micro ou macro de organização). Por exemplo: “As células que constituem os epitélios apresentam diversos tipos de *especialização*, das quais as principais são: junções celulares, microvilosidades, invaginações da membrana e cílios (L1, v. 1, p. 271, ênfase adicionada).

VIII. Enquadrar como explicação etiológica os enunciados que denotam a existência do complexo forma-função nos sistemas vivos por referência ao seu atributo de especialização funcional. Ou seja, casos nos quais se afirma que o complexo é tal como se apresenta (especializado) pela ‘função própria’ que desempenha, selecionada, entre outras possíveis variações, por seu efeito positivo na viabilidade e reprodução bem sucedida do sistema inteiro. Por exemplo: “Apesar de serem consideradas plantas avasculares, certas espécies de musgos apresentam, na porção central do caulóide, tecidos *especializados* [hadroma e leptoma] na condução de água e nutrientes pelo corpo da planta” (L1, v. 2, p. 143).

IX. Distinguir nas explicações teleológicas duas categorias distintas: teleologia não-deliberativa e teleologia deliberativa, diferenciando os casos adequados e inadequados. Sentenças que atribuem ‘objetivo’ ou ‘função’ a processos que não são entendidos em termos teleológicos na ciência contemporânea são usos inadequados de teleologia não-deliberativa. O seguinte trecho ilustra um caso de uso inadequado de tal teleologia por veicular uma visão teleológica de meta do processo evolutivo, incompatível com a compreensão cientificamente aceita sobre evolução. Por exemplo: “Ao longo da evolução, germe e soma se separaram. A seleção natural fixou genes que determinaram cada vez maior proteção em torno do germe. Novos genes introduziram *aperfeiçoamentos* no soma em todas as direções e, assim, foram geradas as inumeráveis espécies habitantes da Terra” (L3, v. 2, p. 171, ênfase adicionada). Por outro lado, é exemplo adequado de teleologia não-deliberativa: “As células da glândula digestória lançam os nutrientes na circulação, que se *encarrega de* sua distribuição para todas as células do corpo (L1, v. 2, p. 347, ênfase adicionada). Na categoria teleologia deliberativa, incluir os enunciados que empregam termos que apontam para a noção de intencionalidade (e.g., desígnio, meta etc.). É um uso adequado, por exemplo: “As fibras de esponjina formam uma trama ramificada entre as células corporais, constituindo um esqueleto flexível e resistente. [...] Esqueletos de esponjas ainda são *utilizados para* banho, limpeza e polimentos” (L1, v. 2, p. 295, ênfase adicionada). A explicação teleológica deliberativa é inadequada quando atribui intencionalidade a sistemas que não comportam esse atributo, de acordo com o conhecimento científico atualmente aceito, como é o caso dos usos das expressões ‘capaz de’, ‘encarregado de’, ‘responsável por’ em sentido literal, não como uma metáfora (cf. Ricoeur, 1975). Isso fica claro na seguinte explicação sobre a descoberta experimental das auxinas, em 1881, por Charles Darwin e Francis Darwin: “Os Darwin concluíram que a extremidade do *coleóptilo é capaz de* perceber a posição da fonte de luz, levando o caule a curvar-se em direção a ela (L1, v. 2, p. 242, ênfase adicionada). Ou ainda: “Algumas espécies de peixes

recorrem a *artifícios para* proteger a prole, como enterrar os ovos, fazer ninhos ou montar guarda, afugentando os predadores” (L3, v. 2, p. 202, ênfase adicionada).

É este procedimento sistemático, baseado na interpretação orientada por referenciais teóricos, que Bardin (1977) coloca sob o rótulo de *organização da análise*. No momento subsequente ao término da categorização, o segundo pesquisador deste texto analisou criticamente todas as ocorrências e suas categorizações, de modo a contribuir para que se mantivessem a homogeneidade (aplicação dos mesmos critérios em toda a análise), pertinência (adequação ao quadro teórico), objetividade e validade das categorias.

## 2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas seções anteriores, esperamos ter deixado claro a lógica dos modos teleológico, antropomórfico, etiológico e organizacional de explicação. Os educadores em ciência têm recusado as formulações teleológicas na biologia porque elas podem dificultar os estudantes a entender as relações de causa e efeito no mundo natural e, além disso, representam um modo de atribuir consciência a seres não-humanos, se tomadas literalmente (Bartov, 1981, p. 79). A recusa, nesse sentido, é sustentada pela ideia de que explicações teleológicas implicam antropomorfismo e/ou noções vitalistas inaceitáveis. O nosso argumento é que esse receio pode ser eliminado pelo entendimento mais preciso de considerar a teleologia não-deliberativa como um tipo particular de explicação causal, separada das explicações antropomórficas, que incluem apenas o modo de explicação teleológica deliberativa, i.e., o modo adequado para sistemas que comportam ou representam intencionalidade. A partir desta proposta, pensamos que muitas outras explicações na biologia podem ser elaboradas desde a perspectiva da teleologia não-deliberativa, adequada para entender comportamentos de direção a fins, mas que não envolvem planejamento, meta ou propósito intencional.

No que concerne à opinião dos educadores de que os estudantes não devem ter contato com as explicações teleológicas porque na maioria das vezes elas são entendidas em termos literais, devemos pensar também nas vantagens que tais explicações podem significar para o ensino de biologia pelo emprego de metáforas na construção de explicações científicas. O emprego de analogias/metáforas é um recurso didático que precisa ser mais valorizado no ensino de ciências, sendo parte atividade importante da reconstrução do discurso científico próprio da ciência escolar (Duit, 1991; Dagher, 1995). É verdade que existe o risco de que as

analogias/metáforas repercutam com efeitos indesejados na sala de aulas de ciências (Duit, 1991; Harrison & Treagust, 1993), mas, quando bem situadas no contexto de uma explicação, o ganho explicativo que se obtém é bastante significativo (Venville, Bryer, & Treagust, 1994). Em razão disso, podemos dizer que o expediente linguístico das analogias/metáforas no ensino de ciências constitui uma forma de colocar em prática a racionalidade argumentativa e a criatividade de estudantes e professores a favor da ciência. No texto didático de biologia, em particular, encontramos analogias/metáforas nas explicações de uma diversidade de temas e, por isso mesmo, tratamos brevemente das bases teóricas desse expediente linguístico nas próximas linhas.

A utilidade e os problemas associados ao uso da linguagem metafórica na ciência, no meio educacional e contexto ordinário, têm sido investigados sob diferentes perspectivas, como, por exemplo, na psicologia (e.g. Ortony, 1993a), psicologia educacional (e.g., Glynn, 1991) e no texto didático de ciências (e.g., Curtis & Reigeluth, 1984). Ainda que haja divergências sobre o papel que as metáforas cumprem em cada um desses contextos, uma tese amplamente assentida é a de que uma metáfora envolve “a aplicação de uma palavra ou expressão que pertence propriamente a um contexto para expressar significado em um contexto diferente por causa de alguma similaridade real ou inferida nos referentes envolvidos” (Anderson, 1964, p. 53). Segundo David Rumelhart (1993, p. 81), que estuda as metáforas desde a perspectiva dos processos psicológicos envolvidos na gênese e aplicação delas, é a noção de similaridade que está na base das operações cognitivas de interpretação de conceitos já existentes e, também, da criação de conceitos novos. Os processos de interpretação e criação de significados ocorrem por uma relação de analogia que torna possível a aproximação do familiar (o análogo) ao não-familiar. Essa extensão dos conceitos de um domínio a outro é o que acontece, por exemplo, quando uma criança tenta entender uma situação a partir de uma linguagem metafórica construída com muitos itens léxicos por um adulto. A criança, segundo Rumelhart (1993, p. 73), por não dominá-los completamente, é forçada a elaborar uma interpretação cogente da situação, em que os adultos julgam como metafórico, mas que a criança processa como literal. No desenvolvimento da fase de criança a adulto, os sentidos dos conceitos podem ser distinguidos de um contexto a outro, mas são originalmente metáforas. Então, para este autor, não há qualquer diferença entre o processo de compreensão da linguagem metafórica e da linguagem literal, de tal sorte que “uma grande parte da linguagem que usamos comumente está baseada em metáfora” (1993, p. 80).

Contudo, nessa análise de Rumelhart (1993), há duas coisas que temos de separar. Estamos de acordo com sua tese de que os mesmos processos psicológicos estão envolvidos na produção e compreensão da linguagem metafórica e literal. Na prática, contudo, mantemos reservas quanto a dizer que eles têm o mesmo efeito pragmático. Em nosso entendimento, as metáforas são afirmações abertas, i.e., elas assentem uma diversidade de conteúdo maior que a linguagem literal, que, por tomar parte de discurso mais específico, tem suas possibilidades de significado restringidas. Dito de outra forma, as metáforas são produtoras de significados (Black, 1993). Na conversão de uma forma metafórica a outra, seja metafórica ou não, sempre há perda de significado e, por isso mesmo, nem sempre as metáforas têm o efeito esclarecedor ou persuasivo que desejamos ao introduzi-las no discurso. Nossas reservas, portanto, estão voltadas para o uso intercambiável de linguagem metafórica e linguagem literal com base numa relação de similaridade. Essa postura é defensável porque, como Paivio e Walsh (1993, p. 310) reconhecem, a análise do significado de similaridade envolve conceitos que ainda carecem de boas definições. Sustentamos que a idéia de similaridade precisa ser matizada para compreender que “afirmações metafóricas nem sempre são equivalentes a afirmações de similaridade” (Searle, 1993, p. 92). De fato, de acordo com Paivio e Walsh (1993), a metáfora tem como princípio subjacente a analogia, i.e., a metáfora expressa uma analogia de um modo indireto, rejeitando as diferenças e comparando as similaridades. Entretanto, metáforas e comparações são de naturezas distintas, como Ortony bem esclarece:

O fato de que metáforas são frequentemente usadas para comparações não significa dizer que elas sejam comparações. Metáfora é um tipo de uso da linguagem, enquanto a comparação é um tipo de processo psicológico (Ortony, 1993b, p. 344).

Esta distinção é coerente com o nosso entendimento, de acordo com Searle (1993), de que o destaque sobre funções similares entre referentes deve ser empregada como uma estratégia de compreensão, não como um componente de significado. Neste último caso, seria como se a interação entre o referente principal e o análogo guardasse uma mesma identidade funcional, independentemente do contexto de interpretação. É como estratégia de compreensão que formulações metafóricas enfatizam a relação de similaridade entre referentes e, quando bem sucedidas, produzem significados em um contexto definido.

No contexto escolar, o expediente das metáforas por comparação implícita entre o domínio do referente principal e o domínio do análogo cumpre o papel de auxiliar os estudantes a compreender uma ideia, um modelo ou um conceito científico. A tese comum entre os pesquisadores em ensino de ciências é que as metáforas podem favorecer o estudo de

processos complexos, i.e., que requerem alta abstração dos estudantes (Miller, 1979), como os que são abordados em biologia celular e genética molecular (Malacinski & Zell, 1996).

As analogias, em particular, que diferem das metáforas por destacar similaridades de modo explícito (Duit, 1991, p. 651), são também um recurso frequente nos livros didáticos de ciências (Curtis & Reigeluth, 1984; Glynn et al., 1989). Para Curtis e Reigeluth (1984), baseados em uma análise de vinte e seis livros didáticos de ciências, é possível distinguir analogias que exploram similaridades superficiais entre o referente principal e o análogo, as chamadas “analogias simples”, e “analogias elaboradas”, assim denominadas porque exploram “relações funcionais” para explicar os objetos de interesse. É interessante que na análise desses autores, das 216 analogias encontradas, cerca de 70% podem ser consideradas analogias elaboradas, com o destaque de que a frequência delas é maior (90%) nos livros de química e física, enquanto nos livros de ensino fundamental esse tipo de analogia ocorre com menor frequência (menos de 50%). Apesar desse largo uso, um problema sério, de acordo com Curtis e Reigeluth, é que os autores dos livros didáticos se eximem da tarefa importante de descrever o análogo — uma das causas para os resultados negativos dos estudantes em compreender analogias (Gabel & Sherwood, 1980) — ou de instruir os estudantes sobre o uso de analogias como estratégia de compreensão.

Em nossa investigação, como mostraremos, diferentemente dos resultados disponíveis na literatura, as analogias são um expediente didático pouco explorado nas explicações e não está concentrado no estudo dos assuntos mais complexos, ou seja, as analogias são em número reduzido e aproveitadas em uma ampla variedade de contextos. A qualificação quanto ao aprimoramento das analogias, em simples ou elaboradas, não foi nosso principal objetivo de pesquisa, mas reconhecemos que o esforço na maior parte das analogias é o de evidenciar as relações funcionais entre os componentes envolvidos, como pode ser verificado nas Tabelas 5-11 do Apêndice B. O recurso das analogias constitui, portanto, uma das nossas categorias de explicação que, ao total, são cinco, a saber: (i) etiológica; (ii) organizacional; (iii) analogia/metáfora; (iv) teleologia não-deliberativa; (v) teleologia deliberativa. Estas categorias, como podemos dizer a partir dos resultados, são diferentes perspectivas sob as quais podemos olhar, entender e explicar os fenômenos do mundo vivo.

Nas três obras analisadas, é notável o largo uso de uma linguagem teleológica e/ou funcional, como pode ser visto pela quantidade e diversidade de exemplos de atribuições funcionais que aparecem em vários contextos do conhecimento escolar de biologia, tal como

representado nestes livros. Em particular, chamamos a atenção, de início, para o resultado de que uma característica comum a todas as obras é que as unidades dedicadas ao estudo dos aspectos estruturais e funcionais de moléculas e células (Citologia), tecidos (Histologia) e órgãos (Fisiologia) estão repletas de atribuições funcionais, ao passo que as explicações em termos de uma de uma abordagem evolutiva estão menos desenvolvidas. Assim, como podemos ver na Tabela 1, a frequência de explicações desde uma perspectiva organizacional é significativamente maior que as explicações numa abordagem etiológica. No volume 1 de L3, por exemplo, entre as 300 explicações que analisamos, por terem atendido àqueles critérios definidos na metodologia, 255 estão formuladas segundo o projeto organizacional de explicação científica, aquele que enfatiza a contribuição de um item biológico para a realização de uma capacidade global da célula, do organismo. Nesse volume de L3, portanto, a categoria abordagem organizacional compreende 85% dos enunciados, situação semelhante também ao volume 1 de L1, em que 80,68% das explicações estão nesta categoria.

No primeiro volume de L1 e L3 predominam os principais temas que tipicamente são investigados no domínio da biologia funcional. Em L1, podemos destacar, por exemplo, o estudo das funções dos principais constituintes químicos dos seres vivos (e.g., funções dos componentes inorgânicos [sais minerais e água] e orgânicos [proteínas, lipídios, glicídios, vitaminas etc.] nos organismos) no capítulo “A Base Molecular da Vida”. Ainda nesse volume de L1, o conceito de função é mobilizado com alta frequência no capítulo “O Citoplasma”, em que os autores explicam a organização funcional das células procarióticas e eucarióticas e atribuem função aos seus componentes situados no citoplasma.

A atribuição de função a componentes como retículo endoplasmático não-granuloso, complexo golgiense, lisossomos etc. é um procedimento para explicar as capacidades das células que os possuem. As células eucarióticas de um animal, por exemplo, são capazes de digerir uma infinidade de substâncias orgânicas, e a explicação para esta capacidade depende, de acordo com os autores de L1, das diferentes funções desempenhadas pelos lisossomos:

Os lisossomos podem atuar de duas maneiras: a) digerindo material capturado do exterior por fagocitose ou por pinocitose (função heterofágica); b) digerindo partes desgastadas da própria célula (função autofágica). [...]. A denominação **função heterofágica** (do grego *hetero*, diferente, e *fagos*, comer) [...] indica que esta ocorrendo digestão de substâncias provenientes de fora da célula. [...]. Quando um organismo é privado de alimento e as reservas do corpo se esgotam, as células passam a digerir partes de si mesmas. Fala-se, neste caso, em **função autofágica** dos lisossomos (L1, v. 1, p. 138, ênfase do autor).



Nessa formulação, tipicamente organizacional, os autores definem explicitamente a contribuição dos lisossomos (*explanans*) para a capacidade de digestão de substâncias orgânicas das células eucarióticas (*explanandum*). Em L2, é também claramente organizacional a explicação da capacidade de regulação osmótica dos peixes cartilagosos, como vemos no tópico “Problemas osmóticos nos peixes e nas aves marítimas”:

Nos peixes cartilagosos marinhos, há acúmulo de uréia no sangue, o que lhes **permite** manter a concentração interna praticamente igual à da água do mar, resolvendo assim o problema osmótico (L2, p. 273, ênfase adicionada).

No capítulo “Os Tecidos Animais” de L3, é exemplo de abordagem organizacional a explicação que os autores oferecem acerca da capacidade de digestão do estômago nos animais mediante o apelo às funções dos tecidos que formam esse órgão:

Reconhecem-se quatro tecidos fundamentais, divididos em vários subtipos: tecido epitelial, conjuntivo, muscular e nervoso. Mas a organização do corpo vai mais adiante. Tecidos diferentes congregam-se, formando órgãos, que desempenham um conjunto de **funções** relacionadas. Por exemplo, o trabalho do estômago é começar a digerir os alimentos e empurrá-los para o intestino. O estômago reúne vários tecidos para exercer sua **função**. De dentro para fora, sua parede é formada por uma camada de tecido epitelial (a mucosa), que secreta o suco gástrico e protege o tecido conjuntivo que fica por baixo (L3, v. 1, p. 138, ênfase adicionada).

Nesses exemplos de abordagem organizacional, as atribuições funcionais ocorrem numa forma explícita e, de fato, é possível distinguir *explanans* e *explanandum*. Em outros contextos, contudo, encontramos também formulações funcionais problemáticas, como são os casos em que os autores confundem *explanandum* com *explanans*. No capítulo “O Citoplasma” de L1, vemos esse equívoco no tópico “Cílios e Flagelos”:

A principal **função** de cílios e flagelos é a locomoção celular. É por meio do movimento ciliar ou flagelar que a maioria dos protozoários e dos gametas masculinos de algas, de animais e de certas plantas conseguem nadar no meio líquido (L1, v. 1, p. 144, ênfase adicionada).

Nesse caso, vemos que o *explanandum* (locomoção como capacidade global da célula) é tomado como o *explanans*, de modo que as funções que os flagelos e cílios cumprem para a locomoção ficam eclipsadas. Esse é também um exemplo de enunciado que podemos qualificar como organizacional, mas serve para ilustrar como clareza na formulação de explicações funcionais pode ajudar a melhor compreensão do assunto.

Em outros casos de abordagem organizacional, os autores não explicitam qual capacidade global está sendo explicada mediante o apelo à função, mas pode ser inferida a partir do contexto geral. Exemplo de ocorrência desse tipo é que encontramos no tópico “Estrutura e fisiologia dos actinoptérgios” do volume 2 de L1:

Os peixes fisoclistos possuem uma estrutura denominada janela oval, onde a bexiga natatória entra em contato com os vasos sanguíneos, **permitindo** a difusão de gás oxigênio de volta para o sangue (L1, v. 2, p. 431, ênfase adicionada).

De outro modo, podemos perceber que a capacidade global está presente na explicação e a função do componente que contribui para esta capacidade não comparece de modo explícito, mas pode ser inferida a partir do contexto de explicação dessas estruturas em outros capítulos da obra. Na explicação abaixo, retirada do capítulo “Núcleo e Cromossomos” de L1, vemos outro exemplo de abordagem organizacional que ilustra essa situação:

A característica mais marcante dos telômeros é que, **para** sintetizar as extremidades da molécula de DNA que constitui o cromossomo, é **necessária** uma enzima especial, a telomerase (v. 1, p. 163, ênfase adicionada).

Em adição, identificamos outros exemplos de abordagem organizacional em que nem *explanans* nem *explanandum* aparecem de modo claro, como nesta explicação em L1 (v. 1, p. 249, ênfase adicionada) acerca da molécula de DNA no tópico “Relação entre genes, cromossomos e DNA” do capítulo “O Controle Gênico das Atividades Celulares”:

Já se descobriu que muitos tipos de DNA não-codificante desempenham **funções** importantíssimas na estrutura e no **funcionamento** dos cromossomos. [...] Alguns cientistas acreditam que parte desse DNA não-codificante pode ter sido importante e perdeu sua **função** ao longo da evolução, permanecendo no núcleo como “lembranças” do passado.

Em todas essas situações, continuamos a ter formulações que ilustram a ocorrência de abordagem organizacional em diferentes contextos de L1, L2 e L3. As atribuições funcionais, como podemos perceber, pode ser identificada pelo uso dos termos ‘função’, ‘funcionamento’, mas, não sem estarem restritas a tais termos típicos, comparecem também formuladas com outros termos, como ‘para’, ‘permitir’, dentre outros. De qualquer modo, as formulações funcionais numa perspectiva organizacional predominam sobre a abordagem etiológica, sobretudo nas disciplinas da biologia funcional. A Tabela 1, logo abaixo, sumariza essas ocorrências nas três obras didáticas que analisamos.

**Tabela 1.** Ocorrências das categorias “Abordagem Organizacional” e “Abordagem Etiológica” nos três livros didáticos do ensino médio analisados

Livros Didáticos	Amabis & Martho (L1)		Linhares & Gewandsznajder (L2)		Frota-Pessoa (L3)		
	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3	Volume único	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3
<b>Abordagem Organizacional</b>							
Volumes	284/352	231/338	32/48	271/336	255/300	14/35	14/24
Total	80,68%	68,34%	66,67%	80,65%	85,00%	40%	58,33%

Tabela 1. (continuação)

Livros Didáticos	Amabis & Martho (L1)	Linhares & Gewandsznajder (L2)	Frota-Pessoa (L3)				
<b>Abordagem Organizacional</b>							
Exemplos de Ocorrências	As células das sementes de certas plantas, principalmente as oleaginosas, possuem um tipo especial de peroxissomo, o glioxissomo, cuja <b>função</b> é converter os lipídios armazenados na semente em açúcares, consumidos durante o processo de germinação (v. 1, p. 140, ênfase adicionada).	A pele, com epiderme queratinizada e derme, apresenta pêlos, que, com a gordura sob ela, <b>funcionam como</b> isolante térmico e <b>contribuem para</b> a manutenção de uma temperatura constante (p. 241, ênfase adicionada).	A <b>função</b> do tecido nervoso é receber, guardar, modificar e transmitir mensagens ou sinais. As células nervosas <b>responsáveis por</b> tudo isso são os neurônios [...] (v. 1, p. 150, ênfase adicionada).				
<b>Abordagem Etiológica</b>							
Volumes	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3	Volume único	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3
Total	11/352	61/338	7/48	19/336	4/300	4/35	4/24
Frequência total	3,13%	18,00%	14,6%	5,65%	1,33%	11,4%	16,7%
Exemplos de Ocorrências	A forma de nossas hemácias [...] é altamente <b>adaptada</b> às suas <b>funções</b> de transportar gás oxigênio dos pulmões aos tecidos [...] (v. 1, p. 308, ênfase adicionada).	Além disso, com a água são eliminadas substâncias tóxicas ou em excesso (excretas), <b>o que explica a presença</b> desse vacúolo em alguns protozoários marinhos, que não possuem esse problema osmótico (p. 55, ênfase adicionada).	É comum, ao longo da evolução, um órgão adaptar-se a uma nova <b>função</b> , principalmente se isso não implica perder a que tinha. O desenvolvimento das cordas vocais, na laringe, aproveitou a corrente de ar expirado já existente para fazer de nós a única espécie capaz de falar e, com isso, desenvolver uma cultura complexa (v. 3, p. 178, ênfase adicionada).				

Essa alta frequência da abordagem organizacional pode ser explicada pelo entendimento dos autores de que estudar a relação entre morfologia e aspectos funcionais significa o próprio empreendimento das ciências biológicas. Bem ilustrativas dessa nossa

asserção são as recomendações abaixo, que, embora sejam feitas pelos autores de L1, podem ser consideradas igualmente válidas para os autores de L2 e L3:

A chave para que um estudante iniciante, ou mesmo um biólogo experiente, não se confunda com tantos conhecimentos é estudar os grandes temas, que são aplicáveis a qualquer campo. Os grandes princípios da Biologia nunca deixarão de ser importantes; por exemplo, conhecer a **estrutura** e o **funcionamento** das células vivas é básico para a compreensão de muitos outros assuntos fundamentais (L1, v. 1, p. 14, ênfase adicionada).

E eles concluem: “Quando estudamos os seres vivos, podemos fazer, de início, duas perguntas: ‘Como eles são constituídos? Como funcionam?’” (L1, v. 1, p. 14).

O ponto central aqui, entretanto, é que os autores tomam na mesma medida a abordagem organizacional para explicar tanto os assuntos da biologia funcional quanto as adaptações dos organismos, no domínio da biologia evolutiva. Em outras palavras, mesmo nos contextos em que é possível e apropriado desenvolver explicações mediante uma abordagem evolutiva, o projeto etiológico é preterido em relação ao projeto organizacional. Além disso, as poucas narrativas históricas que são elaboradas incorrem em algum equívoco, como explicar teleologicamente processos que não são teleológicos. Por exemplo, no capítulo “Diversidade e Reprodução das Plantas” de L1, encontramos a seguinte explicação:

Se pudéssemos viajar no tempo e visitar a Terra de 500 milhões de anos atrás, encontraríamos continentes desertos de vida. Nessa época, os seres vivos habitavam apenas mares e lagos. Os primeiros organismos a colonizar a terra firme, ao que tudo indica, foram algas verdes primitivas, ancestrais das plantas atuais. O novo ambiente era relativamente seco, mas, em compensação, havia um vasto território a ser conquistado, totalmente livre de competidores. As plantas, graças à sua auto-suficiência alimentar, não precisavam depender de outros seres vivos **para** se estabelecerem em terra firme. Assim, rapidamente conquistaram esse ambiente, onde se diversificaram (L1, v. 2, p. 136, ênfase adicionada).

O problema com essa explicação é que a conquista da terra firme não é um processo teleológico, mas contingente. Outra explicação evolutiva que perde em qualidade é a que ocorre em L3 (v. 3, p. 244, ênfase adicionada), no tópico acerca da evolução dos dinossauros:

O *Brachiosaurus* poderia olhar por cima de um edifício de três andares e pesava umas 50 toneladas. Os problemas de engenharia que a natureza teve de enfrentar **para** construir tais colossos são formidáveis. Embora as patas desses animais fossem grossos pilares de sustentação, duvida-se que eles pudessem sustentá-los em terra.

Estas duas explicações poderiam ter sido qualificadas como exemplos de abordagem etiológica, mas estão, em nossa análise, na categoria das explicações teleológicas não-deliberativas inadequadas, acerca das quais falaremos mais adiante. Em síntese, porque as abordagens evolutivas são raras, a abordagem etiológica comparece muito pouco nos livros

didáticos, como percebemos de modo marcante no volume 1 de L3, no qual apenas cinco explicações, entre trezentas, foram elaboradas em termos de uma abordagem evolutiva.

Os enunciados formulados desde a perspectiva do projeto organizacional de explicação científica empregaram não apenas o termo ‘função’, mas também ‘papel’. Esses termos, de fato, são semanticamente próximos, intercambiáveis, por isso. Em adição, as expressões ‘permite que’, ‘encarregado de’, ‘responsável por’ também tomaram parte das explicações que encontramos nas obras didáticas. Em vista da frequência com que foram utilizadas, consideramos tais expressões como peças-chave mobilizadas pelos autores para conferir poder suasório ao discurso didático de biologia. Contudo, porque tais expressões são comuns no discurso cotidiano, veiculando noções diversas, como intenção, meta etc., tivemos o cuidado de qualificar os enunciados que as contiveram em diferentes categorias, como descrevemos na metodologia. Nos casos em que essas expressões compareceram na veiculando conteúdo intencional, incluímos as explicações na categoria “Teleologia Deliberativa”, adequada ou inadequada. Por outro lado, qualificamos as explicações nas demais categorias quando não denotaram intencionalidade, podendo ser entendidas, pelo contexto, no sentido de um pensamento por analogia/metáfora. Assim, identificamos em separado as superposições da categoria “Analogia/Metáfora” com a categoria “Abordagem Organizacional”, como vemos na Tabela 2. Em nenhuma explicação analisada, observamos outros tipos de superposição, como “Analogia/Metáfora & Etiológica”, por exemplo.

Um exemplo de explicação, que emprega a expressão ‘responsável por’, qualificada como organizacional é a que ocorre no capítulo “Os Seres Procarióticos e Bactérias Arqueas”. Neste capítulo, os autores de L1 buscam definir o padrão de estrutura e função das primeiras formas de vida presentes na Terra (as bactérias), distinguindo-as, como se costuma fazer, do padrão eucariótico de organização celular, como maneira de sustentar a classificação dos seres vivos em três domínios distintos: Bacteria, Archaea e Eukarya. Neste contexto, os autores explicam da seguinte maneira a organização da célula bacteriana:

Além do DNA cromossômico, a célula procariótica pode também conter moléculas circulares adicionais de DNA, os plasmídios, menores que o DNA cromossômico e cuja presença não é essencial à vida da bactéria. Possuir plasmídios, no entanto, pode ser vantajoso, pois eles geralmente contêm genes **responsáveis pela** destruição de substâncias tóxicas às bactérias (L1, v. 2, p. 56, ênfase adicionada).

Nesta formulação, queremos destacar dois aspectos importantes. O primeiro, e mais importante, é que, mais uma vez, a atribuição funcional é imprecisa a ponto de confundir *explanandum* e *explanans*. Note que o *explanandum* é a capacidade global que algumas

bactérias têm de ‘detoxificação celular’. Mas é fácil também perceber, seguindo uma abordagem organizacional, que o *explanans* está mal definido: a detoxificação celular é o resultado da atividade proteolítica de proteínas codificadas pelos genes plasmidiais, i.e., a função é das proteínas, não dos genes. Além disso, devemos observar aqui o uso da expressão ‘responsável por’ em parte desse enunciado. A conotação que ela assume não traz qualquer prejuízo ao entendimento teleológico e funcional da frase, porque o contexto delimita sua apropriação como figura de linguagem que cumpre o efeito retórico de persuadir pela ênfase à função de um componente da célula. Neste caso, há uma exploração da sinonímia parcial que o conceito de função pode assentir. Contudo, pela falta de clareza na definição do *explanandum* e *explanans*, vemos que esta explicação organizacional perde em qualidade.

**Tabela 2.** Superposição das categorias “Abordagem Organizacional” e “Analogia-metáfora” nos três livros didáticos do ensino médio analisados.

Livros Didáticos	Amabis & Martho (L1)			Linhares & Gewandsznajder (L2)	Frota-Pessoa (L3)			
	Volumes	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3	Volume único	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3
<b>Organizacional &amp; Analogia-Metáfora</b>								
Total	15/352	25/338	6/48	23/336	16/300	2/35	1/24	
Frequência total	4,26%	7,4%	12,5%	6,85%	5,33%	5,71%	4,17%	
Exemplos de Ocorrências	As endonucleases de restrição são enzimas bacterianas que <b>atuam como</b> “tesouras biológicas”, reconhecendo sequências de pares de bases específicas em moléculas de DNA e cortando-as nesses pontos (v. 3, p. 164, ênfase adicionada).			A quitina e o ácido hialurônico – polissacarídeos nitrogenados presentes, respectivamente, no esqueleto dos insetos e nos tecidos animais, nos quais <b>funcionam como</b> uma cola que liga as células (p. 22, ênfase adicionada).	A membrana plasmática regula as trocas entre a célula e o exterior, como se fosse uma alfândega, favorecendo a passagem de certas substâncias e dificultando a de outras. Elas [...] <b>servem como</b> balcões de trabalho para enzimas e outras substâncias (v. 1, p. 105, ênfase adicionada).			

Em outro contexto, outro enunciado Organizacional que perde em qualidade é o que vemos no capítulo “Os Tecidos dos Animais” de L3, no qual os autores buscam explicar o papel das hemácias no sistema circulatório humano. No contexto desse capítulo, os autores

explicam 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” (L3, v. 1, p. 142). Contudo, ao atribuir às hemácias a função de transportar dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), o autor nos indica que não tem na devida conta a distinção entre função e acidente construída no contexto da abordagem histórica de Wright. O ponto aqui é que a função das hemácias é, de uma perspectiva etiológica, oferecer energia a partir das reações de oxidação, sendo um mero acidente, uma casualidade, carrear outro gás.

O expediente da comparação num enunciado formulado desde uma perspectiva organizacional ocorre na explicação que abre o capítulo “Armas Secretas” de L3, no qual são estudados assuntos referentes ao sistema imunológico humano. Os autores, nesse capítulo, têm o objetivo básico de fazer os estudantes entenderem que o corpo humano dispõe de uma série de componentes que têm a função de evitar doenças. O primeiro componente físico, segundo os autores, é a epiderme, que, por bloquear a entrada de seres estranhos, se assemelha às ‘muralhas de castelos medievais’, mas não completamente, porque a epiderme é “inteligente” (L3, v. 1, p. 51), dado que se renova constantemente. Mas, se algum invasor adentra ao sistema, advertem os autores, não há com o que se preocupar, porque:

Os linfócitos são um tipo de célula branca do sangue (leucócito), que se **encarregam da** segurança interna, combatendo os micróbios que conseguem penetrar no corpo. [...] A circulação linfática reforça a circulação venosa e reencaminha os leucócitos ao seu quartel-general, o sangue (L3, v. 1, p. 51-52, ênfase adicionada).

À primeira vista, chegamos a entender que o uso de ‘encarregado de’, neste caso, poderia introduzir forte conteúdo intencional no conhecimento biológico sobre a disposição dos elementos do sistema imune de contribuir para a manutenção da saúde do organismo humano, o que ensejaria a classificação de teleologia deliberativa inadequada. Contudo, repensamos nossa posição e concluímos que a analogia do sistema imune com as tropas de um exército é um procedimento didático que pode facilitar a aprendizagem, na medida em que sumariza o entendimento mais sofisticado de que esse sistema é formado por um conjunto de células imunes (e.g., linfócitos, células dentríticas, macrófagos, basófilos, eosinófilos) que interagem funcionalmente de modo direto (contato célula-célula) ou indireto (via mediadores bioativos – e.g., citocinas, histaminas) para manter a homeostase tissular. É o *modus operandi* colaborativo dos elementos que justifica a analogia, instrumental na literatura especializada, tanto assim que foi importada para o conhecimento escolar de biologia. Mas, no desenvolvimento dessa explicação, percebemos um dos “perigos” apontados, por exemplo, por Duit (1991, p. 662), que é o de deixar a analogia ser levada longe demais e produzir

equivocos. Enfatizando a interação entre o linfócito T auxiliar e o linfócito B, os autores expressam que uma destas células tem o objetivo de preparar a outra para um combate:

Outro subtipo de linfócito, o linfócito T auxiliar, interage com outros linfócitos, preparando-os **para** combater os micróbios. De fato, os linfócitos B só conseguem produzir anticorpos depois de terem tido contato com linfócitos T auxiliares (L3, v. 1, p. 55, ênfase adicionada).

Nesses termos, não é o caso que nesta explicação, em particular, os autores estejam atribuindo intencionalidade a um desses componentes do sistema imune, mas é o que os estudantes podem concluir pela associação com esta outra explicação, no mesmo contexto, sob o título “A estratégia do vírus da Aids”. Nesse caso, os autores de L3 atribuem até mesmo pensamento reflexivo ao HIV: “devo ferir mortalmente o inimigo que se prepara para matar-me”. E enfatiza: “De fato, como bandido que a assalta a delegacia, ele ataca especificamente os linfócitos T auxiliares, que deveriam combater-lo” (L3, v.1, p. 55). No conjunto das explicações, a ênfase recai mais na ideia de ‘exército de segurança interna’, sobretudo pelo uso do termo ‘estratégia’ do que na noção de mecanismo, neste caso o mecanismo de infecção viral que envolve interações funcionais entre os componentes do sistema imune e dos vírus (e.g., DNA, RNA, proteínas). Essas construções que, num contexto mais amplo, são imprecisas, poderiam ser reformuladas em termos puramente causais, destacando que a regulação das respostas imune adaptativas é o resultado de uma rede de processos causais de sinalização celular via diversos componentes (lipídios, proteínas etc.). Em síntese, outra maneira de explicação pode ser a seguinte:

Os linfócitos T auxiliares sintetizam e liberam citocinas (substâncias formadas por proteínas, lipopolissacarídeos) que, reconhecidas por receptores de membrana dos linfócitos B, sinalizam estas células a produzir anticorpos que inativam os antígenos.

As explicações em termos de uma teleologia deliberativa, marcadas principalmente pelo termo ‘estratégia’, são mais frequentes em L1, sem distribuição preferencial por capítulo. Assim, encontramos explicações teleológicas deliberativas nos temas que são objeto de estudo tanto da biologia funcional quanto da biologia evolutiva. No estudo do ciclo celular, por exemplo, os autores de L1 assim explicam o comportamento das células:

Quando uma célula em fase S é submetida a agentes mutagênicos, como certos tipos de radiação ou de substância, podem ocorrer danos no DNA. Esses danos são detectados no ponto de checagem G<sub>2</sub> e, então, o início da mitose é retardado até que a célula realize os devidos reparos. Eventuais lesões nas moléculas de DNA podem ainda ser detectadas no ponto de checagem de G<sub>1</sub> e, nesse caso também, a progressão do ciclo celular é interrompida antes do início da fase S. Essas interrupções são **estratégicas**, pois permitem que sejam feitos os reparos no DNA antes de a célula iniciar sua duplicação, evitando que moléculas lesadas sejam duplicadas e transmitidas para as células-filhas (L1, v. 1, p. 186, ênfase adicionada).



A atribuição de conteúdo intencional às células neste caso é um procedimento inadequado e desnecessário, uma vez que as pausas no ciclo celular podem ser entendidas, de modo causal, como o resultado da atividade de proteínas codificadas por genes regulatórios. No capítulo “Em Busca da Sobrevivência”, de L3, os autores exploram os diferentes modos de vida de alguns animais, como o louva-a-deus e os tipos de mimetismo, e, sobretudo, os parasitas e as adaptações que exibem. Antes, contudo, um texto-síntese do capítulo busca chamar a atenção dos estudantes mediante a descrição de alguns comportamentos:

Os predadores usam órgãos de que dispõem para capturar a presa. As galinhas bicavam e engoliam, aos pedaços, as lagartas que infestaram meu pé de maracujá, mas um belo percevejo que apareceu tinha uma **técnica** diferente: enfiava a tromba nas lagartas, como uma agulha de injeção, para sugá-las. Papa-moscas (aracnídeos), lagartixas, sapos e louva-a-deus devoram moscas. Então, porque elas não acabam? As **estratégias** para obter alimento são parte do jogo da sobrevivência (L3, v. 2, p. 109, ênfase adicionada).

As explicações formuladas nestes termos, ‘técnica’ e ‘estratégia’, veiculam conteúdo intencional e podem levar os estudantes a desenvolverem a noção confusa de que o objetivo da biologia é, em grande medida, desvendar os propósitos dos animais. Este é um ponto problemático porque, como abordagens evolutivas são raras em todas as obras didáticas, é fácil chegar à conclusão de que estes seriam propósitos decorrentes de algum tipo de planejamento dos organismos por algum designer, por exemplo, Deus, o que seria uma visão inconsistente com o conhecimento científico aceito contemporaneamente.

Outra ocorrência de introdução de conteúdo intencional, desta vez com o termo ‘permitir’, pode ser vista na seguinte explicação fornecida por L1 no capítulo “Fronteiras da Célula”, em que os autores buscam explicitar a funcionalidade dos diferentes tipos de células dos organismos por referência à organização estrutural da membrana plasmática:

A membrana plasmática é de fundamental importância para a vida, uma vez que contém e delimita o espaço interno da célula, isolando-o do ambiente ao redor. Esse isolamento, porém, não pode ser absoluto: **para** viver, a célula precisa **permitir** a entrada de certas substâncias úteis — água, gás oxigênio, alimento etc. — e a saída de outras, principalmente gás carbônico e substâncias tóxicas (excreções) (L1, v. 1, p. 111, ênfase adicionada).

Entre os diferentes modos de explicação (causal comum, teleológica, funcional), esta é claramente uma explicação funcional que pode ser entendida desde a perspectiva da abordagem organizacional. Nos devidos termos, temos, num contexto genérico, que a permeabilidade seletiva é uma capacidade global que se realiza pelas funções de cada componente da membrana: basicamente fosfolipídios e proteínas; em nossa análise: (i) *explanandum*: permeabilidade seletiva e (ii) *explanans*: funções realizadas pelos componentes. Como se pode notar, a explicação se aproxima bem da abordagem

organizacional, mas, ao mesmo tempo, se mostra problemática por imiscuir neste projeto explanatório uma visão intencional do sistema celular, mediante o uso do termo ‘permitir’. É completamente gratuito atribuir à célula um ‘desejo’ de manter-se viva ou funcional pelos processos de nutrição e excreção. Isso porque a permeabilidade seletiva é tão simplesmente uma capacidade que resulta do arranjo espontâneo de componentes com propriedades eletroquímicas específicas. Não há qualquer componente da membrana que veio a estar ali por causa de sua habilidade de ‘permitir’ ou autorizar a entrada e a saída de elementos da célula. Estes elementos entram e saem sem que qualquer ‘decisão’ seja requerida. Nessa explicação de L1, que qualificamos como uso inadequado de “Teleologia Deliberativa”, é fácil notar como a falta de clareza na formulação leva os estudantes à má compreensão do *explanandum* e *explanans*. Entendemos que haveria ganho explicativo se parte do texto fosse reformulada em termos estritamente funcionais, numa forma semelhante à que segue:

lipídios e proteínas se auto-arranjam como uma bicamada cuja orientação assimétrica destes componentes, i.e., com diferenças de cargas elétricas, estabelece um domínio hidrofílico (polar) voltado para o ambiente extracelular e um domínio hidrofóbico (apolar) voltado para o ambiente intracelular, de modo que a translocação de substâncias de um ambiente a outro é altamente específica, daí suas funções: (1) separação do conteúdo celular do ambiente externo; (2) controle do fluxo de entrada e saída de substâncias (permeabilidade seletiva).

A explicação nestes termos coloca de modo mais claro para os estudantes que a permeabilidade seletiva faz parte do *explanans*, não do *explanandum*; e explicita que a função da membrana é separar, em vez de isolar, a célula de seu ambiente de contorno. Por assim colocar o *explanans*, os estudantes podem compreender os fenômenos celulares (e.g., difusão, osmose, transporte ativo) estudados neste capítulo e as outras capacidades globais das células estudadas ao longo da obra, como, por exemplo, nutrição, excreção, comunicação etc.

Em L3, a explicação sobre a organização da membrana é causal:

A membrana plasmática que delimita a célula eucariótica é formada por duas camadas de fosfolipídios. Suas moléculas alongadas são hidrófilas (atraídas pela água) em uma ponta e, na outra, hidrófobas (repelidas pela água)” (L3, v. 1, p. 109).

Neste caso, há dois equívocos importantes, mas, sendo uma explicação causal, somos restringidos por decisão metodológica a não analisá-lo, porquanto nosso objetivo aqui não é a correção de conteúdo. Por outro lado, em L2, temos um bom exemplo de explicação tipicamente funcional sobre o assunto em pauta:

Todas as células possuem na sua superfície uma película limitante, a membrana plasmática ou plasmalema (*lema* = invólucro). Entre outras **funções**, essa película [a membrana plasmática]

mantém separada do ambiente externo a estrutura altamente organizada da matéria viva, controlando a entrada e a saída de substâncias (L2, p. 40, ênfase adicionada).

Esse enunciado explicita *explanandum* e *explanans* e se aproxima mais da sugestão que fizemos acima. Em ambos os enunciados, não há qualquer conteúdo sobre como as primeiras membranas evoluíram conformando um complexo sistema celular. É bem possível incluir uma breve narrativa sobre o cenário de evolução da membrana e de evolução do citoplasma, porque há hipóteses razoáveis disponíveis que reconstituem possíveis condições. Assim, é interessante que alguma hipótese a este respeito compareça num livro didático do ensino médio, mas desde que por esse mesmo estatuto, i.e., como possíveis explicações.

Como dissemos antes, as explicações etiológicas são as menos frequentes em todas as obras analisadas e mesmo as poucas formulações deste tipo incorrem em algum problema conceitual. As explicações etiológicas perdem qualidade nas obras didáticas que analisamos por formulações teleológicas inadequadas, que se faz facilmente quando não se tem na devida conta a distinção entre teleologia deliberativa e teleologia não-deliberativa. É o caso, por exemplo, da seguinte explicação no tópico “Tendências Evolutivas na Fisiologia Animal” de L1 (v. 2, p. 279, ênfase adicionada):

A **estratégia** nutricional dos animais, como já vimos, é heterotrófica: todo animal precisa de substâncias orgânicas obtidas a partir de outros seres, vivos ou mortos. Comer é a palavra-chave na **estratégia** de sobrevivência animal. Ao longo da evolução, os animais desenvolveram um sistema capaz de transformar o alimento obtido **para** melhor aproveitá-lo: o sistema digestório.

Nesse enunciado, os usos do termo ‘estratégia’ e a atribuição de objetivo indicam, novamente, a ocorrência de teleologia deliberativa. Esse tratamento é inadequado, porque embora o processo evolutivo não alcança um estado final nos organismos, ocorre todo o tempo. Uma interpretação mais amena dessa explicação em L1 é que os autores podem estar considerando que a produção de adaptações nos organismos representa o fim do processo evolutivo. Entretanto, mesmo assim, a explicação perde em qualidade, porque, do modo como está formulada, dá a entender que o fim é planejado ou consciente. No nosso entendimento, os traços dos organismos podem ser explicados de modo teleológico, mas desde que seja de uma perspectiva da teleologia não-deliberativa e, especificamente nesse contexto, enfatizando que se trata de uma teleologia indeterminada. Em síntese, dizemos que é possível explicar os processos evolutivos teleologicamente, mas isso não quer dizer que eles sejam teleológicos.

O ponto central acerca do uso de termos como ‘estratégia’ nos livros didáticos é a dificuldade que temos de identificar o significado que os autores querem transmitir para os

estudantes. Este problema é ilustrado por Ruse (1988) através do seguinte texto que ele coletou do editorial escrito para um periódico da área de biologia:

Alguns autores parecem considerar o uso da terminologia teleológica como ‘esforço para alcançar objetivos’ como um modo de prender a atenção do leitor. Outros, aparentemente, usam-na metaforicamente como um método conveniente de investigação de problemas. No entanto, isto é perigoso porque produz pensamento e escrita descuidada, e engana leitores não treinados em ciência, os quais, frequentemente, tomam de modo equivocado a metáfora pela verdade. Um amigo humanista sugeriu o aviso de que ‘A atribuição de propósitos a plantas não se pretende em sentido literal, e caso assim seja tomada é danosa à sua saúde mental’. Cientistas podem ter objetivos e podem desenvolver estratégias de pesquisa para alcançá-los, mas as plantas não, a menos que estejamos dispostos a aceitar que elas têm inteligência e podem tomar decisões. Termos como ‘estratégia’ e ‘tática’ são filosoficamente questionáveis quando aplicados a plantas e animais inferiores, e são mais bem aplicados por políticos, militares e técnicos esportivos (Kramer, 1984, in Ruse, 1988, p. 186).

De nossa parte, pensamos que, por expressarem forte conteúdo intencional, o uso de tais termos deve ser feito com muita cautela nos livros didáticos, reservando-os mesmo para explicar os sistemas que comportam ou representam atributos intencionais. As Tabelas 3 e 4 sumarizam as ocorrências de usos adequados e inadequados de explicações teleológicas deliberativas e não-deliberativas. No caso da teleologia deliberativa, vemos que os usos adequados e inadequados ocorrem com frequência similar nas obras (exceto L2). Por outro lado, as explicações não-deliberativas adequadas predominam nos livros didáticos.

**Tabela 3.** Ocorrências de explicações teleológicas deliberativas adequadas e inadequadas nos livros didáticos analisados.

Livros Didáticos	Amabis & Martho (L1)			Linhares & Gewandsznajder (L2)	Frota-Pessoa (L3)		
	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3	Volume único	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3
<b>Teleologia Deliberativa (adequada)</b>							
Volumes	11/21	5/14	1/3	18/19	4/6	1/6	0
Total	52,38%	35,71%	33,33%	94,74%	66,67%	16,67%	0%
Frequência relativa	3,13% (11/352)	1,48% (5/338)	2,08% (1/48)	5,36% (18/336)	1,33% (4/300)	2,86% (1/35)	0%
Frequência total	Relembra que no estudo dos cromossomos humanos [...], a colchicina é <b>empregada para</b> bloquear a divisão dos linfócitos em metáfase [...] (vol.1, p. 181, grifo meu, ênfase adicionada).			O fungo [ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ] é <b>utilizado</b> também <b>como</b> fermento <b>para</b> fazer a massa de pão crescer, por meio da...	Assim se prepara o soro antitetânico e o soro antidiftérico, que <b>servem para</b> tratar pessoas atacadas por bacilos correspondentes (vol.1, p. 58, ênfase adicionada).		
Exemplos de Ocorrências							

Tabela 3. (continuação)

Livros Didáticos	Amabis & Martho (L1)			Linhares & Gewandsznajder (L2)	Frota-Pessoa (L3)		
<b>Teleologia Deliberativa (adequada)</b>							
Exemplos de Ocorrências				...produção de gás carbônico (p. 63, ênfase adicionada).			
<b>Teleologia Deliberativa (inadequada)</b>							
Volumes	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3	Volume único	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3
Total	10/21	9/14	2/3	1/19	2/6	5/6	1/1
Frequência relativa	47,62%	64,28%	66,67%	5,26%	33,33%	83,33%	100%
Frequência total	2,85% (10/351)	1,77% (6/338)	4,17% (2/48)	0,30% (1/336)	0,67% (2/300)	14,28% (5/35)	100%
Exemplos de Ocorrências	A membrana plasmática é de fundamental importância para a vida, uma vez que contém e delimita o espaço interno da célula, isolando-o do ambiente ao redor. Esse isolamento, porém, não pode ser absoluto: <b>para</b> viver, a célula precisa <b>permitir</b> a entrada de certas substâncias úteis [...] (v. 1, p. 111, ênfase adicionada).			O núcleo é uma estrutura característica dos eucariontes, na qual estão os genes, <b>responsáveis pelo</b> controle das atividades celulares e pelas características hereditárias dos organismos (p. 79, ênfase adicionada).	Como os tripanossomos passam de uma pessoa para outra? Isso é <b>tarefa</b> do barbeiro, que, ao sugar o doente, leva os tripanossomos com o sangue para seu intestino, onde eles se multiplicam (v. 2, p. 133, ênfase adicionada).		

Tabela 4. Ocorrência de explicações teleológicas não-deliberativas adequadas e inadequadas nos livros didáticos analisados.

Livros Didáticos	Amabis & Martho (L1)			Linhares & Gewandsznajder (L2)	Frota-Pessoa (L3)		
<b>Teleologia Não-Deliberativa (adequada)</b>							
Volumes	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3	Volume único	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3
Total (Org. & Etio.)	295/352	292/338	39/48	290/336	259/300	18/35	18/24
Frequência total	83,81%	86,40%	81,25%	86,31%	86,33%	51,43%	75,00%

Tabela 4. (continuação)

Livros Didáticos	Amabis & Martho (L1)	Linhares & Gewandszajder (L2)	Frota-Pessoa (L3)				
<b>Teleologia Não-Deliberativa (adequada)</b>							
Exemplos de Ocorrências	A notocorda origina-se da diferenciação do mesoderma, sendo formada por células grandes, envoltas por uma bainha de tecido conjuntivo. Sua <b>função</b> é sustentar o tubo nervoso, <b>contribuindo para</b> definir o eixo longitudinal do embrião. Na maioria dos cordados, a notocorda desaparece ao final da vida embrionária (v. 2, p. 407, ênfase adicionada). [Organizacional]	Entre os insetos sociais, a divisão do trabalho é tão grande que o corpo dos indivíduos está modificado e <b>adaptado</b> de acordo com as <b>funções</b> que realizam (p. 477, ênfase adicionada). [Etiológica]	As proteínas são essenciais <b>para</b> formar as estruturas da célula e transportar substâncias. As fibras musculares contraem-se porque contêm as proteínas actina e miosina. A capacidade que os glóbulos vermelhos têm de transportar oxigênio deve-se à proteína hemoglobina (v.1, p. 88, ênfase adicionada). [Organizacional]				
<b>Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)</b>							
Volumes	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3	Volume único	Vol. 1	Vol. 2	Vol. 3
Total (Org. & Etio.)	21/352	8/338	0	4/336	19/300	9/35	4/24
Frequência total	5,96%	2,36%	0%	1,2%	6,33%	25,71%	16,66%
Ocorrências	No início do desenvolvimento da maioria dos animais, os ciclos celulares são curtos; as células quase não crescem, dividindo-se em ritmo acelerado <b>para</b> gerar as novas células do embrião (v.1, p. 177-178, ênfase adicionada). [Organizacional]			As mutações que provocam mudanças pequenas e que, eventualmente, tragam alguma vantagem podem acumular-se ao longo das gerações por meio da seleção natural <b>para a melhor adaptação</b> do organismo ao seu ambiente (p. 423, ênfase adicionada). [Etiológica]	De fato, é <b>bom para</b> o parasita prejudicar o mínimo possível sua vítima, pois, se o hospedeiro morrer, o parasita morre junto. Por isso, as mutações que tornam o parasita menos nocivo são favorecidas pela seleção natural (v. 2, p. 150, ênfase adicionada). [Etiológica]		

De modo similar, entendemos que a falta de clareza quantos aos possíveis modos de explicação teleológica também está associada à ideia de que a evolução conduz os organismos a rumos da perfeição, como vemos no capítulo “Variação e Seleção Natural” de L3:

As espécies atuais resultaram de uma longa evolução, que selecionou combinações genéticas convenientes para os organismos viverem em seu ambiente. Nesse sistema, já **ultra-aperfeiçoado**, uma nova mutação tem grande probabilidade de ser desastrosa. É como se trocássemos, ao acaso, uma ligação em um computador, na esperança de que ele passasse a **funcionar** melhor (L3, v. 3, p. 142, ênfase adicionada).

Estas formulações não são do mesmo tipo que aquela construída em torno do termo ‘estratégia’, que indica direcionalidade consciente; em vez disso, temos aqui dois tratamentos que explicitam que o fim do processo evolutivo é a perfeição. Aqui, não há qualquer componente de intencionalidade, trata-se de um objetivo alcançado por seleção natural. Assim, enquanto aquelas explicações que se referem ao significado de estratégia são exemplos de uma teleologia deliberativa, os casos que acabamos de analisar são sugestivos da ocorrência de uma teleologia não-deliberativa. Contudo, para estes casos, mesmo esta abordagem teleológica é questionável, como concluímos da crítica que Levins e Lewontin (1985) fazem à noção de aperfeiçoamento nas explicações em biologia evolutiva. O problema está, em primeiro lugar, em que “a ideia de progresso requer não apenas uma teoria da direção, mas também um juízo moral” (Levins & Lewontin, 1985, p. 24). A noção de escala de complexidade é difícil de ser sustentada, em segundo lugar, porque não temos uma base objetiva para medir a complexidade de um organismo. A respeito disso, aliás, Caponi (2002) nos faz perceber que este ponto se conecta às questões fundamentais do debate sobre a ideia de simorfose, quais sejam: “determinar experimentalmente até onde esse ajuste ótimo se verifica na estrutura e funcionamento dos organismos individuais” (Caponi, 2002, p. 84). Essa ideia, completa Caponi, está associada ao entendimento da economia funcional dos seres vivos, que, em última instância, é um produto da seleção natural. Seja com a ideia de perfeição ou de simorfose, a atribuição de propósito ao processo evolutivo é difícil de ser defendido e leva ao entendimento equivocado de que a evolução cessa quando a perfeição é alcançada (Levins & Lewontin, 1985, p. 27). As explicações teleológicas têm lugar nas explicações evolutivas, mas é fundamental compreender de qual perspectiva teleológica o discurso científico figura como defensável nesta dimensão da biologia.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho, nos debruçamos sobre as atribuições funcionais em livros didáticos de biologia do ensino médio. A partir da análise de três obras aprovadas num programa nacional de avaliação de livros didáticos do ensino médio (PNLEM/MEC), constatamos que é muito frequente o apelo à função. A maior parte das explicações que encontramos pode ser enquadrada na categoria abordagem organizacional. Esta predominância pode ser explicada com base na ênfase dada no conhecimento escolar de biologia à relação forma-função, principalmente no nível celular. As explicações desde uma perspectiva etiológica comparecem muito pouco nos livros didáticos, sobretudo porque o conteúdo de biologia evolutiva é escasso. O fato de que as explicações que analisamos estejam enquadradas nas diferentes categorias, digamos abordagem organizacional e abordagem etiológica, não quer dizer que elas estejam bem formuladas nos termos de tais projetos explanatórios. De fato, notamos que as explicações carecem de um embasamento epistemológico consistente para tratar das questões dos diferentes campos da biologia. Na biologia funcional, o projeto teórico organizacional pode auxiliar os estudantes a identificarem com clareza as diferentes partes de uma explicação, i.e., *explanandum* e *explanans*. Na biologia evolutiva, o projeto etiológico pode contribuir para o entendimento das adaptações dos organismos em termos da elucidação dos processos causais de origem e aumento de frequência dos traços.

Esta ausência de embasamento pode resultar em equívocos importantes como, por exemplo, a atribuição indevida de função a itens biológicos, como observamos na explicação em L3 de que a função das hemácias é transportar o dióxido de carbono. O equívoco em questão surge exatamente porque os autores não adotam uma distinção que foi crucial no debate filosófico sobre as funções, a distinção entre função e acidente, construída no âmbito da abordagem etiológica de Wright. Levar em conta esta distinção significa não transmitir aos estudantes uma visão equivocada sobre os processos biológicos. Cabe assinalar ainda que a distinção entre função e acidente, na filosofia da biologia, realizada por Wright, corresponde a distinções similares na biologia, como por exemplo, aquelas entre efeitos ou benefícios fortuitos e adaptações genuínas, na obra seminal de G.C. Williams ([1966]1996), e entre exaptação e adaptação, feita por Gould e Vrba ([1982]1998).<sup>15</sup> Assim, é importante que, de alguma maneira, ela esteja presente no conhecimento escolar de biologia.

---

<sup>15</sup> A obra de Williams ([1966]1996), ao lado da de Darwin ([1859]1964), foi, inclusive, uma das inspirações para Gould e Vrba ([1982]1998) proporem um novo termo para a biologia evolutiva, 'exaptação'.



Por sua vez, o projeto explanatório organizacional captura bem os usos de função nos conteúdos de biologia funcional dos LDs. No entanto, tudo o que os livros oferecem são exemplos particulares de atribuições funcionais a órgãos, estruturas, comportamentos. Ou seja, eles não oferecem aos estudantes uma ferramenta geral que lhes permita enxergar as relações de funcionalidade entre partes e todo em outros casos biológicos que não sejam aqueles expostos explicitamente. Desse modo, para superar este problema, seria necessário realizar uma recontextualização didática desses dois quadros teóricos para o ensino médio.

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 nos livros didáticos de biologia do ensino médio. Os dois modos de explicar funcionalmente oferecem bases epistemológicas consistentes para os usos de função nos LDs e podem contribuir para a o ensino de biologia. No projeto etiológico, a contribuição está em auxiliar na construção de narrativas históricas que considerem os diferentes processos causais de origem dos traços, com ênfase na distinção entre função e acidente. Nos termos do projeto organizacional de explicação científica, o conhecido escolar de biologia pode ser favorecido pelo entendimento de como os sistemas biológicos estruturalmente organizados operam pela relação de seus diversos componentes.

## REFERÊNCIAS<sup>16</sup>

- Allen, C. & Bekoff, M. ([1995]1998). Biological Function, Adaptation, and Natural Design. In C. Allen, M. Bekoff. & G. Lauder (Orgs.), *Nature's Purposes: Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 571-587). Cambridge: MIT Press.
- Allen, C., Bekoff, M., & Lauder, G. (Orgs.). (1998). *Nature's Purposes: Analyses of Function and Design in Biology*. Cambridge: MIT Press.
- Amundson, R. & Lauder, G. V. (1994). Function without purpose: the uses of causal role functions in evolutionary biology. *Biology and Philosophy*, 9, 443-469.
- Ayala, F. (1970). Teleological Explanations in Evolutionary Biology. *Philosophy of Sciences*, 37(1), 1-15.
- Ayala, F. (1998). Teleología y adaptación en la evolución biológica. In S. Martinez & A. Barahona (Eds.), *Historia y explicación en biología* (pp. 495-510). México: Fondo de Cultura Económica.
- Anderson, C. C. (1964). The psychology of the metaphor. *Journal of Genetic Psychology*, 105, 53-73.

---

<sup>16</sup> Normatizadas segundo o “APA Style” (American Psychological Association’s Publication Manual, 6th edition), conforme orienta o conselho editorial da Wiley Periodicals, que edita os periódicos que temos em vista: *Journal of Research in Science Teaching e Science Education*.

- Angioni, L. (2002). Resenha de David Bolotin, An approach to Aristotle's Physics. *Educação e Filosofia*, 16, 183-190.
- Atran, S. (1995). Causal constraints on categories. In D. Sperber, D. Premack & A. J. Premack (Eds.), *Causal cognition: A Multi-disciplinary Debate* (pp. 205-233). Oxford, England: Clarendon Press.
- Ariew, A., Cummins, R., & Perlman, M. (Eds.). (2002). *Functions: New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology*. Oxford: Oxford University Press.
- Ariew, A. (2003). Natural selection doesn't work that way: Jerry Fodors vs. evolutionary psychology on gradualism and saltacionism. *Mind and Language*, 18, 478-483.
- Aristotle (1984). *Complete Works of Aristotle*. The Revised Oxford Translation in two volumes, edited by Jonathan Barnes. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Aristóteles (1999). *As Partes dos Animais*, Livro I. (L. Angioni, Trans.). *Cadernos de História e Filosofia da Ciência*, 9(especial), 1-148.
- Balme, D. M. (1987). Teleology and necessity. In A. Gotthelf & J. G. Lennox (Eds.), *Philosophical Issues in Aristotle's Biology* (pp. 275-286). Cambridge: Cambridge University Press.
- Bardin, L. (1977). *Análise de Conteúdo*. Lisboa: Edições 70.
- Bartov, H. (1978). Can Students be Taught to Distinguish Between Teleological and Causal Explanations? *Journal of Research in Science Teaching*, 15, 567-572.
- 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.
- Beckner, M. (1959). *The Biological Way of Thought*. New York: Columbia University Press.
- Beckner, M. (1969). Function and Teleology. *Journal of the History of Biology*, 2, 151-164.
- Benson, G. D. (1989). Epistemology and science curriculum. *Journal of Curriculum Studies*, 21(4), 329-344.
- Bock, W. J., & Wahlert, G. von (1998). Adaptation and Form-Function Complex. In C. Allen, M. Bekoff & G. Lauder (Orgs.), *Nature's Purposes: Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 118-167). Cambridge: MIT Press.
- Buller, D. (1998). Etiological Theories of Functions: A Geographical Survey. *Biology and Philosophy*, 13, 505-527.
- Black, M. (1993). More about metaphor. In: A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 19-41). Cambridge: Cambridge University Press.
- Braga, S. A. M. (2003). *O texto do livro didático de ciências: um gênero discursivo*. (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Minas Gerais, 2003). Retrieved from [http://dspace.lcc.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/CPSA-5WVTMF/1/o\\_texto\\_de\\_biologia\\_do\\_livro\\_did\\_tico\\_de\\_ci\\_ncias.pdf](http://dspace.lcc.ufmg.br/dspace/bitstream/1843/CPSA-5WVTMF/1/o_texto_de_biologia_do_livro_did_tico_de_ci_ncias.pdf)
- Braithwaite, R. (1953). *Scientific Explanation*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Bradie, M., & Miller Jr., F. D. (1984). Teleology and Natural Necessity in Aristotle. *History of Philosophy Quarterly*, 1, 133-146.
- Brandon, R. N. (1990). *Adaptation and Environment*. Princeton: Princeton University Press.
- Brentano, F. ([1874]1995). *Psychology from an Empirical Standpoint*. London: Routledge.
- Canfield, J. (1964). Teleological Explanations in Biology. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 14(56), 285-295.
- Caponi, G. (2001). Biología Funcional vs. Biología Evolutiva. *Episteme*, (12), 23-46.
- Caponi, G. (2002). Explicación seccional e explicación funcional: la teleología en la biología contemporánea. *Episteme*, (14), 57-88.
- Caponi, G. (2003). Os modos da teleologia em Cuvier, Darwin e Claude Bernard. *Scientiae Studia*, 1, 27-41.
- Caponi, G. (2007). Física del organismo vs hermenéutica del viviente: el alcance del programa reduccionista en la biología contemporánea. *História, Ciência, Saúde – Manguinhos*, 14(2), 443-468.
- Caponi, G. (2010). Análisis funcionales y explicaciones seccionales en biología. Una crítica de la concepción etiológica del concepto de función. *Ideas y Valores*, (143), 51-72.
- Casler, K., & Kelemen, D. (2003). *Teleological explanation and conceptual change: Reasoning about nature among Romanian Roma (Gypsy) adults. Poster presented at the meeting of the cognitive development society, Park City, UT.*
- Cummins, R. (1975). Functional Analysis. *The Journal of Philosophy*, 72(20), 741-765.
- Cummins, R. (1983). *The nature of psychological explanation*. Cambridge: The MIT Press.
- Cummins, R. (2002). Neo-Teleology. In A. Ariew, R. Cummins & M. Perlman (Eds.), *Functions: New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology* (pp. 157-172). Oxford: Oxford University Press.
- Collier, J. (2000). Autonomy and Process Closure as the Basis for Functionality. *Annals of the New York Academy Sciences*, (901), 289-291. Retrieved from <http://www.ukzn.ac.za/undphil/collier/papers/closure.pdf>
- Collier, J. (2004). Interactively open autonomy unifies two approaches to function. In D. M. Dubois (Ed.), *Computing Anticipatory Systems: CASY'03 – Sixth International Conference* (pp. 228-235). Melville, NY: American Institute of Physics.
- Copleston, F. (1985). *A History of Philosophy: Greece and Rome* (Vol. I). New York: Doubleday.
- Curtis, R. V. & Reigeluth, C. M. (1984). The Use of Analogies in Written Text. *Instructional Science*, 13, 99-117.
- Crane, T. (2009). Intentionalism. In B. P. McLaughlin (Ed.), *The Oxford Handbook of Philosophy of Mind*. New York: Oxford University Press.
- Craver, C. F. & Bechtel, W. (2006). Mechanism. In S. Sarkar & J. Pfeifer (Eds.), *Philosophy of science: an encyclopedia* (pp. 469-478). New York: Routledge.

- Dagher, Z. & Cossman, G. (1992). Verbal explanations given by science teachers: Their nature and implications. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 361-374.
- Dagher, Z. (1995). Analysis of Analogues used by Science Teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(3), 259-270.
- Davidson, D. (1980). Mental Events. In *Essays on Actions and Events* (pp. 207-228). Oxford: Clarendon Press.
- Davies, P. S. (2001). *Norms of Nature: Naturalism and the Nature of Functions*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Darwin, C. [1859]1964. *On the Origin of Species*. Cambridge: Harvard University Press.
- Dennett, D. (1991). *Consciousness Explained*. New York: Back Bay Books.
- Duit, R. (1991). On the Role of Analogies and Metaphors in Learning Science. *Science Education*, 79(6), 649-672.
- El-Hani, C. N. & Nunes-Neto, N. F. (2009). Function in Biology: Etiological and Organizational Perspectives. *Acta biológica colombiana*, 14S, 111-132.
- El-Hani, C. N., Roque, N., Rocha, P. L. B. (2011). Livros didáticos de biologia do ensino médio: resultados do PNLEM/2007. *Educação em revista*, 27(1), 211-240.
- Endler, J. A. (1986). *Natural Selection in the Wild*. Princeton: Princeton University Press.
- Fairclough, N. (1992). *Discourse and Social Change*. Cambridge: Polity Press.
- Fuller, S. (1997). *Science*. Buckingham, UK: Open University Press.
- Gabel, D., & Sherwood, R. D. (1980). Effect of using analogies on chemistry achievement according to Piagetian level. *Science Education*, 64, 709-716.
- Gallant, R. A. (1981). Pitfalls of personification. *Science and Children*, 19, 16-17.
- Ghiselin, M. T. (1994). Darwin's Language may Seem Teleological, but his Thinking is Another Matter. *Biology and Philosophy*, 9, 489-492.
- Ghiselin, M. T. (2005). The Darwinian Revolution as Viewed by a Philosophical Biologist. *Journal of the History of Biology*, 38, 123-136.
- Glynn, S. M., Britton, B. K., Semrud-Clikeman, M., & Muth, K. D. (1989). Analogical reasoning and problem solving in science textbooks. In J. A. Glover, R. R. Ronning, & C. R. Reynolds (Eds.), *A handbook of creativity: Assessment, research and theory*. New York: Plenum.
- Glynn, S. M. (1991). Explaining Science Concepts: A Teaching-With-Analogies Model. In S. M. Glynn, R. H. Yeany, B. K. Britton (Eds.), *The Psychology of Learning Science* (pp. 219-240). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum.
- 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.

- Godfrey-Smith, P. (1999). Adaptationism and the Power of Selection. *Biology and Philosophy*, 14, 181-194.
- Gould, S.J. & Lewontin, R.C. (1979). The Spandrels of San Marco and the Panglossian Paradigm: a Critique of the Adaptationism Program. *Proceedings of the Royal Society, London*, B205, 581-598.
- Gould, S. J., & Vrba, E. [1982](1998). Exaptation: a missing term in the science of form. In C. Allen, M. Bekoff, G. Lauder (Eds.), *Nature's Purposes: Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 519-540). Cambridge: MIT Press.
- Goudge, T. A. (1961). *The Ascent of Life*. Toronto: University of Toronto Press.
- Gregory, T. R. (2009). Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, 2, 156-175.
- Griffiths, P. (1992). Adaptive Explanations and the Concept of a Vestige. In P. Griffiths (Ed.), *Trees of Life: Essays in the Philosophy of Biology* (pp. 111-131). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Griffiths, P. E. (1993). Functional Analysis and Proper Functions. *The British Journal for the Philosophy of Science*, 44(3), 409-422.
- Gruner, R. (1966). Teleological and Functional Explanations. *Mind*, 75(300), 516-526.
- Hausman, D. B. (1978). The Paradox of Teleological Ascription. *The Journal of Medicine and Philosophy*, 3, 144-157.
- Halldén, O. (1988). The evolution of the species: pupil perspectives and school perspectives. *International Journal of Science Education*, 10(5), 541-552.
- Hardcastle, V. G. (1999). Understanding Functions: a pragmatic approach. In V. G. Hardcastle (Ed.), *Where Biology Meets Psychology: Philosophical Essays* (pp. 28-43). Cambridge: The MIT Press.
- Harrison, A. G. & Treagust, D. F. (1993). Teaching with Analogies: A Case Study in Grade-10 Optics. *Journal of Research in Science Teaching*, 30(10), 1291-1307.
- Hempel, C. & Oppenheim, P. (1948). Studies in the Logic of Explanation. *Philosophy of Science*, 15(2), 135-175.
- Hempel, C. ([1959]1965). The logical of functional analysis. In: *Aspects of Scientific Explanation and Other Essays in the Philosophy of Science*. New York: Free Press.
- Johansson, I. (2006). The Constituent Function Analysis of Functions. In H. J. Koskinen, S. Pihlström & R. Vilkkö (Eds.), *Science: A Challenge to Philosophy?* (pp. 35-45). Frankfurt: Peter Lang.
- Hughes, A. (1973). Anthropomorphism, Teleology, Animism, and Personification – Why They Should be Avoided. *Science and Children*, 10, 10-11.
- Hull, D. L. (1975). Teleologia. In *Filosofia da Ciência Biológica*. Rio de Janeiro: Zahar.
- Jacob, F. ([1970]1983). *A Lógica da Vida: Uma História da Hereditariedade* (Ângela Loureiro de Souza, Trans.). Rio de Janeiro: Graal.
- Jungwirth, E. (1975). Caveat mentor: let the teacher beware! *Research in Science Education*, 5, 153-160.

- Keil, F. C. (1992). The origins of an autonomous biology. In M. R. Gunnar & M. Maratsos (Eds.), *Modularity and Constraints in Language and Cognition* (pp. 103-138). Hillsdale, NJ: Earlbaum.
- Keil, F. C. (1994). The birth and nurturance concepts by domains: The origins of concepts of living things. In L. A. Hirschfeld & S. Gelman (Eds.), *Mapping the Mind: Domain Specificity in Cognition and Culture* (pp. 234-254). Cambridge, England: Cambridge University Press.
- Keil, F. C. (1995). The growth of causal understanding of natural kinds. In D. Sperber, D. Premack & A. J. Premack (Eds.), *Causal cognition: A multi-disciplinary debate* (pp. 234-262). Oxford, England: Clarendon Press.
- Kelemen, D. (1999a). The scope of teleological thinking in preschool children. *Cognition*, 70, 241-272.
- Kelemen, D. (1999b). Why are rocks pointy? Children's preference for teleological explanations of the natural world. *Developmental Psychology*, 35(6), 1440-1452.
- Lauder, G. V., Leroi, A. and Rose, M. (1993). Adaptations and History. *Trends in Ecology and Evolution*, 8, 294-297.
- Lear, J. (1988). *Aristotle: the desire to understand*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Lennox, J. G. (1992). Teleology. In E. F. Keller & E. A. Lloyd (Eds.), *Keywords in Evolutionary Biology* (pp. 324-333). Cambridge: MIT Press.
- Lennox, J. G. (1993). Darwin was a Teleologist. *Biology and Philosophy*, 8, 409-421.
- Lennox, J. G. (1994). Teleology by Another Name: A Reply to Ghiselin. *Biology and Philosophy*, 9, 493-495.
- Lennox, J. G. (2001). *Aristotle's Philosophy of Biology*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Looijen, R. C. (1998). Functional Explanations in Biology. In R. C. Looijen (Ed.), *Holism and Reductionism in Biology and Ecology: The Mutual Dependence of Higher and Lower Level Research Programmes*. University Library Groningen: Groningen.
- Malacinski, G. M. & Zell, P. W. (1996). Manipulating the "invisible". Learning molecular biology using inexpensive models. *The American Biology Teacher*, 58, 428-432.
- Martins, I. (2006). Analisando livros didáticos na perspectiva dos Estudos do Discurso: compartilhando reflexões e sugerindo uma agenda para a pesquisa. *Pro-Posições*, 17(1), 117-136.
- Martins, I., Mortimer, E., Osborne, J., Tsatsarelis, C., Aleixandre, M. P. J. (2001). Rhetoric and Science Education. In H. Behrendt, H. Dahncke, D. Reinders, W. Gräber, M. Komorek, A. Kross & P. Reiska (Eds.), *Research in Science Education – Past, Present, and Future* (pp. 189-198). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Mayr, E. (1961). Cause and Effect in Biology. *Science*, 134(3489), 1501-1506.
- Mayr, E. (1974). Teleological and Teleonomic: A New Analysis. In R. S. Cohen & M. W. Wartofsky (Eds.), *Methodological and Historical Essays in the Natural and Social Sciences – Boston Studies in the Philosophy of Science* (pp. 91-117). Dordrecht: Reidel.
- Mayr, E. (1982). *The Growth of Biological Thought*. Cambridge: Harvard University Press.

- Mayr, E. (1988). *Toward a New Philosophy of Biology: Observations of an Evolutionist*. Cambridge: Harvard University Press.
- Mayr, E. (1992). The Idea of Teleology. *Journal of the History of Ideas*, 53(1), 117-135.
- Mayr, E. (2005). *Biologia: ciência única* (Marcelo Leite, Trans.). São Paulo: Companhia das Letras.
- Miller, G. A. (1979). Images and models, similes and metaphors. In A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 202-250). Cambridge: Cambridge University Press.
- Millikan, R. G. (1984). *Language, Thought, and Other Biological Categories*. Cambridge: MIT Press.
- Millikan, R. G. (1989a). An Ambiguity in the Notion "Function". *Biology and Philosophy*, 4, 172-176.
- Millikan, R. G. (1989b). In Defense of Proper Functions. *Philosophy of Science*, 56, 288-302.
- Millikan, R. G. (1993). Propensities, Exaptations, and the Brain. In *White Queen Psychology, and Other Essays for Alice* (pp. 31-50). Cambridge: MIT Press.
- Millikan, R. G. (2002). Biofunctions: Two Paradigms. In A. Ariew, R. Cummins & M. Perlman (Eds.), *Functions: New Essays in the Philosophy of Psychology and Biology* (pp. 113-143). Oxford: Oxford University Press.
- Mitchell, S. D. ([1995]1998). Function, Fitness and Disposition. In C. Allen, M. Bekoff, & G. Lauder (Orgs.), *Nature's Purposes: Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 395-415). Cambridge: MIT Press.
- McLaughlin, P. (2001). *What Functions Explain: Functional Explanation and Self-regulating Systems*. Cambridge: Cambridge University Press.
- McNeill, K. L., Lizotte, D. J., Krajcik, J., & Marx, R. W. (2006). Supporting students construction of scientific explanations by fading scaffolds in instructional materials. *Journal of the Learning Sciences*, 15(2), 153-191.
- McNeill, K. L. & Krajcik, J. (2009). Synergy between teacher practices and curricular scaffolds to support students in using domain specific and domain general knowledge in writing arguments to explain phenomena. *Journal of the Learning Sciences*, 18(3), 416-460.
- Neander, K. (1991). The Teleological Notion of "Function". *Australasian Journal of Philosophy*, 69, 454-468.
- Neander, K. ([1991]1998). Function as Selected Effects: the conceptual analyst's defense. In C. Allen, M. Bekoff, G. Lauder (Orgs.), *Nature's Purposes: Analyses of Function and Design in Biology* (pp. 313-333). Cambridge: MIT Press.
- Neander, K. (1997). The Function of Cognition: Godfrey-Smith's Environmental Complexity Thesis. *Biology and Philosophy*, 12, 567-580.
- Nussbaum, M. C. (1978). *Aristotle's De Motu Animalium*. Princeton: Princeton University Press.
- Nunes-Neto, N. F., & El-Hani, C. (2009). O que é Função? Debates na Filosofia da Biologia Contemporânea. *Scientiae Studia*, 7, 353-401.
- Ortony, A. (Ed.). (1993a). *Metaphor and Thought*. Cambridge: Cambridge University Press.

- Ortony, A. (1993b). The role of similarity in similes and metaphors. In: A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 342-356). Cambridge: Cambridge University Press.
- Owens, J. (1968). Teleology of Nature in Aristotle. *The Monist*, 52, 159-173.
- Paivio, A., & Walsh, M. (1993). Psychological processes in metaphor comprehension and memory. In: A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 307-328). Cambridge: Cambridge University Press.
- Perelman, C. & Olbrechts-Tyteca, L. (2005). *Tratado da Argumentação: a nova retórica* (M. E. A. P. Galvão, Trans.). São Paulo: Martins Fontes.
- Perlman, M. (2004). The Modern Philosophical Resurrection of Teleology. *The Monist*, 87(1), 3-51.
- Perlman, M. (2009). Changing the Mission of Theories of Teleology: Dos and DON'Ts for thinking about function. In U. Krohs & P. Kroes (Eds.), *Functions in Biological and Artificial Worlds: Comparative Philosophical Perspectives* (pp. 17-36). Cambridge: The MIT Press.
- Ponce, M. (1987). *La Explicación Teleológica*. México: UNAM.
- Platão (1977). *Timeu* (C. A. Nunes, Trans.). Belém: Editora da Universidade Federal do Pará.
- Regner, A. C. K. (2006). O conceito darwiniano de causalidade. In L. A. –C. P. Martins, A. C. K. Regner & P. Lorenzano (Eds.), *Ciências da Vida: Estudos Filosóficos e Históricos* (pp. 29-66). Campinas: Associação de Filosofia e História da Ciência do Cone Sul.
- Ricoeur, P. (1975). *La métaphore vive*. Paris: Seuil.
- Ross, D. [1923]1995. *Aristotle*. London: Routledge.
- Rosenberg, A. (1985). *The Structure of Biological Science*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Rumelhart, D. E. (1993). Some problems with the notion of literal meanings. In: A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 71-82). Cambridge: Cambridge University Press.
- Ruse, M. (1971). Narrative explanation and the theory of evolution. *Canadian Journal of Philosophy*, 1, 59-74.
- Ruse, M. (1975). Narrative explanation revisited. *Canadian Journal of Philosophy*, 4, 529–533.
- Ruse, M. (Ed.). (1988). *Readings in the Philosophy of Biology*. New York: Macmillan.
- Salmon, W. C. (1990). *Four decades of scientific explanation*. Minneapolis: University of Minnesota Press.
- Salmon, W. C. (1992). Scientific explanation. In M. H. Salmon et al. (Orgs.), *Introduction to the Philosophy of Science* (pp. 7-41). Englewood Cliffs, NJ: Prentice-Hall.
- Sandoval, W. A. (2003). Conceptual and epistemic aspects of student's scientific explanations. *Journal of the Learning Sciences*, 12(1), 5-51.
- Sandoval, W. A. & Millwood, K. A. (2005). The quality of students use of evidence in written scientific explanations. *Cognition and Instruction*, 23(1), 23-55.
- Searle, J. R. (1983). *Intentionality: An Essay in the Philosophy of Mind*. Cambridge: Cambridge University Press.



- Searle, J. R. (1993). Metaphor. In: A. Ortony (Ed.), *Metaphor and Thought* (pp. 83-111). Cambridge: Cambridge University Press.
- Sober, E. (2000). *Philosophy of Biology* (2th ed.). Oxford: Westview Press.
- Sorabji, R. (1964). Function. *The Philosophical Quarterly*, 14, 289-302.
- Šustar, P. (2007). Neo-functional Analysis: Phylogenetical Restrictions on Causal Role Functions. *Philosophy of Science*, 74, 601-615.
- Schwab, J. J. (Ed.). (1963). *Biology teacher's handbook*. New York: John Wiley & Sons.
- Spassov, S. (1998). Biological Teleology in Contemporary Science. In: V.V.A.A. *Proceedings of the 20<sup>th</sup> world congress of philosophy*. Boston: Paideia Project on-line (University of Boston). Retrieved from <http://www.bu.edu/wcp/Papers/Scie/ScieSpas.htm>.
- Talanquer, V. (2007). Explanations and Teleology in Chemistry Education. *International Journal of Science Education*, 29, 853-870.
- Tamir, P. & Zohar, A. (1991). Anthropomorphism and teleology in reasoning about biological phenomena. *Science Education*, 75, 57-67.
- Taylor, C. (1964). *The Explanation of Behaviour*. London: Routledge & Kegan Paul.
- Taylor, C. A. (1996). *Defining science*. Madison, WI: University of Wisconsin Press.
- Thompson, J. B. (1990). *Ideology and Modern Culture*. California: Stanford University Press.
- Thorpe, C. (2008). The Limits of Teleology. In D. K. Chan (Ed.), *Moral Psychology Today: Essays on Values, Rational Choice, and the Will* (pp. 157-172). Philosophical Studies Series. Berlin: Springer.
- Venville, G. J.; Bryer, L. E.; Treagust, D. F. (1994). Training students in the use of analogies to enhance understanding in science. *Australian Science Teacher Journal*, 40(2), 60-66.
- Warren, H. C. (1916). A Study of Purpose. *The Journal of Philosophy, Psychology and Scientific Methods*, 13, 5-26.
- Wilkie, J. S. (1951). Causation and Explanation in Theoretical Biology. *British Journal for the Philosophy of Science*, 1, 273-290.
- Williams, G. C. ([1966]1996). *Adaptation and Natural Selection*. Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Wouters, A. (2005). The Function Debate in Philosophy. *Acta Biotheoretica*, 53, 123-151.
- Weisz, P. B. (1971). *The science of biology*. New York: McGraw-Hill.
- Wright, L. (1972). Explanation and Teleology. *Philosophy of Science*, 39, 204-218.
- Wright, L. (1973). Functions. *The Philosophical Review*, 82, 139-168.
- Zohar, A. & Ginossar, S. (1998). Lifting the Taboo Regarding Teleology and Anthropomorphism in Biology Education – Heretical Suggestions. *Science Education*, 82, 679-697.

**APÊNDICE A – Relação das Obras Didáticas Analisadas**

Amabis, J. M., & Martho, G. R. (2005). *Biologia*. São Paulo: Scipione. Volumes 1, 2, 3.

Frota-Pessoa, O. (2005). *Biologia*. São Paulo: Scipione. Volume único.

Linhares, S. & Gewandsznajder, F. (2005). *Biologia*. São Paulo: Ática. Volumes 1, 2, 3.

## APÊNDICE B – Registro de Análise das Explicações Teleológicas e Funcionais em Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio

As linhas destacadas indicam as ocorrências de atribuições funcionais como parte dos exercícios didáticos encontrados nas obras didáticas. A numeração sobrescrita nos nomes das categorias refere-se às seguintes notas explicativas, válidas para as três obras:

1. Não se explicita qual a capacidade global que está sendo explicada mediante o apelo à função. Mas, porque é possível inferi-la com base no modo como são tratadas, ao longo de todo o livro, as funções de compartimentos celulares, células, órgãos etc., pertence à categoria ‘organizacional’ de função.
2. A função não é atribuída por limite do conhecimento, mas, examinando o contexto geral de explicações funcionais no tratamento de conteúdos de biologia celular pelo livro, é possível inferir que a função, se conhecida, seria colocada em termos da contribuição do item para uma capacidade global.
3. Neste caso, o termo ‘disfunção’ e também ‘mau funcionamento’ indicam a menor eficiência funcional do item, que pode ser permanente ou transitória. A função do item já é conhecida, i.e., sabemos de sua capacidade física para a realização da capacidade global e, porque sabemos do que ele é capaz de fazer, reconhecemos a classe de contraste dos itens ‘não-funcionais’. Trata-se, então, da ‘funcionalidade diminuída’ do item com prejuízo à capacidade global.
4. Neste caso, omite-se a função, e não a capacidade global. A função é, então, inferida a partir do contexto da explicação de conteúdos similares em toda a obra didática.
5. Tratamento teleológico de processos que, se assim explicados, não produz compreensão aceitável.
6. Neste caso, explicação causal é mais poderosa do que a teleológica.
7. Neste caso, *explanandum* e *explanans* estão eclipsados.

**Tabela 5.** Amabis, J.M. & Martho, G.R. (2005), *Biologia*. São Paulo: Moderna. Volume 1

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
1	<i>O que é Vida?</i>	12	A célula eucariótica apresenta em seu interior inúmeros compartimentos e estruturas membranosas, que desempenham <b>funções</b> específicas, como digestão, transporte e armazenamento de substâncias (p. 4, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		2	Os [seres vivos] que são constituídos por mais de uma célula (desde poucas dezenas até bilhões ou trilhões) são chamados multicelulares ou pluricelulares. Na maioria dos seres multicelulares, há células especializadas em realizar <b>funções</b> diversas, necessárias à sobrevivência do organismo (p. 4, grifo meu).	Etiológica
		3	Além de fornecer a energia necessária à manutenção da vida, os nutrientes orgânicos fornecem matéria-prima <b>para</b> a célula fabricar novas moléculas (p. 4, grifo meu).	Organizacional
		4	Muitas algas, protozoários e bactérias percebem as condições ambientais ao seu redor e se movimentam graças a filamentos móveis, que <b>atuam como</b> nadadeiras microscópicas e permitem deslocamento em meio líquido (p. 5, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		5	As organelas são estruturas celulares especializadas em diversas <b>funções</b> ; por exemplo, as mitocôndrias produzem energia para os processos metabólicos (p. 7, grifo meu).	Etiológica
		6	Do nível celular, passamos ao nível seguinte, que ocorrem apenas em alguns grupos de organismos multicelulares (animais e plantas): as células se especializam e se congregam, originando conjuntos celulares <b>funcionais</b> , os tecidos (p. 7, grifo meu).	Etiológica
		7	O coração é um órgão constituído por diversos tecidos, principalmente o muscular, <b>que permite</b> bombear sangue pelo corpo (p. 7, grifo meu).	Organizacional
		8	Os órgãos não atuam sozinhos; eles <b>funcionam</b> integrados a outros <b>para</b> o desempenho de determinadas <b>funções</b> corporais. Um conjunto de órgãos integrados <b>funcionalmente</b> constitui um sistema (p. 9, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		9	Os grandes princípios da Biologia nunca deixarão de ser importantes; por exemplo, conhecer a estrutura e o <b>funcionamento</b> das células vivas é básico para a compreensão de muitos outros assuntos fundamentais. Quando estudamos os seres vivos, podemos fazer, de início, duas perguntas: “Como eles são constituídos? Como <b>funcionam</b> ?” [...] Não se pode entender completamente uma estrutura orgânica sem conhecer suas <b>funções</b> , nem entender completamente uma <b>função</b> orgânica sem conhecer as estruturas envolvidas (p. 14). (p. 14, grifo meu).	Organizacional
		10	Os biólogos tentam encontrar vestígios do passado (fósseis) <b>para</b> reconstituir a história da vida no planeta (p. 14, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		11	Conhecendo as propriedades atordoantes das plantas, os índios utilizaram-nas com uma <b>finalidade</b> específica, no caso, facilitar a captura de peixes (p. 15, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		12	Todas as sociedades humanas são capazes de produzir instrumentos e técnicas <b>para</b> modificar a natureza e utilizá-la em seu benefício (p. 15, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
2	<i>Origem da Vida na Terra</i>	10	Muitos estudiosos, porém, estavam convencidos de que a geração espontânea não ocorria, nem <b>para</b> [formar] os seres grandes, nem <b>para</b> os seres microscópicos (p. 26, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		2	Pasteur deixou que os frascos esfriassem lentamente; assim as partículas em suspensão no ar ficavam retidas nas paredes do gargalo longo e curvo, que <b>funcionava como</b> um filtro de ar (p. 28, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		3	Na década de 1980, o bioquímico norte-americano Thomas Cech (n. 1947) e seus colaboradores descobriram que moléculas de RNA podem atuar diretamente no controle de reações químicas. [...] Acredita-se que esse foi o primeiro passo <b>em direção ao</b> desenvolvimento de um “sistema genético” (p. 34, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	4	O alimento desempenha duas <b>funções</b> fundamentais nos seres vivos: fornece energia para os processos vitais e matéria-prima para produzir os componentes corporais (p. 34, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	5	Os seres atuais têm duas <b>estratégias</b> principais <b>para</b> obter alimento: ou eles mesmos o produzem, ou têm de obtê-lo de fora (p. 34, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
	6	Os defensores da hipótese heterotrófica admitem que, nessa época [de escassez de alimento na Terra primitiva] algumas linhagens de seres vivos já teriam evoluído a ponto de captar energia luminosa do Sol e empregá-las <b>para</b> produzir moléculas orgânicas usadas como alimento (p. 35, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	7	A vida, que traz em sua essência a capacidade de se adaptar e se perpetuar, encontrou uma saída para a destruição causada pelo gás oxigênio. Os seres ancestrais das cianobactérias, além de desenvolver sistemas químicos antioxidantes, passaram a aproveitar o poder oxidante do gás oxigênio <b>para</b> quebrar as moléculas orgânicas dos alimentos que elas mesmas produziam pela fotossíntese (p. 36).	Organizacional <sup>1</sup>
	8	A presença de dobras na membrana aumentava a superfície de contato da célula com o ambiente e facilitava a troca de substâncias entre os dois ambientes: saída da célula de substâncias potencialmente tóxicas produzidas no metabolismo celular e entrada de nutrientes. Com o tempo, os compartimentos membranosos se diferenciaram, passando a desempenhar <b>funções</b> específicas, o que aumentou a eficiência do <b>funcionamento</b> celular (p. 37, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	9	Na <b>estratégia</b> multicelular, células resultantes da multiplicação de uma célula inicial – o zigoto – passam a viver juntas e a dividir as tarefas de sobrevivência. Com o tempo, surgiram organismos com células cada vez mais especializadas no desempenho de <b>funções</b> específicas [...] (p. 39, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)

Tabela 5. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		10	Acredita-se que a tectônica de placas desempenha um <b>papel</b> crucial <b>para</b> a vida, participando ativamente do ciclo do elemento carbono © na natureza (p. 42, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
3	<i>A Base Molecular da Vida</i>	<b>55</b>	Os íons de sódio (Na+) e de potássio (K+) são responsáveis, entre outras <b>funções</b> , pelo <b>funcionamento</b> das células nervosas (p. 55, grifo meu).	Organizacional
		18	Alguns minerais e suas <b>funções</b> no organismo humano (p. 56, grifo meu). [Aqui, 17 minerais, então 17 atribuições funcionais].	Organizacional
		19	Por exemplo, a reação de união entre aminoácidos <b>para</b> a formação das proteínas é uma síntese por desidratação (p. 58, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		20	A água pode desempenhar esse <b>papel</b> [moderador de temperatura] porque apresenta valores elevados de calor específico, de calor latente de vaporização e de calor latente de fusão (p. 59, grifo meu).	Organizacional
		21	As folhas das plantas [...] não se aquecem demais durante um dia de sol intenso porque a maior parte do calor que chega até elas é usado <b>para</b> evaporar a água dos tecidos no processo de transpiração foliar (p. 59, grifo meu).	Organizacional
		22	<b>Para</b> se solidificar [a água], isto é, tornar-se gelo, ela <b>precisa</b> liberar muito calor, o que requer exposição a temperaturas inferiores a 0 °C por tempo prolongado (p. 59, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		23	Além de ter <b>função</b> energética, os glicídios exercem o que os bioquímicos denominam <b>função</b> plástica ou estrutural, pois participam da arquitetura corporal dos seres vivos (p. 60, grifo meu).	Organizacional
		24	Outro <b>papel</b> importante dos glicídios é participar da estrutura dos ácidos nucleicos, tanto do RNA quanto do DNA (p. 60, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		25	[...] o amido é quebrado (hidrolisado), liberando moléculas de glicose, que são <b>usadas como</b> fonte de energia e como matéria-prima <b>para</b> a produção das outras substâncias celulares (p. 63, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	26	A <b>função</b> do glicogênio para os animais é equivalente à do amido para as plantas (p. 63, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	27	Quem executa essa <b>tarefa</b> [digerir a celulose] são microorganismos (bactérias e protozoários) que vivem no estômago do ruminante (p. 63, grifo meu).	Organizacional
	28	Os elementos e substâncias químicas presentes na Terra se organizam e reorganizam a cada geração de seres vivos. Em outras palavras, a matéria orgânica é continuamente reciclada. Entretanto, a energia necessária <b>para</b> formar essa matéria orgânica tem de ser importada do espaço exterior, do Sol. A energia solar é captada pelas algas e plantas, que a utilizam <b>para</b> produzir moléculas de glicídios (p. 64, grifo meu).	Organizacional
	29	[...] elas [as aves aquáticas] lubrificam as penas com uma substância oleosa produzida por uma glândula especial localizada na cauda, o que <b>faz</b> as penas repelirem a água, impedindo que a pele se molhe (p. 64, grifo meu). [Por assim dizer, uma das funções dos lipídios no corpo destes animais].	Etiológica
	30	Além de servir de reserva energética, essa camada gordurosa [de glicerídeos] <b>atua como</b> isolante térmico, <b>ajudando a</b> manter a temperatura corporal (p. 65, grifo meu).	Organizacional
	31	Uma dieta saudável deve conter certa quantidade de gorduras e óleos, pois, entre outras <b>funções</b> , eles são <b>necessários para</b> o organismo absorver as chamadas vitaminas lipossolúveis [...] (p. 65, grifo meu).	Organizacional
	32	Esses lipídios [lipídios essenciais] são poli-insaturados e estão presentes em diversos óleos vegetais e em peixes marinhos [...], e são importantes <b>para</b> a construção das membranas celulares e <b>para</b> a síntese das prostaglandinas, [...] (p. 65-66, grifo meu).	Organizacional
	33	As células utilizam colesterol como matéria-prima <b>para</b> a fabricação das membranas celulares e dos hormônios alantoide (p. 66, grifo meu).	Organizacional
	34	Essas lipoproteínas [HDL] <b>ajudam</b> , portanto, a eliminar o colesterol do sangue e por isso são chamadas de “colesterol bom” (p. 67, grifo meu).	Organizacional



Tabela 5. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		35	Acredita-se que a ingestão de óleos vegetais insaturados, como os presentes no azeite de oliva, <b>ajude a</b> manter os níveis normais de colesterol no sangue e a aumentar a produção de HDL (p. 67, grifo meu).	Organizacional
		36	[Os carotenóides] estão presentes nas células de todas as plantas, nas quais desempenham <b>papel</b> importante no processo de fotossíntese. Os carotenóides são importantes também para muitos animais (p. 69, grifo meu).	Organizacional
		37	Por exemplo, a molécula de caroteno [...] é matéria-prima <b>para</b> a produção da vitamina A, essencial a muitos animais (p. 69, grifo meu).	Organizacional
		38	<b>Para</b> que uma célula possa produzir suas proteínas, ela precisa de aminoácidos, que podem ser obtidos de duas maneiras: ingeridos em alimentos ricos em proteínas, ou produzidos pelas células a partir de outras moléculas (p. 71, grifo meu).	Organizacional
		39-40	<b>Funções</b> das proteínas (p. 74, grifo meu). [Aqui, duas funções: atividade enzimática e modelo chave-fechadura, co-fatores e coenzimas. Portanto, duas atribuições funcionais].	Organizacional
		41	A maioria dos íons metálicos de que necessitamos em pequena quantidade na dieta, como os de cobre, os de zinco e os de manganês, <b>atuam como</b> co-fatores de enzimas (p. 75, grifo meu).	Organizacional
		42	<b>Para</b> que ocorram as reações químicas essenciais à manutenção da vida de um organismo, são necessários milhares de tipos diferentes de enzima (p. 77, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		43-55	Principais vitaminas e sintomas de sua deficiência (p. 78-79). Aqui, treze vitaminas; logo, treze atribuições funcionais].	Organizacional
4	<i>A Descoberta da Célula</i>	5	As partes elementares dos organismos são células, semelhantes no geral, mas diferentes em forma e <b>função</b> (p. 92, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		2	[...] estas [as células] são, portanto, as <b>unidades funcionais</b> ou fisiológicas dos seres vivos (p. 92, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>

Tabela 5. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		3	Ela [a teoria celular] nos diz que, apesar das diferenças quanto à forma e <b>função</b> , todos os seres vivos têm em comum o fato de serem constituídos por células. Assim, <b>para</b> compreender plenamente o fenômeno da vida, é preciso conhecer as células (p. 92, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		4	Essas duas técnicas [microscopia eletrônica e análise bioquímica] se complementam: enquanto o microscópio eletrônico revela a estrutura física das partes da célula, a análise bioquímica mostra sua composição química e permite deduzir suas <b>funções</b> (p. 102, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		5	Podem-se utilizar substâncias radioativas também <b>para</b> identificar o local onde se está ocorrendo essa produção (p. 104, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
5	<i>Fronteiras da Célula</i>	<b>15</b>	Apesar de ser muito fina – cerca de 5 nanômetros (nm) de espessura – a membrana plasmática é extremamente complexa e versátil, desempenhando inúmeras <b>funções</b> (p. 109, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		2	O estudo da doença conhecida por diabetes melito, na qual a pessoa afetada tem altos níveis de glicose no sangue, revelou outra <b>função</b> importante da membrana plasmática [sinalização celular pela presença de proteínas receptoras] (p. 109, grifo meu).	Organizacional
		3	A membrana plasmática é de fundamental importância para a vida, uma vez que contém e delimita o espaço interno da célula, isolando-o do ambiente ao redor. Esse isolamento, porém, não pode ser absoluto: <b>para</b> viver, a célula precisa <b>permitir</b> a entrada de certas substâncias úteis [...] (p. 111, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		4	A membrana também é capaz de absorver ou de expulsar ativamente certas substâncias, bombeando-as para dentro ou para fora da célula, gastando energia <b>para</b> isso (p. 111, grifo meu).	Organizacional
		5	Esses seres [que vivem em água doce] não estouram porque dispõem de um mecanismo <b>para</b> compensar a entrada excessiva de água: eles possuem bolsas citoplasmáticas chamadas vacúolos pulsáteis, que acumulam água e a eliminam periodicamente da célula [...] (p. 112, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	6	As plantas aproveitam o potencial da osmose <b>para</b> absorver água e nutrientes (p. 112, grifo meu).	Organizacional
	7	Poucos tipos de moléculas e praticamente nenhum tipo de íon consegue atravessar, em quantidades apreciáveis, uma bicamada de lipídios, como a que constitui as membranas plasmáticas. Assim, o transporte da maioria das moléculas e dos íons para dentro e para a fora da célula <b>necessita da</b> participação de proteínas componentes da membrana plasmática (p. 112, grifo meu).	Organizacional
	8	<b>Para</b> manter as diferenças entre as concentrações interna e externa desses íons [sódio e potássio], a célula despende energia, o que caracteriza o transporte ativo. Proteínas presentes na membrana plasmática <b>atuam como</b> “bombas” de íons [...] (p. 114, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	9	Grande parte dos processos celulares baseia-se justamente nessa propriedade da membrana em <b>atuar como</b> um capacitor elétrico: sendo constituídas por moléculas não condutoras de eletricidade (lipídios), as membranas biológicas podem armazenar cargas elétricas positivas de um lado e negativas do outro (p. 115, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	10	Alguns tipos de animais também fazem fagocitose, mas não <b>para</b> se alimentar, mas <b>para</b> defender o corpo da invasão por microorganismos e <b>para</b> eliminar estruturas corporais desgastadas pelo uso (p. 117, grifo meu).	Organizacional
	11	A membrana plasmática é relativamente frágil e por isso a maior das células apresenta algum tipo de envoltório externo que a protege e a auxilia em suas <b>funções</b> (p. 119, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	12	O glicocálix cria um ambiente diferenciado ao redor de certas células, importante para que elas executem suas <b>funções</b> . Por exemplo, o glicocálix que reveste a superfície das células da parede interna do intestino delgado retém enzimas <b>responsáveis pela</b> digestão de proteínas e dissacarídeos contidos no alimento (p. 119, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		13	A parede da célula bacteriana é uma estrutura complexa e resistente, <b>responsável pela</b> forma das bactérias. Sua principal função é evitar que a bactéria “estoure” [...] (p. 119, grifo meu).	Organizacional
		14	A principal <b>função</b> das paredes vegetais é dar rigidez ao corpo das plantas, atuando na sustentação esquelética [...] (p. 120, grifo meu).	Organizacional
		15	As microfibrilas mantêm-se unidas <b>graças a</b> uma matriz formada por glicoproteínas [...], hemicelulose e pectina. A estrutura molecular da parede celulósica pode ser comparada com a do concreto armado, em que longas e resistentes varetas de ferro estão mergulhadas em uma argamassa de cimento e pedras. Na parede celular, as microfibrilas de celulose <b>correspondem</b> às varetas de ferro do concreto, enquanto as glicoproteínas e polissacarídeos da matriz <b>correspondem</b> à argamassa (121, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
6	<i>O Citoplasma</i>	<b>39</b>	Micrografia ao microscópio eletrônico de transmissão de um corte de adipócito humano, célula do tecido conjuntivo <b>especializada em</b> armazenar lipídios (p. 129, grifo meu).	Organizacional
		2	É também no citoplasma que ocorre a produção de maior parte das substâncias necessárias ao funcionamento da célula. [...] Há também diversas organelas citoplasmáticas, estruturam que atuam em <b>funções</b> específicas, [...] (p. 129, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		3	No citosol [das células procarióticas] se encontram substâncias de reserva, constituídas geralmente por polissacarídeos ou por lipídios. Além disso, há uma ou mais moléculas de DNA e milhares de ribossomos, grânulos cuja <b>função</b> é produzir proteínas (p. 130, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		4	Muitos acreditam que tais estruturas [os mesossomos] não existem na célula viva, sendo produzidas por certas técnicas empregadas na preparação das células <b>para</b> observação ao microscópio eletrônico (p. 131).	Teleologia Deliberativa (adequada)

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	5	Além disso, uma complexa rede de tubos e filamentos de proteína constitui o citoesqueleto, que define a forma da célula e <b>permite que</b> ela realize movimentos (p. 131, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	6	Graças aos ribossomos aderidos a suas membranas, o retículo endoplasmático granuloso <b>atua na</b> produção de certas proteínas celulares. (p. 133, grifo meu).	Organizacional
	7	Certas proteínas produzidas pelo retículo endoplasmático granuloso são enzimas lisossômicas, que irão <b>atuar na</b> digestão intracelular; outras são proteínas componentes das membranas celulares. Entretanto, a maioria das proteínas produzidas no retículo granuloso destina-se à “exportação”, isto é, serão secretadas, indo <b>atuar</b> fora da célula. Outras proteínas, como as que constituem o citoesqueleto e as que <b>atuam no</b> citosol e no núcleo celular, são produzidas por ribossomos livres no citosol (p. 133, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	8	Quando a proteína produzida tem uma determinada sequência de aminoácidos, [...], proteínas citoplasmáticas <b>entram em ação</b> e fazem o ribossomo aderir às membranas do retículo (p. 134, grifo meu).	Organizacional
	9	<b>Funções</b> do retículo não-grnuloso (p. 134, grifo meu). A síntese de ácidos graxos, de fosfolipídios e de esteroides ocorre nas bolsas e nos tubos do retículo endoplasmático não-grnuloso. [...] No retículo não-grnuloso há enzimas que alteram as moléculas de certas substâncias tóxicas [...] (p. 134, grifo meu).	Organizacional
	10	Nas células musculares, bolsas do retículo endoplasmático não-grnuloso se <b>especializam no</b> armazenamento de íons cálcio (Ca <sup>2+</sup> ) (p. 134, grifo meu).	Etiológica
	11	O complexo golgiense é portanto <b>responsável pela</b> secreção celular, processo de exportação para fora da célula de substâncias úteis ao organismo (p. 135, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	12	Muitas substâncias que passam pelo complexo golgiense saem da célula e vão <b>atuar em</b> diferentes locais do corpo do organismo multicelular (p. 136, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	13	Nas células vegetais, também, o complexo golgiense desempenha <b>função</b> secretora. É por meio dele que são secretadas as glicoproteínas e alguns polissacarídeos (pectina e hemicelulose) que integram a parede celular e constituem o “ <b>cimento</b> ” que une células vizinhas (p. 136, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	14	Além disso, o complexo golgiense pode originar e “ <b>abastecer</b> ” o vacúolo central, típico das células vegetais: vesículas liberadas do complexo estão constantemente se fundindo ao vacúolo da célula vegetal, lançando nele enzimas digestivas que <b>atuam na</b> digestão intracelular ali realizada (p. 136, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	15	O complexo golgiense também desempenha <b>papel</b> importante na formação dos espermatozoides dos animais, originando o acrossomo [...] (p. 136, grifo meu).	Organizacional
	16	As enzimas digestivas contidas na vesícula acrossômica têm a <b>função</b> de perfurar as membranas do óvulo na fecundação (p. 136, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	17	Representação esquemática da localização e estrutura de uma célula acinosa do pâncreas, <b>responsável pela</b> secreção de enzimas digestivas (p. 136, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	18	Entre suas diversas <b>funções</b> , o complexo de Golgi também é <b>responsável pela</b> produção da organela citoplasmática denominada lisossomo [...] (p. 137, grifo meu).	Organizacional
	19	Os lisossomos podem <b>atuar de</b> duas maneiras [...]: a) <b>função</b> heterofágica; [...] b) <b>função</b> autofágica. A <b>função</b> heterofágica dos lisossomos refere-se à digestão de substâncias capturadas do meio externo por fagocitose ou por pinocitose. [...] Fala-se, neste caso [de digestão de partes de si mesmas], em <b>função</b> autofágica dos lisossomos (p. 137-138, grifo meu).	Organizacional
	20	A célula também recorre à autofagia <b>para</b> eliminar partes desgastadas pelo uso, <b>de modo a</b> reaproveitar alguns de seus componentes (p. 138, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	21	A doença de Tay-Sachs é um exemplo de enfermidade causada por <b>disfunções</b> dos lisossomos (p. 139, grifo meu).	Organizacional <sup>3</sup>
	22	A principal <b>função</b> dos peroxissomos é a oxidação de ácidos graxos, que serão utilizados para a síntese de colesterol e de outros compostos importantes, além de constituírem matéria-prima para a respiração celular, cuja função é a obtenção de energia (p. 140, grifo meu).	Organizacional
	23	Nesses órgãos [fígado e rins], eles [os peroxissomos] têm por <b>função</b> oxidar diversos tipos de substâncias tóxicas absorvidas do sangue [...] (p. 140, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	24	As células das sementes de certas plantas, principalmente as oleaginosas, possuem um tipo especial de peroxissomo, o glioxissomo, cuja <b>função</b> é converter os lipídios armazenados na semente em açúcares, consumidos durante o processo de germinação (p. 140, grifo meu).	Organizacional
	25	O conteúdo do vacúolo é ácido; ele contém inúmeras enzimas digestivas, desempenhando <b>função</b> semelhante à dos lisossomos das células animais [...] (p. 141, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	26	Os vacúolos vegetais armazenam açúcares, ácidos orgânicos e, em alguns casos, proteínas, como ocorre nas células das sementes. Eles <b>atuam</b> também como reservatório de substâncias potencialmente prejudiciais (p. 141, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	27	O citoesqueleto desempenha diversas <b>funções</b> : a) define a forma e organiza a estrutura interna da célula; b) permite a adesão da célula a células vizinhas e a superfícies extracelulares; c) possibilita o deslocamento de materiais no interior da célula. Além disso, o citoesqueleto é responsável por diversos tipos de movimentos que uma célula eucariótica é capaz de realizar [...] (p. 141, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	28	Desse modo [partindo de centros organizadores], os microtúbulos <b>definem</b> a direção do crescimento da célula (p. 141, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	29	[...] os microtúbulos são também os <b>responsáveis pelos</b> movimentos dos cromossomos durante as divisões celulares (p. 142, grifo meu).	Organizacional
	30	Sua principal <b>função</b> [dos filamentos intermediários] é dar suporte mecânico à membrana plasmática [...] (p. 143, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	31	As células eucarióticas são capazes de se movimentar <b>graças à ação</b> de componentes de seu citoesqueleto. Dois tipos de movimentação celular causados pelo citoesqueleto são a ciclose e o movimento amebóide (p. 143).	Organizacional
	32	Essa movimentação, denominada ciclose, é importante <b>para</b> a distribuição de substâncias nas células, principalmente naquelas que atingem grande tamanho, como as células vegetais e os protozoários (p. 143, grifo meu).	Organizacional
	33	A principal <b>função</b> de cílios e flagelos é a locomoção celular (p. 144, grifo meu).	Organizacional
	34	Os mitossomos são minúsculas bolsas, delimitadas por duas membranas lipoprotéicas e que parecem se reproduzir por divisa, apesar de não possuírem DNA Essas organelas não geram ATP diretamente, mas são o local de produção de complexos de ferro e enxofre (Fe-S), que as células <b>necessitam para</b> gerar ATP (p. 146, grifo meu).	Organizacional
	35	Assim, por meio da fotossíntese, as algas e as plantas produzem a glicose que será usada em suas próprias mitocôndrias <b>para</b> a produção de ATP (p. 147, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	36	A <b>função</b> dos cromoplastos nas plantas ainda não é bem conhecida (p. 147, grifo meu).	Organizacional <sup>2</sup>
	37	Em momentos de necessidade, o amido pode ser convertido em glicose e <b>utilizado</b> pela célula como matéria-prima e fonte de energia (p. 147, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	38	Hoje sabemos que defeitos no DNA mitocondrial causam ou <b>contribuem para</b> o aparecimento de diversas doenças, [...] (p. 149, grifo meu).	Organizacional <sup>3</sup>
	39	As mitocôndrias fornecem 90% da energia que as células necessitam para <b>funcionar</b> (p. 149, grifo meu).	Organizacional



Tabela 5. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
7	<i>Núcleo e Cromossomos</i>	13	Legenda da figura esquemática dos experimentos de Hämmerling com a alga <i>Acetabularia mediterranea</i> : É o núcleo, na base, <b>responsável por</b> essa regeneração [de toda a estrutura celular] (p. 159, grifo meu).	Organizacional
		2	A lâmina nuclear, aderida internamente à carioteca, é constituída por uma rede de filamentos de proteína; sua <b>função</b> é dar suporte à carioteca, mantendo sua forma. Além disso, a lâmina nuclear fornece pontos de ancoragem aos cromossomos, organizando-os no interior do núcleo (p. 160, grifo meu).	Organizacional
		3	Os poros nucleares são mais que simples aberturas; em cada um deles há uma complexa estrutura protéica, denominada complexo de poro, que <b>funciona</b> como uma válvula, abrindo-se para dar passagem a determinados materiais, fechando-se em seguida (p. 160, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		4	Substâncias produzidas no núcleo e que devem atuar no citoplasma também apresentam sinais identificadores, <b>que fazem</b> o poro abrir para deixá-las sair (p. 160, grifo meu).	Organizacional
		5	Nucléolos são massas densas e arredondadas presentes dentro do núcleo; eles não têm membrana envolvente, sendo constituídos pela aglomeração de ribossomos em processo de amadurecimento, que logo migrarão para o citoplasma, onde <b>atuam</b> na síntese de proteínas (p. 161, grifo meu).	Organizacional
		6	O DNA constitui os genes, que controlam a síntese de proteínas e, em última análise, todo o <b>funcionamento</b> da célula (p. 161, grifo meu).	Organizacional
		7	Ao longo de seu comprimento, a fibra cromossômica apresenta regiões especiais que se associam a determinadas proteínas, cuja <b>função</b> é dar sustentação “esquelética” ao cromossomo (p. 162, grifo meu).	Organizacional
		8	É por meio dessa região que os cromossomos duplicados se prendem aos microtúbulos do fuso <b>encarregados de</b> separar as cromátides durante as divisões celulares (p. 163, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
	9	A característica mais marcante dos telômeros é que, <b>para</b> sintetizar as extremidades da molécula de DNA que constitui o cromossomo, é <b>necessária</b> uma enzima especial, a telomerase (p. 163, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>	
	10	O tamanho relativo dos braços cromossômicos <b>serve de</b> critério para classificar os cromossomos em quatro tipos [...] (p. 163, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)	
	11	Além disso, o cromossomo Y – que se acreditava ter poucas <b>funções</b> além de disparar o programa para o desenvolvimento de machos [...] (p. 170, grifo meu).	Organizacional	
	12	Em cerca de 300 milhões de anos, ele [o cromossomo Y] conseguiu preservar genes importantes <b>para</b> a sobrevivência dos machos e adquirir outros, <b>necessários</b> à fertilidade (p. 170, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)	
	13	Em seguida, a testosterona [...] e outras substâncias produzidas nos testículos passaram a <b>atuar</b> , fazendo com que o embrião desenvolva as características típicas do sexo masculino (p. 170, grifo meu).	Organizacional	
		Qual é a principal <b>função</b> da carioteca? (p. 171, grifo meu).	Organizacional	
		O que são e como <b>atuam</b> os poros nucleares? (p. 171, grifo meu).	Organizacional	
8	<i>Divisão Celular: Mitose e Meiose</i>	18	A célula em divisão reestrutura todo seu citoesqueleto, montando um sistema microtubular que movimenta os cromossomos. Finalmente, todo aparato usado na divisão é desfeito e a célula reassume suas <b>funções</b> específicas (p. 176, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		2	No início do desenvolvimento da maioria dos animais, os ciclos celulares são curtos; as células quase não crescem, dividindo-se em ritmo acelerado <b>para</b> gerar as novas células do embrião (p. 177-178, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		3	Células como as do fígado, dos rins e dos pulmões só voltam a se dividir <b>para</b> reconstituir partes lesadas (p. 178, grifo meu).	Organizacional
		4	O fuso é um conjunto de microtúbulos [...], cuja <b>função</b> é conduzir os cromossomos para os pólos celulares durante a anáfase (p. 180, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	5	A coordenação do fuso está <b>a cargo do</b> centrossomo, uma região do citoplasma relacionada com a estruturação do citoesqueleto (p. 180, grifo meu).	Organizacional
	6	Formada a placa equatorial, entra em ação uma enzima cuja <b>função</b> é degradar as coesinas [...] (p. 181, grifo meu).	Organizacional
	7	Relembre que no estudo dos cromossomos humanos [...], a colchicina é <b>empregada para</b> bloquear a divisão dos linfócitos em metáfase [...] (p. 181, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
	8	Os microtúbulos do fragmoplasto desagregam-se e suas moléculas de tubulina são <b>usadas para</b> produzir novos microtúbulos na periferia da célula. A placa celular cresce pela agregação de vesículas golgienses em suas bordas, até encostar na parede celulósica, separando as duas células-filhas (p. 184, grifo meu).	Organizacional
	9	Os pontos específicos do ciclo celular em que a célula “decide” se completa o ciclo ou se interrompe o processo por algum tempo são chamados “pontos de checagem” (p. 185).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
	10	O fator de crescimento celular liberado pelas plaquetas atinge os fibroblastos da vizinhança da lesão, levando-os a duplicar seu DNA e a se dividir, originando novas células <b>para</b> cicatrizar o ferimento (p. 185, grifo meu). [Por assim dizer, a função do fator de crescimento celular].	Organizacional
	11	Essas interrupções são <b>estratégicas</b> , pois <b>permitem que</b> sejam feitos os reparos no DNA antes de a célula iniciar sua duplicação, [...] (p. 186, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
	12	Se a proteína p53 não <b>funcionar</b> corretamente, as células com DNA modificado podem se multiplicar, eventualmente transformando-se em células cancerosas (p. 186, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
	13	Durante a vida de um animal as divisões celulares são rigorosamente controladas, de modo a garantir o bom <b>funcionamento</b> do organismo (p. 186, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
	14	Ao longo do desenvolvimento embrionário e das fases jovens da vida, as divisões celulares devem sobrepujar a morte das células, <b>para</b> que os diversos órgãos se formem e cresçam até atingir seu tamanho definitivo (p. 186, grifo meu).	Organizacional	
	15	A descoberta de substâncias que bloqueiam a angiogênese tem sido motivo de otimismo entre os médicos, pois pode levar ao desenvolvimento de novos agentes terapêuticos <b>para</b> combate ao câncer (p. 186, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)	
	16	A <b>necessidade</b> de que ocorram diversas alterações [nos genes supressores de tumor] <b>para</b> produzir tumores faz com que eles [os oncogenes] sejam mais frequentes em pessoas idosas (p. 187, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)	
	17	Algumas vezes a pessoa herda dos pais alterações genéticas, o que a torna mais propensa a desenvolver tumores pois, nesse caso, serão necessárias menos mutações <b>para</b> que a doença se manifeste. Essa é uma das <b>razões</b> de certas famílias apresentarem maior incidência de certos tipos de câncer (p. 187, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)	
	18	Hoje, sabe-se que a ocorrência de pelo menos um quiasma [evidência observável da permutação] por bivalente é essencial <b>para</b> manter os cromossomos homólogos unidos até o início da anáfase [...] (p. 190, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>	
		Qual é o <b>papel</b> da divisão celular em organismos unicelulares? E em pluricelulares? (p. 196, grifo meu).	Organizacional	
		Como <b>atuam</b> os pontos de checagem do ciclo celular em uma célula cujo DNA lesado, por exemplo, por exposição a certos tipos de radiação ou agentes químicos como os existentes no cigarro? (p. 196, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora	
		Qual é a estrutura <b>responsável pelo</b> emparelhamento dos cromossomos homólogos que ocorre na meiose? (p. 197, grifo meu).	Organizacional	
9	<i>Metabolismo Energético: Respiração Celular e Fermentação</i>	29	As reações de síntese são aquelas em que moléculas mais simples são unidas <b>para</b> formar moléculas de maior complexidade. [...] Por exemplo, a união de aminoácidos <b>para</b> formar proteínas é uma reação de síntese [...] (p. 203, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	2	As células <b>necessitam</b> de suprimento constante de energia <b>para</b> se contrapor ao aumento de entropia, realizando o trabalho necessário <b>para</b> manter sua <b>organização e funcionamento</b> (p. 203, grifo meu).	Organizacional
	3	A maioria dos seres vivos obtém energia <b>para</b> as atividades celulares por meio da oxidação aeróbia de moléculas orgânicas. [...] Assim, a energia que <b>permite</b> a existência e o <b>funcionamento</b> do corpo de cada um de nós provém de reações de oxirredução (p. 206, grifo meu).	Organizacional
	4	Nos seres vivos, porém, a ativação das reações químicas não pode ser feita pelo aquecimento, pois os sistemas vivos são sensíveis ao calor e seriam danificados. Basta lembrar, por exemplo, que a maioria das proteínas se desnatura e perde suas <b>funções</b> biológicas em temperaturas superiores a 45 °C (p. 206, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
	5	A <b>estratégia</b> desenvolvida pelos seres vivos <b>para</b> superar a barreira inicial das reações foi a utilização de enzimas, proteínas catalisadoras que diminuem a quantidade de energia <b>necessária para</b> ativar os reagentes (p. 206, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
	6	A energia <b>para</b> a manutenção da vida provém da degradação das moléculas orgânicas que o organismo <b>utiliza como</b> alimento (p. 207, grifo meu).	Organizacional
	7	Por meio de um processo químico denominado fotossíntese, as plantas, as algas e certas espécies de bactéria captam energia luminosa e a utilizam <b>para</b> produzir substâncias orgânicas [...] (p. 207, grifo meu).	Organizacional
	8	A respiração celular torna essa energia [armazenada em moléculas orgânicas] disponível <b>para</b> que as células a utilizem em suas atividades vitais (p. 207, grifo meu).	Organizacional
	9	Nos seres vivos, a energia obtida das moléculas orgânicas não é transferida diretamente para os processos celulares: ela é primeiramente armazenada em moléculas de uma substância chamada trifosfato de adenosina, abreviadamente denominada ATP, cuja <b>função</b> é captar a energia liberada nas reações exergônicas e armazená-la [...] (p. 207, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	10	O mecanismo mais comum de fornecimento de energia <b>para</b> os processos celulares é a transferência do fosfato de ATP para outras moléculas [...] Por exemplo, na síntese de diversas substâncias, o fosfato é transferido para um dos reagentes, que adquire assim a energia <b>necessária para</b> se unir a outras moléculas e gerar os produtos (p. 208, grifo meu).	Organizacional
	11	Nos movimentos celulares, a energia obtida do ATP faz com que moléculas de miosina adquiram uma configuração instável, de alta energia potencial. Nessa condição, elas <b>puxam</b> as fibras de actina com as quais estão em contato, realizando trabalho. O <b>deslizamento</b> das fibras da proteína actina sobre as moléculas de miosina é <b>responsável por</b> muitos movimentos celulares (p. 208, grifo meu)	Organizacional & Analogia-Metáfora
	12	A maioria dos seres vivos produz ATP <b>para</b> suas necessidades energéticas por meio da respiração celular, um processo de oxidação em que o gás oxigênio atua como agente oxidante de moléculas orgânicas. Estas [moléculas de ATP], ao serem degradadas, fornecem energia <b>para</b> trabalhos celulares [...] (p. 208-209, grifo meu).	Organizacional
	13	Assim, nas fases iniciais da glicólise são consumidas duas moléculas de ATP <b>para</b> a ativação de cada molécula de glicose (p. 210, grifo meu).	Organizacional
	14	O NAD <sup>+</sup> desempenha <b>papel</b> central no metabolismo energético das células, captando elétrons de alta energia, liberados na degradação de moléculas orgânicas, e fornecendo-os, em seguida, aos sistemas de síntese de ATP (p. 210, grifo meu).	Organizacional
	15	O ácido oxalacético é recuperado intacto ao final do processo, pronto <b>para</b> se combinar com outra molécula de acetil-CoA e reiniciar outro ciclo (p. 212, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
	16	É o GTP que fornece energia <b>para</b> alguns processos celulares, como a síntese de proteínas. O GTP também pode ser convertido em ATP pela transferência de seu fosfato energético para um ADP [...] (p. 212, grifo meu).	Organizacional
	17	Na glicólise também são produzidas duas moléculas de NADH, mas estas não conseguem entrar na mitocôndria <b>para</b> doar seus elétrons à cadeia respiratória [...] (p. 214, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	18	Um curioso mecanismo, porém, permite à mitocôndria aproveitar a energia do NADH produzido no citosol; a membrana mitocondrial interna contém proteínas especiais capazes de <b>atuar como uma ponte eletrônica</b> , transportando elétrons de alta energia do NADH citoplasmático (o qual se oxida a NAD <sup>+</sup> ) para um NAD <sup>+</sup> presente na matriz mitocondrial, o qual se reduz a NADH (p. 214, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	19	A energia liberada pelos elétrons durante sua passagem pela cadeia respiratória é usada <b>para</b> forçar a transferência de íons H <sup>+</sup> para o espaço existente entre as duas membranas mitocondriais (p. 214, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	20	Essa estrutura protéica, denominada sintetase do ATP, é comparável à turbina de uma usina hidrelétrica: ela possui um rotor interno que gira, movido pela passagem dos íons H <sup>+</sup> , produzindo energia <b>para</b> unir fosfatos inorgânicos aos ADP, transformando-os em ATP (p. 215, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	21	Todas as nossas células oxidam glicídios, principalmente glicose, <b>para</b> obtenção de energia. [...] Alguns tipos de célula, como as células nervosas do encéfalo, obtêm praticamente toda a energia de que necessitam pela oxidação aeróbia da glicose (p. 216, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
	22	A maioria dos organismos eucarióticos obtém energia <b>para</b> a produção de ATP por meio da respiração aeróbia. Alguns tipos de células, como as células nervosas do encéfalo, obtêm praticamente toda a energia de que necessitam pela oxidação aeróbia da glicose (p.216, grifo meu).	Organizacional
	23	Quando <b>necessário</b> , suas moléculas [de triglicerídios] são quebradas em seus constituintes básicos, glicerol e ácidos graxos, e estes últimos são lançados na corrente sanguínea (p. 216, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
	24	Muitas bactérias, por outro lado, são anaeróbias, isto é, não necessitam de gás oxigênio <b>para</b> viver (p. 217, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
	25	O principal processo anaeróbio de produção de ATP a partir de substâncias orgânicas é a fermentação, utilizada por muitos fungos e bactérias que vivem em ambientes pobres em gás oxigênio. Além disso, nossas próprias células executam fermentação se faltar gás oxigênio <b>para</b> a respiração celular (p. 217, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>	
	26	A fermentação pode ser definida, de forma geral, como um processo de degradação de moléculas orgânicas, com liberação de energia <b>para</b> formação de ATP, em que o aceptor final de elétrons e H <sup>+</sup> é uma molécula orgânica. Por exemplo, a transformação do ácido pirúvico em ácido láctico ou etanol e gás carbônico é uma reação de oxirredução em que o ácido pirúvico <b>atua como</b> [...] (p. 218, grifo meu).	Organizacional	
	27	Em nossas células musculares, durante um exercício muito intenso, o gás oxigênio que chega aos músculos pode não ser suficiente <b>para</b> suprir as necessidades das células musculares (p. 218, grifo meu).	Organizacional	
	28	[...] os sistemas carregadores de elétrons, [...], têm dupla <b>função</b> : além de conduzir elétrons, esses sistemas também atuam como transportadores de íons hidrogênio (p. 219, grifo meu).	Organizacional	
	29	Apesar de ainda não se entender o processo detalhadamente, parece provável que o fluxo de íons hidrogênio possa ser usado <b>para</b> produzir trabalho, no caso, sintetizar ATP (p. 219, grifo meu).	Organizacional	
		Explique o <b>papel</b> do NAD <sup>+</sup> em sua forma oxidada e em sua forma reduzida (NADPH) no metabolismo energético (p. 220, grifo meu).	Organizacional	
		<b>Por que</b> se pode dizer que a substância denominada acetilcoenzima A (acetil-CoA) é um ponto comum do metabolismo de glicídios e lipídios? (p. 220, grifo meu).	Etiológica	
10	<i>Metabolismo Energético (II): Fotossíntese e Quimiossíntese</i>	17	Os glicídios produzidos na fotossíntese são utilizados como fonte de energia e matéria-prima <b>para</b> a síntese de todos os componentes orgânicos dos seres autotróficos, tais como lipídios, ácidos nucléicos etc. (p. 226, grifo meu).	Organizacional
		2	Ao servirem de alimento <b>para</b> os seres heterotróficos, as substâncias orgânicas produzidas na fotossíntese fornecem energia e matéria-prima <b>necessárias à</b> vida desses seres (p. 226, grifo meu).	Organizacional



Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	3	Em 1796, Ingen-Housz propôs a hipótese de que as plantas usavam o carbono do CO <sub>2</sub> <b>para</b> produzir suas próprias substâncias orgânicas (p. 227, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
	4	Essa cor verde deve-se à presença do pigmento clorofila, substância orgânica <b>capaz de</b> absorver energia luminosa e transformá-la em energia potencial química, que fica armazenada nas moléculas orgânicas produzidas (p. 229, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	5	A energia liberada pelos elétrons em sua passagem pelas cadeias transportadoras de elétrons é usada <b>para</b> “forçar” a passagem de prótons (H <sup>+</sup> ) através da membrana tilacóide (p. 230, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup> & Analogia-Metáfora
	6	O NADPH e o ATP gerados, respectivamente, nas etapas iniciais da fotossíntese fornecem hidrogênio e energia <b>para</b> a produção de glicídios a partir do gás carbônico (p. 230, grifo meu).	Organizacional
	7	Um fóton com comprimento de onda apropriado, se for absorvido por um cloroplasto ou por uma bactéria fotossintetizante, é convertido em energia química. A molécula <b>responsável por</b> essa conversão é a clorofila a, presente em todas as plantas e algas em dois grupos de bactérias que fazem fotossíntese [...] (p. 231, grifo meu).	Organizacional
	8	A clorofila b não é capaz de transformar energia luminosa em energia química e <b>atua como</b> pigmento acessório da fotossíntese. Uma vez que absorve luz de comprimentos de onda diferentes dos absorvidos pela clorofila a, a clorofila b <b>contribui para</b> aumentar o espectro de luz utilizado na fotossíntese (p. 232, grifo meu). (p. 232, grifo meu).	Organizacional
	9	Muitos carotenóides transferem a energia absorvida da luz para a clorofila a, mas alguns parecem desempenhar <b>função</b> de fotoproteção, dissipando o excesso de energia luminosa que poderia danificar as moléculas de clorofila (p. 232, grifo meu).	Organizacional
	10	As várias centenas de moléculas de pigmento que compõem cada um desses complexos <b>atuam como</b> uma antena, captando luz e transferindo a energia dos fótons para duas moléculas de clorofila a, as quais <b>funcionam como</b> um centro de reação (p. 232, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora

Tabela 5. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		11	Entretanto, a diferença mais importante é quanto à <b>função</b> : apenas o PSII consegue realizar a fotólise da água e apenas o PSI consegue transferir elétrons para o acceptor final, o NADP+ (p. 234, grifo meu).	Organizacional
		12	Em seu deslocamento pelos aceptores da cadeia transportadora (citocromos), os elétrons liberam energia, que é utilizada <b>para</b> bombear íons H+ do estroma para o interior do lúmen do tilacóide (p. 236, grifo meu).	Organizacional
		13	Os cloroplastos desempenham diversas <b>atividades</b> metabólicas. Nessas organelas são sintetizados quase todos os aminoácidos de que a planta <b>necessita para</b> produzir suas proteínas [...]. Entretanto, a <b>atividade</b> principal dos cloroplastos é a produção de glicídios a partir de CO <sub>2</sub> absorvidos no ar, [...] (p. 236, grifo meu).	Organizacional
		14	<b>Para</b> que essas reações [no ciclo das pentoses] ocorram, é preciso haver energia, fornecida pelo ATP que se formou nas fosforilações (p. 237, grifo meu).	Organizacional
		15	Parte dos glicídios produzidos na fotossíntese é usada imediatamente nas mitocôndrias da célula vegetal, no processo de respiração celular, <b>de modo a</b> fornecer energia aos processos vitais (p. 238, grifo meu).	Organizacional
		16	Elas [as bactérias quimiossintetizantes] necessitam apenas de um agente oxidante e de gás carbônico e água, matérias-primas <b>para</b> a produção de glicídios (p. 238, grifo meu).	Organizacional
		17	<b>Para</b> girar artificialmente essa máquina produtora de ATP, Hiroyasu Itoh e seus colegas, do Hamamatsu Photonics em Tsukuba, Japão, fixaram a enzima em uma placa de vidro e uniram uma minúscula partícula magnética a seu rotor (239, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
			O que são fotossistemas e como eles <b>atuam</b> na fotossíntese? (p. 240, grifo meu).	Organizacional
11	<i>O Controle Gênico das Atividades Celulares</i>	15	Podemos, assim, utilizar trincas diferentes para uma mesma letra do alfabeto e ainda reservar algumas combinações <b>para</b> corresponder a pontuações de nossas mensagens (p. 246, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	2	No interior das células vivas existe um sistema molecular que contém informações <b>para</b> a produção de proteínas, substâncias que determinam a estrutura das células e controlam todos os processos metabólicos. Esse sistema de informações bioquímicas que permite a produção precisa das proteínas necessárias <b>para</b> a formação das células e para fazê-las <b>funcionar</b> é denominado código genético (p. 246, grifo meu).	Organizacional
	3	No código genético há 64 trincas possíveis, mas apenas 61 delas correspondem a aminoácidos. As três trincas restantes são <b>usadas como</b> pontuação; elas <b>dizem</b> à célula o ponto em que termina a codificação de cada proteína (p. 246, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
	4	Muitos detalhes da duplicação do DNA já são conhecidos pelos cientistas. Hoje sabe-se, por exemplo, que inúmeras enzimas participam do processo de duplicação; uma delas tem a <b>função</b> de desemparelhar as duas cadeias de DNA, [...] (p. 247, grifo meu).	Organizacional
	5	Após 14 gerações vivendo nesse meio [rico em <sup>15</sup> N], praticamente todo o DNA das bactérias continha <sup>15</sup> N, uma vez que as bactérias utilizam as substâncias do meio <b>para</b> produzir os componentes de suas células, inclusive as bases nitrogenadas de seu DNA (p. 248, grifo meu).	Organizacional
	6	Já se descobriu que muitos tipos de DNA não-codificante desempenham <b>funções</b> importantíssimas na estrutura e no <b>funcionamento</b> dos cromossomos. [...] Alguns cientistas acreditam que parte desse DNA não-codificante pode ter sido importante e perdeu sua função ao longo da evolução, permanecendo no núcleo como “lembranças” do passado (p. 249, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
	7	[...] um gene pode ser definido como um segmento de DNA que <b>atua como</b> molde na produção de uma molécula de RNA (p. 250, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	8	A principal diferença entre a duplicação do DNA e a síntese de RNA é que nesta última são utilizados ribonucleotídeos (que contêm ribose) e a apenas uma das cadeias do DNA <b>serve de molde</b> para a molécula que está sendo sintetizada. No processo de produção do RNA, as duas cadeias de DNA se separam e uma delas <b>serve de molde</b> ao RNA (p. 250, grifo meu).	Organizacional
	9	Os segmentos de DNA que <b>servem de molde para</b> a formação das moléculas de RNA ribossômico ficam em locais específicos de certos cromossomos (p. 252, grifo meu).	Organizacional
	10	Esse tipo de RNA é chamado de transportador por ser o <b>responsável pelo</b> transporte das moléculas de aminoácidos até os ribossomos, onde elas se unem <b>para</b> formar as proteínas [...] (p. 252, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
	11	Assim, os RNAt <b>atuam</b> na síntese de proteínas como “adaptadores”, encaixando os aminoácidos de acordo com os códons do RNAm (p. 252, grifo meu).	Organizacional & Analogia/Metáfora
	12	O ribossomo, por sua vez, serve de suporte <b>para</b> o acoplamento do RNAm e dos RNAt (p. 252, grifo meu).	Organizacional
	13	Os três códons restantes não correspondem a nenhum aminoácido e <b>funcionam</b> como pontuação, indicando o final da informação genética na molécula de RNAm (p. 252, grifo meu).	Organizacional
	14	As proteínas são substâncias essenciais da estrutura das células vivas; além disso, elas atuam como enzimas, <b>comandando</b> praticamente todos os processos vitais (p. 253, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
	15	Assim, a informação codificada na dupla-hélice tinha de ser decodificada de acordo com determinadas regras, <b>para</b> dizer às células quais dos vinte tipos de aminoácidos deviam ser encadeados para constituir as milhares de proteínas que caracterizam os seres vivos (p. 257, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		<b>Como atua</b> a enzima polimerase do RNA na síntese de RNA? (p. 259, grifo meu).	Organizacional
		Quais são os três tipos principais de RNA e quais são seus <b>papéis</b> na síntese de proteínas?	Organizacional
		Qual das substâncias apresentadas é <b>capaz de</b> formar pontes de hidrogênio e está presente no DNA? (p. 259, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
		A polimerase do RNA é uma enzima que [...] (p. 260, grifo meu).	Organizacional	
12	<i>Tecidos Epiteliais</i>	50	A multicelularidade adquire sua maior expressão nos animais, em que as células se associam <b>para</b> formar tecidos altamente especializados (p. 266, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		2	Nas colônias celulares, quase não há divisão de trabalho ou compartimento de <b>funções</b> entre as células; embora unidas elas se comportam praticamente como se estivessem isoladas (p. 266, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
		3	Antes de tudo, pode-se pensar que a associação de células é uma maneira de dividir <b>tarefas</b> e <b>funções</b> (p. 267, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
		4	Nos seres unicelulares, uma mesma célula realiza todas as <b>funções</b> essenciais à vida – captura de alimento, digestão, excreção, percepção do ambiente etc. Nos seres multicelulares, essas <b>tarefas</b> podem ser divididas entre células especializadas, o que aumenta a eficiência do organismo (p. 267, grifo meu).	Organizacional
		5	Essas células [coanócitos] revestem a cavidade do corpo das esponjas, onde desempenham as <b>funções</b> de fazer a água circular, por meio do movimento coordenado de seus flagelos, e de capturar alimento, por meio de seu funil membranoso (p. 267, grifo meu).	Organizacional
		6	A verdadeira multicelularidade caracteriza-se por uma associação de células em que há interdependência estrutural e <b>funcional</b> entre elas. Nas plantas e particularmente nos animais (com exceção das esponjas), a organização multicelular atingiu o grau mais alto: o organismo é formado por diversos conjuntos de células altamente integrados, cada um deles especializados em realizar funções definidas [...] (p. 268, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		7	O organismo é composto por diversos conjuntos de células altamente integrados, cada um deles especializados em realizar <b>funções</b> definidas [...] Em nosso estômago, por exemplo, há um tecido especializado no revestimento interno, outro que dá resistência à parede estomacal, outro que permite a contração do órgão etc. (p. 268, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	8	Em seu conjunto, os órgãos formam os sistemas corporais, cuja <b>função</b> é realizar a integração entre diversos órgãos e partes do organismo multicelular. Por exemplo, nosso sistema digestório, cuja <b>função</b> básica é a nutrição do organismo, é constituído por diversos órgãos, como boca, esôfago, estômago, intestino e glândulas associadas (p. 268, grifo meu).	Organizacional
	9-11	Os tecidos epiteliais, também denominados epitélios, desempenham diversas <b>funções</b> no organismo, dependendo do órgão em que se localizam. Suas principais <b>funções</b> são: a) proteção; b) absorção e secreção de substâncias; c) percepção de sensações (p. 268, grifo meu). [Aqui, três atribuições funcionais].	Organizacional
	12	O bom desempenho da <b>função</b> de revestimento dos epitélios é garantido pelo fato de suas células serem perfeitamente ajustadas e unidas umas às outras por pequena quantidade de material cimentante (p. 269, grifo meu).	Organizacional
	13-16	As células que constituem os epitélios apresentam diversos tipos de especialização, das quais as principais são: junções celulares, microvilosidades, invaginações da membrana e cílios (p. 271, grifo meu). [Aqui, quatro atribuições funcionais].	Organizacional
	17	Zona de adesão são regiões especializadas que circundam toda a porção apical das células epiteliais, <b>permitindo</b> forte adesão entre células adjacentes. Nessas junções, também presentes em outros tipos de células, na face interna da membrana, há um cinturão constituído pelas proteínas actina e miosina (p. 271, grifo meu).	Organizacional
	18	As microvilosidades são projeções da membrana celular semelhantes a dedos de luva, que mantêm sua forma graças a microfilamentos de proteínas presentes em seu interior. As microvilosidades ampliam a superfície de contato entre as células epiteliais e o meio, o que aumenta a capacidade de absorção do epitélio; elas <b>contribuem para</b> ampliar a área da superfície [...] (p. 271, grifo meu).	Organizacional
	19	Esses tubos [junções tipo <i>gap</i> ] põem em contato direto o citoplasma de duas células vizinhas, <b>permitindo</b> o livre trânsito de pequenas moléculas e íons (p. 272, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	20	Além de dar suporte ao epitélio e promover seu ancoramento ao tecido conjuntivo subjacente, a membrana basal representa uma barreira à entrada de microorganismos. Por ser permeável a gases e nutrientes, ela <b>permite</b> o intercâmbio de substâncias entre as células epiteliais e os vasos sanguíneos presentes no tecido conjuntivo (p. 272).	Organizacional
	21	As microvilosidades ampliam a superfície de contato entre as células [...] (p. 272).	Organizacional
	22	A eficiência dessas células epiteliais [presentes nos túbulos renais] é garantida pelo grande número de invaginações que, como “microvilosidades ao contrário”, aumentam a área celular disponível <b>para</b> a absorção de substâncias (p. 272).	Organizacional
	23-24	A pele humana é um órgão complexo, responsável por diversas <b>funções</b> fundamentais à vida. Além de proteger nosso corpo da ação de agentes físicos, químicos e biológicos, a pele é responsável pela nossa sensibilidade tátil e pela manutenção da temperatura corporal (p. 273, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
	25-26	Ela [a melanina] desempenha duas importantes <b>funções</b> protetoras no organismo: absorve parte da energia contida na radiação ultravioleta da luz solar e neutraliza radicais livres [...] (p. 274, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
	27-28	As células de Langerhans possuem muitas projeções entre as células epidérmicas; sua <b>função</b> é reconhecer e destruir agentes estranhos que entram na pele, além de alertar o sistema de defesas corporais (sistema imunitário) para agir contra os invasores (p. 274, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
	29	As células de Merkel. [...] Sua <b>função</b> é perceber estímulos mecânicos, transmitindo-os às fibras nervosas (p. 274, grifo meu).	Organizacional
	30	As principais células dérmicas são os fibroblastos, <b>responsáveis pela</b> produção de fibras protéicas e de uma substância gelatinosa que preenche os espaços do tecido, a substância fundamental (p. 274, grifo meu).	Organizacional
	31	É o conjunto dessas fibras [colágenas, elásticas, reticulares] que <b>confere</b> a resistência e a elasticidade típicas da pele (p. 274).	Organizacional <sup>4</sup>

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	32	Acredita-se que essas saliências [papilas dérmicas] tenham a <b>função</b> de aumentar o contato e a adesão entre os dois tecidos [derme e epiderme] [...] (p. 275, grifo meu).	Organizacional
	33-34	A gordura armazenada nesse tecido [conjuntivo frouxo], além de constituir reserva de energia, <b>atua como</b> isolante térmico do corpo (p. 275, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
	35	Cada folículo piloso está ligado a um pequeno músculo eretor, que <b>permite</b> a movimentação do pêlo [...] (p. 275, grifo meu).	Organizacional
	36-37	Unhas são placas [...]; nos pés, dão mais equilíbrio ao caminhar e, nas mãos, auxiliam a apreensão e a manipulação de objetos (p. 276). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional <sup>4</sup>
	38	Sua <b>função</b> [das glândulas sebáceas] é lubrificar a pele e os pêlos [...] (p. 276, grifo meu).	Organizacional
	39	O suor <b>ajuda a</b> manter a temperatura corporal, pois, ao evaporar, absorve grande quantidade de calor da superfície do corpo, resfriando-o (p. 276, grifo meu).	Organizacional
	40-41	A pele desempenha diversas <b>funções</b> , algumas delas surpreendentes. Você sabia, por exemplo, que as linhas salientes que compõem as impressões digitais de nossos dedos facilitam a caminhada e nos ajudam a pegar objetos com mais firmeza? (p. 276, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
	42	A pele <b>funciona</b> como uma barreira protetora contra a ação de agentes físicos, químicos e biológicos sobre o organismo [...]. Os pêlos também contribuem para essa <b>função</b> protetora (p. 276, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	43	A pele desempenha importante <b>papel</b> na manutenção de nossa temperatura corporal (p. 277, grifo meu).	Organizacional
	44	[...] terminais de Ruffini [...] são terminações nervosas ramificadas especializadas na percepção de calor (p. 277).	Organizacional
	45	Terminações nervosas livres são [...] <b>responsáveis pela</b> captação de estímulos mecânicos, térmicos e dolorosos (p. 277, grifo meu).	Organizacional
	46	Bulbos terminais de Krause são porções dilatadas de fibras nervosas, <b>responsáveis pela</b> percepção de frio [...] (p. 278, grifo meu).	Organizacional



Tabela 5. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		47	Existe uma glândula em nosso corpo, o pâncreas, que desempenha simultaneamente <b>funções</b> endócrinas e exócrinas (p. 279, grifo meu).	Organizacional
		48	Nesse caso, a glândula [mucosa] consiste em uma única célula, que libera muco <b>para</b> a lubrificação intestinal (p. 280, grifo meu).	Organizacional
		49	Nas diversas partes do mundo, a cor da pele humana evoluiu <b>de modo a</b> se tornar escura o bastante <b>para</b> evitar a destruição do nutriente folato pela luz solar e clara o suficiente para permitir a produção da vitamina D. [...] Durante anos, dominou a teoria de que a pele mais escura seria uma adaptação que protege contra o câncer tegumentar (p. 281, grifo meu). (p. 281, grifo meu).	Etiológica
		50	Além disso, como o folato é <b>necessário à</b> síntese de DNA, a falta dessa substância pode prejudicar a produção de espermatozóides (p. 282, grifo meu).	Organizacional
			O que são e qual é a <b>função</b> dos hemidesmossomos? (p. 283, grifo meu).	Organizacional
			O que são microvilosidades e qual é sua <b>função</b> ? Dê exemplo de epitélios em que ocorrem microvilosidades e, comentando <b>a relação estrutura/função</b> (p. 283, grifo meu).	Organizacional
			O que são melanócitos, onde se localizam e qual é a sua <b>função</b> na pele humana? (p. 283, grifo meu).	Organizacional
			Quais são as <b>funções</b> , respectivamente, das células de Langerhans e das células de Merkel, presentes na pele humana? (p. 283, grifo meu).	Organizacional
			Explique brevemente o que são e quais são as <b>funções</b> dos seguintes [...] (p. 283, grifo meu).	Organizacional
13	<i>Tecidos conjuntivos</i>	<b>17</b>	Fibras da proteína colágeno, uma das principais <b>responsáveis pela</b> sustentação de nosso corpo (p. 286, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		2	Os fibroblastos são <b>responsáveis pela</b> produção das fibras protéicas e da substância fundamental amorfa que compõe a matriz extracelular (p. 289, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		3	Esse fenômeno [solvatação] é um dos <b>responsáveis pelo</b> volume e consistência da substância fundamental amorfa. Calcula-se que cada molécula de ácido hialurônico é capaz de “inchar” até mil vezes em volume devido à solvatação [...] (p. 290, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	4	É sua presença [fibras colágenas] na derme que confere resistência à nossa pele, evitando que ela sofra lesões ao ser esticada (p. 290).	Organizacional
	5	Essas células [macrófagos] <b>são como</b> “patulheiras” dos tecidos conjuntivos frouxos, [...]. Alguns tipos de macrófagos têm ainda a capacidade de identificar substâncias potencialmente perigosas ao organismo, “apresentando-as” às células de defesa corporal (os linfócitos), <b>para</b> que estas tomem as devidas providências (p. 291, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
	6	O mastócito é a principal célula <b>responsável pela</b> chamada reação anafilática, que nada mais é que uma reação alérgica, como a que ocorre na conjuntivite e na rinite alérgica (p. 292, grifo meu).	Organizacional
	7	Sua <b>função</b> [células mesenquimatosas indiferenciadas], portanto, é manter a capacidade de gerar novas células [...] (p. 293, grifo meu).	Organizacional
	8	A principal <b>função</b> do tecido adiposo é reservar energia para momentos de necessidade. Se faltar alimento, as reservas de gordura das células adiposas serão metabolizadas nas mitocôndrias <b>para</b> produzir a energia necessária aos processos vitais (p. 293, grifo meu).	Organizacional
	9	O tecido cartilaginoso deve sua rigidez e consistência à matriz extracelular, constituída principalmente por colágeno e proteoglicanos, entre os quais a condroitina sulfatada (p. 294).	Organizacional
	10	[...] e na epiglote [...], cuja <b>função</b> é tampar a traquéia quando engolimos (p. 294, grifo meu).	Organizacional
	11	A <b>função</b> da cartilagem intervertebral é separar uma vértebra de outra, evitando o atrito entre elas e amortecendo os choques transmitidos à coluna durante as atividades como caminhar, correr etc. (p. 294, grifo meu).	Organizacional
	12	A ossificação, que é a formação de tecido ósseo, ocorre a partir de uma estrutura conjuntiva que <b>serve de</b> base; esta pode ser uma cartilagem ou uma membrana de tecido conjuntivo (p. 296, grifo meu).	Organizacional
	13	A principal <b>função</b> do tecido ósseo é a sustentação esquelética do corpo. (p. 297).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	14-15	No interior dos ossos longos há cavidades onde se aloja a medula óssea vermelha, <b>responsável pela</b> produção de diversos tipos de células do sangue. Outra <b>função</b> importante dos ossos do esqueleto é servir de reservatório de cálcio [...] (p. 297, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
	16	[...] vitamina A; sabe-se atualmente que uma das <b>funções</b> dessa vitamina é equilibrar a atividade de osteoblastos e osteoclastos, regulando assim a contínua reconstrução óssea (p. 297, grifo meu).	Organizacional
	17	O tecido hematopoietico ou hemacitopoético [...] é o <b>responsável pela</b> formação dos diversos tipos de células do sangue também chamados “elementos figurados” (p. 298, grifo meu).	Organizacional
		O que são fibroblastos e quais as principais <b>funções</b> dessas células nos tecidos conjuntivos (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		Qual é a <b>função</b> dessa substância [substância fundamental]? (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		Explique brevemente o <b>papel</b> dos fibroblastos na cicatrização de ferimentos (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		O que são macrófagos e quais são as principais <b>funções</b> nos tecidos conjuntivos? (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		O que são plasmócitos e quais são suas principais <b>funções</b> nos tecidos conjuntivos? (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		O que são células adiposas (adipócitos) e quais são suas principais <b>funções</b> nos tecidos conjuntivos? (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		O que são células mesenquimatosas indiferenciadas e qual é sua principal <b>função</b> nos tecidos conjuntivos? (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		Onde se localiza o tecido adiposo e quais são suas principais <b>funções</b> ? (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		Explique resumidamente a estrutura e a <b>função</b> dos três tipos de cartilagens (hialina, elástica e fibrosa) (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		O que são osteoclastos e qual é a sua principal <b>função</b> ? (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		Quais são as principais <b>funções</b> do tecido ósseo? (p. 301, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
		Que tipo de célula é <b>responsável pela</b> produção de anticorpos? (p. 301, grifo meu).	Organizacional	
		Que substância é <b>responsável pelo</b> grande volume de água da matriz extracelular? (p. 302, grifo meu).	Organizacional	
		Que célula tem por <b>função</b> desfazer o trabalho do osteoblasto? (p. 302, grifo meu).	Organizacional	
14	<i>Tecido Sanguíneo</i>	15	O sangue exerce importantes <b>funções</b> no organismo dos animais vertebrados: transporta gás oxigênio (O <sub>2</sub> ) e nutrientes a todas as células do corpo, delas recolhendo gás carbônico (CO <sub>2</sub> ) e excreções. Outra importante <b>função</b> do sangue é proteger o corpo contra a invasão de agentes infecciosos (p. 304, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
		3	A <b>função</b> do plasma é transportar essas substâncias pelo corpo, permitindo às células receber os nutrientes necessários à vida e eliminar substâncias tóxicas geradas no metabolismo (p. 307, grifo meu).	Organizacional
		4	As proteínas do plasma desempenham diversas <b>funções</b> . Pequenas moléculas protéicas produzidas pelo fígado, denominadas genericamente de albuminas e que constituem metade do conteúdo protéico de nosso plasma sanguíneo, são <b>responsáveis pelo</b> transporte de ácidos graxos livres, pela viscosidade do sangue e por seu potencial osmótico (p. 307, grifo meu).	Organizacional
		5	Outro grupo de proteínas plasmáticas importantes é o das imunoglobulinas, que <b>atuam como</b> anticorpos, defendendo nosso corpo de microorganismos e de substâncias orgânicas estranhas (p. 307, grifo meu).	Organizacional
		6	O plasma contém também proteínas <b>responsáveis pelo</b> processo de coagulação do sangue (p. 307, grifo meu).	Organizacional
		7	[...] moléculas de hemoglobina, a proteína <b>responsável pela</b> captura de moléculas de gás oxigênio nos pulmões e pelo seu transporte para todos os tecidos do corpo (p. 307, grifo meu).	Organizacional
		8	A forma de nossas hemácias [...] é altamente adaptada às suas <b>funções</b> de transportar gás oxigênio dos pulmões aos tecidos [...] (p. 308, grifo meu).	Etiológica

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	9	Sua <b>função</b> [leucócitos] mais importante é defender o organismo contra microorganismos ou substâncias estranhas que penetram nos tecidos (p. 309, grifo meu).	Organizacional
	10	Sua principal <b>função</b> [neutrófilos] é fagocitar bactérias [...] (p. 310, grifo meu).	Organizacional
	11	Sua principal <b>função</b> [eosinófilos] é combater invasores de grande tamanho, como vermes e parasitas (p. 310, grifo meu).	Organizacional
	12	Apesar de sua <b>função</b> ainda não ser bem conhecida, sabe-se que os basófilos liberam histamina (p. 310, grifo meu).	Organizacional <sup>2</sup>
	13	A histamina [...] desempenha <b>papel</b> importante nas inflamações e respostas alérgicas [...] (p. 310, grifo meu).	Organizacional
	14	<b>Graças à</b> ação vasodilatadora da histamina, centenas de “soldados” – neutrófilos e macrófagos – podem chegar, pelo sangue, ao local do ferimento (p. 312).	Organizacional
	15	<b>Para</b> que essa associação ocorra [entre as enzimas e os íons $Ca^{2+}$ ], é necessária a participação da vitamina K (p. 314).	Organizacional
		Quais são as principais <b>funções</b> do sangue? (p. 317, grifo meu).	Organizacional
		Quais são os tecidos <b>responsáveis pela</b> produção das células sanguíneas [...] (p. 317, grifo meu).	Organizacional
		Explique brevemente as funções gerais do plasma e, em particular, as <b>funções</b> desempenhadas pelas proteínas plasmáticas (p. 317, grifo meu).	Organizacional
		Sobre as hemácias do sangue humano, responda: d) Qual é sua <b>função</b> no organismo? (p. 317, grifo meu).	Organizacional
		Descreva os aspectos gerais da estrutura da molécula de hemoglobina. Qual é a <b>função</b> dessa proteína no organismo? (p. 317, grifo meu).	Organizacional
		Sobre os leucócitos do sangue humano, responda: d) Qual é sua <b>função</b> no organismo? (p. 317, grifo meu).	Organizacional
		O que é diapedese e qual é a sua <b>importância</b> na resposta inflamatória? (p. 317, grifo meu).	Organizacional
		Qual é a célula especializada em reconhecer e destruir células infectadas por vírus [...] (p. 318).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
		Qual é a célula <b>responsável pelo</b> comando do sistema imunitário [...] (p. 318, grifo meu).	Organizacional	
		Que célula é <b>responsável por</b> produzir substâncias protéicas específicas [...] (p. 318, grifo meu).	Organizacional	
		Elabore uma tabela [...]: b) <b>função</b> (p. 318, grifo meu).	Organizacional	
15	<i>Tecidos Musculares</i>	7	A contração muscular, além de permitir a locomoção e os mais diversos tipos de movimentos corporais, também é <b>responsável pela</b> movimentação dos órgãos internos, como os batimentos do coração [...] (p. 320, grifo meu).	Organizacional
		2	O tecido conjuntivo é <b>responsável</b> também pela transmissão aos tecidos vizinhos da força gerada da contração muscular (p. 320, grifo meu).	Organizacional
		3	Cada um deles [tipos de tecido muscular: estriado esquelético, estriado cardíaco e não-estriado] tem características próprias, adequadas ao <b>papel</b> que desempenha no organismo [...] (p. 321, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		4	No citoplasma da fibra muscular estriada, denominado sarcoplasma, há grande quantidade de retículo sarcoplasmático não-granuloso, especializado em armazenar íons de cálcio (Ca <sup>2+</sup> ). Bolsas desse retículo envolvem cada uma das miofibrilas [...] desempenham <b>papel</b> importante na contração muscular [...] (p. 323, grifo meu).	Etiológica
		5	Assim, os músculos não conseguiriam desempenhar suas <b>funções</b> se não dispusessem de um reservatório extra de energia. Esse reservatório é o fosfato de creatina, ou fosfocreatina [...] (p. 326, grifo meu).	Organizacional
		6	Durante um exercício físico muito intenso, a quantidade de gás oxigênio que chega aos músculos pode não ser suficiente <b>para</b> suprir as necessidades respiratórias das fibras musculares (p. 326, grifo meu).	Organizacional
		7	O tônus é <b>responsável pela</b> firmeza dos músculos e importante na manutenção da postura do corpo (p. 328, grifo meu).	Organizacional
			O que é epimísio, perimísio e endomísio e que <b>funções</b> exercem no músculo? (p. 332, grifo meu).	Organizacional
			Quais as características e as <b>funções</b> de cada uma delas? (p. 332, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		O que é tônus muscular? Qual é seu <b>papel</b> e em que situações pode estar alterado? (p. 332, grifo meu).	Organizacional
16	<i>Tecido Nervoso</i>	<b>16</b> Divisões do sistema nervoso humano [...]. <b>Funções</b> gerais: SNC – Processamento e integração de informações; SNP – Condução de informações entre órgãos receptores de estímulos, o SCN e outros órgãos efetadores (músculos, glândulas etc.) (p. 335, grifo meu). [Aqui duas atribuições funcionais].	Organizacional
		3 Neurônios são células especializadas na condução de impulsos nervosos, que são alterações elétricas que se propagam pela membrana plasmática (p. 336).	Etiológica
		4 Os dentritos são prolongamentos ramificados especializados na recepção de estímulos provenientes de outros neurônios ou de células sensoriais (p. 336).	Etiológica
		5 O axônio, na maioria dos neurônios, é mais longo que os dentritos e pode ser ramificado. Sua principal <b>função</b> é transmitir os impulsos nervosos [...] (p. 336, grifo meu).	Organizacional
		6 Neurônios bipolares apresentam um só axônio e um só dentrito, localizados em posições diametralmente opostas na célula. São os principais <b>responsáveis</b> pela transmissão das informações captadas por órgãos do sentido [...] (p. 336, grifo meu).	Organizacional
		7-9 Quanto à sua <b>função</b> geral, os neurônios podem ser classificados em sensitivos, motores e associativos. Neurônios [...] sensitivos são os que conduzem impulsos nervosos de órgãos dos sentidos e de células sensoriais para o sistema nervoso central. Neurônios [...] motores são os que conduzem impulsos do sistema nervoso central para os órgãos que efetuam a resposta (efetores), geralmente músculos ou glândulas. Neurônios associativos [...] fazem a conexão entre diversos tipos de neurônios (p. 337, grifo meu). [Aqui, três atribuições funcionais].	Organizacional
		10 Além de estimular os neurônios motores <b>responsáveis pela</b> ação, o neurônio associativo também estimula neurônios que conduzem impulsos ao encéfalo, permitindo-nos tomar consciência do ocorrido (p. 338, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		11	Os gliócitos ou células gliais [...] cuja <b>função</b> é envolver, proteger e nutrir os neurônios (p. 338, grifo meu).	Organizacional
		12	Esse envoltório [que os oligodentrócitos formam] constitui o estrato mielínico ou bainha de mielina, que <b>atua</b> protegendo o neurônio e auxiliando o desempenho de suas funções (p. 339, grifo meu).	Organizacional
		13	As células de Schwann são gliócitos presentes no sistema nervoso periférico, onde desempenham <b>papel</b> semelhante ao dos oligodentrócitos no sistema nervoso central (p. 339, grifo meu).	Organizacional
		14	As neurofibras, dependendo de sua <b>função</b> , podem ou não se apresentar revestidas pelo estrato mielínico (bainha de mielina) [...] (p. 339, grifo meu).	Organizacional
		15	[...] as membranas do estrato mielínico apresentam alguns componentes específicos, como certos proteolipídios e a proteína básica da mielina, que participam da união entre as camadas de membrana enroladas, dando consistência ao envoltório. Este <b>atua como</b> um isolante e evita que o impulso se propague entre neurofibrilas adjacentes [...] (p. 339, grifo meu).	Organizacional
		16	Finalmente, diversos conjuntos de neurofibras, cada um deles envolto pelo perineuro, podem ser reunir <b>para</b> formar nervos relativamente grossos, os quais são revestidos por outra camada de tecido conjuntivo, o epineuro (p. 340, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
			Qual é a <b>função</b> geral do tecido nervoso? (p. 345, grifo meu).	Organizacional
			Quais são os principais componentes do tecido nervoso e suas respectivas <b>funções</b> ? (p. 345, grifo meu).	Organizacional
			Quais são os principais tipos de gliócitos e que <b>funções</b> desempenham no tecido nervoso? (p. 345, grifo meu).	Organizacional
			O que são células de Schwann e qual é sua <b>função</b> no sistema nervoso? (p. 345, grifo meu).	Organizacional
			A célula <b>responsável pela</b> condução dos impulsos nervosos no corpo é o [...] (p. 345, grifo meu).	Organizacional
17	<i>Reprodução e Ciclos de Vida</i>	<b>8</b>	Bem mais tarde surgiu a reprodução sexuada, processo em que duas células se fundem <b>para</b> gerar um novo indivíduo, [...] (p. 352, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)



Tabela 5. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
	2	Nas samambaias, por exemplo, o indivíduo que se origina dos gametas é a planta que conhecemos e utilizamos <b>para</b> ornamentar nossas casas (p. 355, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)	
	3	Nas mulheres virgens, isto é, que nunca tiveram relação sexual vaginal, o orifício da vagina é parcialmente recoberto pelo hímen, uma membrana mucosa de <b>função</b> ainda desconhecida [...] (p. 358, grifo meu).	Organizacional <sup>2</sup>	
	4	As paredes da vagina dilatam-se durante a excitação sexual e as grandes glândulas vestibulares secretam substâncias com <b>função</b> lubrificante [...] (p. 358, grifo meu).	Organizacional	
	5	Este [o corpo lúteo] é uma estrutura amarelada devido ao acúmulo de um carotenóide amarelo, a luteína. O corpo amarelo passa a produzir o hormônio progesterona, cuja <b>função</b> será estudada no capítulo 18 (p. 361, grifo meu).	Organizacional	
	6	O pênis é percorrido longitudinalmente pela uretra, um canal comum aos sistemas urinário e genital, que <b>serve</b> tanto para eliminar urina como esperma (p. 361, grifo meu).	Organizacional	
	7	Entre os túbulos seminíferos situam-se as células intersticiais, <b>responsáveis pela</b> produção de testosterona, o hormônio sexual masculino (p. 362, grifo meu).	Organizacional	
	8	Células musculares, por exemplo, se especializam na contração; células nervosas especializam-se em conduzir impulsos nervosos [...] (p. 372).	Etiológica	
		Qual é a <b>função</b> das vesículas seminais e da próstata no processo reprodutivo? (p. 374, grifo meu).	Organizacional	
18	<i>Desenvolvimento Embrionário dos Animais</i>	8	Hoje se sabe que, além de dar suporte ao tubo nervoso, o principal <b>papel</b> da notocorda é orientar a diferenciação do sistema nervoso (p. 390, grifo meu).	Organizacional
		2	Embriões de aves e de répteis desenvolvem quatro conjuntos de membranas extra-embrionárias, denominados anexos embrionários, cujas <b>funções</b> são a proteção, a respiração, a obtenção de nutrientes do vitelo e o armazenamento das excreções (p. 399, grifo meu).	Organizacional
		3	O zigoto de aves e de répteis é telolécito, com enorme quantidade de vitelo, suficiente <b>para</b> alimentar o embrião durante todo o desenvolvimento (p. 399, grifo meu).	Organizacional

Tabela 5. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		4	<b>Para</b> que o desenvolvimento prossiga, os ovos têm de estar em temperatura adequada (p. 399, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		5	O hipoblasto <b>contribui</b> apenas para a formação de parte das membranas extra-embriônicas, particularmente do saco vitelínico (p. 401, grifo meu).	Organizacional
		6	A principal <b>função</b> do alantóide é armazenar as substâncias excretadas pelos rins do embrião, principalmente ácido úrico (p. 402, grifo meu).	Organizacional
		7	O conjunto formado pela associação entre o cório e o alantóide, o alantocório, ou corioalantóide, é ricamente vascularizado, o que <b>permite</b> uma eficiente troca de gases entre os tecidos embrionários e o ar ao redor da casca (p. 402, grifo meu).	Organizacional
		8	O material genético do embrião recém-criado era proveniente de um blastômero, não de um ovo fertilizado; mesmo assim, esse material genético continha todas as informações necessárias <b>para</b> criar um ouriço-do-mar (p. 405, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
			O que é notocorda e qual é sua <b>função</b> ? (p. 406, grifo meu).	Organizacional
19	<i>Desenvolvimento Embrionário Humano</i>	3	[...] originando o saco vitelínico, que, nos mamíferos, praticamente não tem <b>função</b> [...] (p. 417, grifo meu).	Organizacional
		2	O alantóide, que em aves e répteis, tem a <b>função</b> de acumular as excreções embrionárias até a eclosão do ovo, nos mamíferos é pouco desenvolvido (p. 418, grifo meu).	Organizacional
		3	<b>Para</b> que ocorra a implantação do embrião no útero, processo chamado nidação, o embrião precisa abandonar o envoltório [...] (p. 418, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
			Que <b>papel</b> o sinciotrofoblasto desempenha na nidação (p. 431, grifo meu).	Organizacional
			O que é gonadotrofina coriônica e qual é o seu <b>papel</b> na gravidez? (p. 431, grifo meu).	Organizacional

**Tabela 6.** Amabis, J.M. & Martho, G.R. (2005), *Biologia*. São Paulo: Moderna. Volume 2

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
1	<i>Sistemática, Classificação e Biodiversidade</i>	3	Apesar da origem embrionária semelhante, órgãos homólogos podem desempenhar <b>funções</b> diferentes, como é o caso das asas dos morcegos, adaptadas ao voo, e das nadadeiras peitorais dos golfinhos, adaptadas à natação (p. 12, grifo meu).	Etiológica
		2	Por outro lado, determinados órgãos que desempenham a mesma <b>função</b> em certas espécies podem ter origens embrionárias completamente diferentes (p. 12, grifo meu).	Etiológica
		3	As <b>funções</b> diferentes que órgãos homólogos podem ter, por sua vez, são explicadas pelo fato de as espécies terem se diversificado ao longo da evolução. Por exemplo, asas são estruturas adaptadas <b>para</b> voar e, por isso, apresentam superfície ampla, o que permite obter sustentação no ar (p. 13, grifo meu).	Etiológica
2	<i>Vírus</i>	16	Utilizando uma analogia com a informática, os vírus <b>seriam comparáveis</b> às informações que compõem um programa de computação, armazenadas em um cd-rom ou disquete, mas sem o computador <b>para</b> executá-las (p. 28, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		2	O ácido nucléico do vírus contém as informações (genes) <b>para</b> se multiplicar e <b>para</b> produzir partículas virais; essas informações constituem o genoma viral (p. 30, grifo meu).	Organizacional
		3	Algumas proteínas têm por <b>função</b> alterar o <b>funcionamento</b> da célula, desviando o metabolismo celular <b>para</b> a produção de novos vírus (p. 30, grifo meu).	Organizacional
		4-5	Na célula hospedeira, a molécula de RNA viral (chamada cadeia +) <b>serve de molde para</b> a síntese de moléculas de RNA complementares a ela (cadeia -) que, por sua vez, <b>atuam como</b> molde <b>para</b> a produção de inúmeras cadeias complementares (cadeias +) (p. 31, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
		6-7	Tanto o capsídio (no caso de vírus não-envelopados) como o envelope lipoprotéico (no caso de vírus envelopados) contêm proteínas denominadas ligantes, <b>capazes de</b> se encaixar a proteínas da membrana da célula hospedeira. Estas, por sua vez, <b>atuam como</b> receptores virais, e os vírus utilizam-se delas <b>para</b> invadir a célula (p. 32, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional & Analogia-Metáfora

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		8	Um vírus tem de se encaixar aos receptores da membrana plasmática como uma chave em uma fechadura <b>para</b> ter acesso à célula hospedeira (p. 33, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		9	Como dissemos, se uma célula fosse comparada a um computador, com todos os acessórios [...], um vírus corresponderia a um simples cd-rom ou disquete, que contém apenas o programa [...] <b>para</b> produzir novos vírus (p. 34, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		10	Os genes virais contêm todas as instruções <b>para</b> a produção de novos vírus (p. 34, grifo meu).	Organizacional
		11	As espículas de hemaglutinina (H) <b>permitem que</b> o vírus se ligue às células hospedeiras. Se a pessoa possuir no sangue anticorpos que reconheçam essas espículas e se prendam a elas, o vírus torna-se incapaz de infectar suas células, e a gripe não se estabelece (p. 37, grifo meu).	Organizacional
		12	Outras proteínas, entre elas as hemaglutininas e as neuraminidases, alojam-se na membrana da célula infectada, preparando-a <b>para</b> envelopar os novos vírus formados (p. 38, grifo meu).	Organizacional
		13	O envelope viral apresenta glicoproteínas especiais <b>que permitem</b> a ligação a receptores presentes na membrana das células hospedeiras [...] (p. 40, grifo meu).	Organizacional
		14	Atualmente já estão sendo utilizadas diversas drogas, capazes de inibir a ação das proteases, que são as enzimas <b>responsáveis pela</b> maturação e montagem dos novos vírus dentro da célula (p. 42, grifo meu).	Organizacional
		15	Certos vírus não sobrevivem muito tempo fora do corpo do hospedeiro, necessitando do contato direto entre o portador e o novo hospedeiro <b>para</b> sua transmissão (p. 44, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		16	Pelo sangue, os príons chegam aos nervos e aos corpos celulares dos neurônios, onde começam a transformar proteínas normais em novos príons. Estes se acumulam na célula e acabam por causar a morte dos neurônios. A destruição lenta dessas células afeta o <b>funcionamento</b> do sistema nervoso (p. 45, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
3	<i>Os Seres Procarióticos: Bactérias e Arqueas</i>	13	A célula da maioria das bactérias apresenta um envoltório externo rígido, a parede celular, <b>responsável pela</b> forma da célula e, também, por sua proteção (p. 56, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	2-3	A membrana plasmática delimita o citoplasma, onde há milhares de pequenos grânulos, os ribossomos, <b>responsáveis pela</b> produção das proteínas (p. 56, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
	4	Possuir plasmídios, no entanto, pode ser vantajoso, pois eles geralmente contêm genes <b>responsáveis pela</b> destruição de substâncias tóxicas às bactérias [...] (p. 56, grifo meu).	Organizacional
	5	Já as bactérias quimiotróficas são aquelas que dependem de reações de oxi-redução de compostos inorgânicos ou de compostos orgânicos <b>para</b> obtenção de energia (p. 58, grifo meu).	Organizacional
	6	A fixação de nitrogênio é geralmente realizada por células especializadas do agrupamento bacteriano, denominado heterocistos (p. 59, grifo meu).	Etiológico
	7	As bactérias quimioautotróficas utilizam oxidações de compostos inorgânicos como fonte de energia <b>para</b> a síntese de substâncias orgânicas a partir de gás carbônico (CO <sub>2</sub> ) e de átomos de hidrogênio (H) provenientes de substâncias diversas (p. 60, grifo meu).	Organizacional
	8	Por degradar as mais diversas substâncias orgânicas, as bactérias saprofágicas exercem o importante <b>papel</b> de decompositores, evitando que cadáveres e resíduos orgânicos se acumulem no ambiente (p. 60, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	9	<b>Para</b> produzir energia a partir da glicose, as bactérias quimio-heterotróficas utilizam dois processos principais: respiração celular e fermentação (p. 60, grifo meu).	Organizacional
	10	Bactérias fermentadoras que produzem ácido láctico (lactobacilos) vivem também em diversas partes de nosso corpo, <b>contribuindo para</b> mantê-lo saudável (p. 64, grifo meu).	Organizacional
	11	Atualmente, técnicas de Engenharia Genética permitiram isolar o gene bacteriano <b>responsável pela</b> produção da toxina bioinseticida e introduzi-lo em plantas como o milho e o algodão, obtendo assim organismos transgênicos (p. 66, grifo meu).	Organizacional
	12	Os cientistas têm utilizado a transformação bacteriana <b>para</b> introduzir genes de diferentes espécies hospedeiras (p. 66, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
	13	Os cientistas são capazes de modificar geneticamente plasmídios bacterianos, fazendo-os <b>servir de</b> vetores <b>para</b> implantar genes de interesse em bactérias (p. 73, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)	
		O que é capsula bacteriana e qual a sua <b>importância</b> na patogenicidade (p. 80, grifo meu).		
		O que é a fixação do nitrogênio e qual a <b>importância</b> das cianobactérias nesse processo (p. 80, grifo meu).		
		Comente o <b>papel</b> da respiração anaeróbia na reciclagem de certos elementos químicos importantes na natureza (p. 80, grifo meu).		
4	<i>Protoctistas: Algas e Protozoários</i>	9	Na costa oeste da América do Norte, por exemplo, vivem algas pardas gigantes, os <i>kelps</i> , ancoradas no fundo marinho e formando extensas “florestas” submersas, que <b>servem de</b> hábitat para diversas espécies de animais (p. 87, grifo meu).	Organizacional
		2	Essas algas, denominadas coralíneas, desempenham <b>papel</b> importante na comunidade de certos recifes de coral; sua estrutura rígida absorve parte da energia das ondas, ajudando a criar um ambiente tranquilo onde as delicadas anêmonas formadoras do coral podem crescer e construir os recifes, que servem de moradia a diversas formas de vida (p. 88, grifo meu).	Organizacional
		3	As principais substâncias de reserva são óleos, que em certas espécies [de diatomáceas] <b>contribuem para</b> facilitar a flutuação (p. 88, grifo meu).	Organizacional
		4	Eles [os euglenóides] não têm parede celular, e em seu lugar há uma película flexível, sob a qual há fibrilas que <b>permitem</b> à célula contrair-se com rapidez (p. 89, grifo meu).	Organizacional
		5	Certas espécies [de euglenóides] apresentam, perto da base do flagelo, uma estrutura pigmentada, o estigma ou ocelo, <b>capaz de</b> perceber a luminosidade do ambiente e orientar os organismos para a luz, o que é importante nas espécies que fazem fotossíntese (p. 89, grifo meu).	Etiológica
		6	O citoplasma contém muitos vacúolos, vários armazenando óleos, <b>importantes como</b> reserva nutricional e na flutuação (p. 98, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		7	Alguns [flagelados] têm vida livre, <b>utilizando</b> os flagelos <b>para</b> a natação e capturando alimentos por fagocitose. Outros são sésseis, isto é, vivem fixados a um substrato, e utilizam o movimento flagelar para criar correntes líquidas que arrastam partículas de alimento para perto de si (p. 100, grifo meu).	Organizacional
		8	A regulação osmótica do paramécio está <b>a cargo</b> de dois grandes vacúolos contráteis [...], um em cada extremidade da célula (p. 102, grifo meu).	Organizacional
		9	A diferença é que os mixomicetos não apresentam parede celular como os fungos e sim uma película flexível (membrana plasmática), que lhes <b>permite</b> deslizar como uma ameba gigante multinucleada (p. 109, grifo meu).	Organizacional
			O que é diatomito? <b>Para que pode ser utilizado?</b> (p. 113, grifo meu).	Deliberativa (adequada)
5	<i>Fungos</i>	2	O mesmo micélio que forma hifas especializadas na reprodução assexuada produz também hifas especializadas na reprodução sexuada (p. 125).	Etiológica
		2	As espécies saprofágicas, juntamente com certas bactérias, desempenham o <b>papel</b> de agentes decompositores, destruindo cadáveres e restos de plantas e animais (p. 128, grifo meu).	Organizacional
			O que é quitina e qual sua relação com os fungos? (p. 133).	Etiológica
6	<i>Diversidade e Reprodução das plantas</i>	33	As plantas, graças à sua auto-suficiência alimentar, não precisavam depender de outros seres vivos <b>para</b> se estabelecer em terra firme (p. 136, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		2	As células das briófitas são pouco diferenciadas nas várias partes da planta, apresentando aspecto geralmente semelhante e pequena especialização para o desempenho de <b>funções</b> específicas (p. 141, grifo meu).	Etiológica
		3	Esporófitos de musgos e antóceros apresentam estômatos, estruturas formadas por pares de células especializadas, que deixam entre si um espaço pelo qual ocorre o intercâmbio de gases entre a planta e o ar (p. 141).	Etiológica
		4	Estas [cianobactérias do gênero <i>Nostoc</i> ] têm capacidade de absorver nitrogênio diretamente do ar atmosférico, <b>utilizando-o para</b> produzir compostos nitrogenados, aproveitados também pela planta hospedeira (p. 142, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	5	A <b>função</b> principal dos rizóides é a fixação do musgo e não a absorção de água e nutrientes minerais, como ocorre com as raízes das plantas vasculares (p. 142, grifo meu).	Organizacional
	6	Apesar de serem consideradas plantas avasculares, certas espécies de musgos apresentam, na porção central do caulóide, tecidos especializados na condução de água e nutrientes pelo corpo da planta (p. 143).	Etiológica
	7	Os leptóides formam um cilindro contínuo ao redor do feixe de hidróides e são especializados no transporte de substâncias orgânicas pelo corpo da planta (p. 143).	Etiológica
	8	Tanto em estrutura quanto em <b>função</b> , os leptóides são semelhantes aos vasos condutores de seiva elaborada (solução de substâncias orgânicas) das plantas vasculares (p. 143, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup> & Analogia-Metáfora
	9	Esse conjunto de células [do embrião], responsável pela transferência ativa de nutrientes para o embrião em desenvolvimento, é chamado de placenta [...], por analogia ao órgão presente em certos animais e que desempenha <b>função</b> semelhante (p. 144, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	10	Os biólogos consideram o aparecimento da placenta e da matrotrofia novidades importantes no processo da evolução biológica, que conferiram grande vantagem <b>para</b> a sobrevivência dos ancestrais das plantas (p. 146, grifo meu).	Etiológica
	11	As raízes são estruturas em geral subterrâneas, cuja <b>função</b> é fixar a planta ao solo e absorver água e sais minerais (p. 150, grifo meu).	Organizacional
	12	O caule sustenta a folha em posição adequada <b>para</b> que elas recebam luz, fonte de energia <b>para</b> a fotossíntese (p. 150, grifo meu).	Organizacional
	13	As folhas são estruturas geralmente laminares e com células ricas em cloroplastos. Essas características são adaptações à sua principal <b>função</b> , que é realizar a fotossíntese (p. 150, grifo meu).	Etiológica
	14	As células que constituem o corpo das plantas vasculares são bem diferenciadas entre si. Células semelhantes reúnem-se formando tecidos, especializados na realização de <b>funções</b> específicas (p. 150, grifo meu).	Etiológica



Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	15	O sistema dérmico forma a camada mais externa do corpo das plantas vasculares, recobrando as raízes, o caule e as folhas; sua <b>função</b> é proteger os tecidos internos (p. 150, grifo meu).	Organizacional
	16	O sistema vascular compõe-se dos tecidos condutores – xilema e floema – e sua <b>função</b> é distribuir substâncias pelo corpo da planta (p. 150, grifo meu).	Organizacional
	17	O sistema de preenchimento é formado pelos tecidos que ocupam os espaços internos da planta e que são chamados genericamente de parênquimas. Estes desempenham <b>funções</b> diversas, de acordo com o local em que se localizam e o tipo de planta em que ocorrem. Muitas raízes e caules apresentam um tecido de preenchimento denominado parênquima amilífero, cujas células são ricas em amiloplastos, células especializadas no armazenamento de amido (p. 150, grifo meu).	Etiológica
	18	O sistema vascular <b>permite que</b> a seiva bruta absorvida pelas raízes chegue de modo rápido e eficiente às folhas (p. 150, grifo meu).	Organizacional
	19	Nas células da primeira folha diferenciam-se cloroplastos, <b>que permitem</b> ao jovem esporófito realizar fotossíntese e tornar-se independente do gametófito quanto à nutrição (p. 152, grifo meu).	Organizacional
	20	O megasporângio das plantas com semente contém um tecido nutritivo denominado nucelo [...], que envolve o <b>megásporo funcional</b> haplóide (p. 156, grifo meu).	Organizacional
	21	Como vimos anteriormente, os gametas masculinos (anterozóides) das plantas avasculares e das plantas vasculares sem semente precisam nadar <b>para</b> chegar até à oosfera (p. 156, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
	22	Enquanto essas divisões celulares ocorrem em seu interior, a parede do micrósporo diferencia-se, formando estruturas achatadas como asas <b>que permitem</b> seu transporte pelo vento até o óvulo (p. 158, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	23	As plantas desenvolveram diversas <b>adaptações</b> à polinização. Plantas polinizadas pelo vento, como as gramíneas, possuem flores pequenas e discretas, sem nenhum tipo de atrativo (p. 168).	Etiológica

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	24	A fecundação cruzada é de grande importância para os organismos eucarióticos, pois aumenta a chance de se formarem novas combinações gênicas na descendência e, conseqüentemente, da <b>adaptação</b> da prole a possíveis variações ambientais (p. 169).	Etiológica
	25	Recentemente descobriu-se que nas gnetáceas [...] ocorre um tipo rudimentar de dupla fecundação originando um segundo embrião, que degenera. Isso tem levado os cientistas a discutir se o endosperma das plantas angiospermas teria se originado de ancestrais com dois embriões, um dos quais passou a ter por <b>função</b> nutrir o embrião principal (p. 170, grifo meu).	Etiológica
	26-29	O embrião constitui-se das seguintes partes: primórdio de raiz, que origina a raiz; hipocótilo, que origina a parte inferior do caule; cotilédone [...], uma folha especial cuja <b>função</b> é transferir reservas alimentares da semente para o embrião; epicótilo, que origina a parte superior do caule, acima do cotilédone (p. 171, grifo meu). [Aqui, quatro atribuições funcionais].	Organizacional
	30	O suspensor, que em pteridófitas e gimnospermas parece ter por <b>função</b> unicamente empurrar o embrião em desenvolvimento para o interior do megagametófito (p. 172, grifo meu).	Organizacional
	31	As <b>funções</b> do suspensor foram recentemente descobertas por estudos genéticos e técnicas de Engenharia Genética (p. 172, grifo meu).	Organizacional
	32	O fruto foi uma importante aquisição evolutiva das angiospermas, que <b>contribuiu</b> decisivamente <b>para</b> o sucesso desse grupo de plantas (p. 173, grifo meu).	Etiológica
	33	Na história evolutiva das plantas, o principal <b>papel</b> do fruto deve ter sido a proteção das sementes; posteriormente, ocorreram <b>adaptações</b> que conferiram ao fruto a <b>função</b> de disseminar as sementes, fazendo-as chegar a lugares distantes da planta que as produziu (p. 177, grifo meu).	Etiológica
		O que são turfeiras e qual é sua importância ecológica? (p. 181).	Organizacional
7	<i>Desenvolvimento e Morfologia das Plantas</i>	A raiz geralmente cresce sob o solo e suas principais <b>funções</b> são a fixação da planta e a absorção de água e de sais minerais (p. 189, grifo meu).	Organizacional
	2	As folhas são órgãos <b>especializados</b> em realizar a fotossíntese [...]. (p. 189, grifo meu).	Etiológica

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	3	Células com essas características [parede celular fina e flexível] são chamadas de células meristemáticas [...] devido a sua grande <b>capacidade de</b> dividir-se por mitose e originar novas células (p. 190, grifo meu).	Organizacional
	4	Em muitas espécies, a principal <b>função</b> do suspensor parece ser a de empurrar o embrião para o interior dos tecidos nutritivos que preenchem o gametófito feminino (p. 190, grifo meu).	Organizacional
	5	À medida que se distanciam das extremidades do embrião, as células vão se especializando para a realização de <b>funções</b> definidas, processo conhecido como diferenciação celular (p. 190, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
	6	A formação do gancho de germinação é uma proteção <b>para</b> a plúmula, pois é ele que abre caminho entre as partículas de solo até atingir a superfície (p. 193, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	7	As células mais externas da coifa produzem e secretam polissacarídeos (pectinas) que se hidratam e adquirem consistência gelatinosa. Essa secreção confere uma proteção adicional ao meristema apical e <b>atua como</b> lubrificante, facilitando a penetração da raiz no solo (p. 194, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	8	Acredita-se que sejam certas células da coifa as <b>responsáveis pela</b> percepção da força da gravidade e estimulação do crescimento da raiz para baixo, fenômeno conhecido como gravitropismo positivo [...] (p. 194, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	9	Os pêlos absorventes formam uma “cabeleira” ao redor da zona de maturação, o que aumenta consideravelmente a superfície de contato das células epidérmicas com o solo, produzindo maior <b>capacidade de</b> absorção de água e sais minerais (p. 195).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	10	Graças à <b>capacidade de</b> voltar a dividir-se, as células parenquimáticas desempenham <b>papel</b> importante na regeneração de lesões (p. 195, grifo meu).	Organizacional
	11	As células do periciclo têm paredes finas e podem readquirir a <b>capacidade de</b> dividir-se, formando meristemas secundários, como os que dão origem às raízes laterais (p. 196).	Organizacional <sup>4</sup>
	12	A secreção de lignina ocorre em regiões específicas da membrana, formando anéis ou hélices rígidas, que evitam o colapso da parede da célula e <b>permitem que</b> os vasos se alonguem durante o crescimento em extensão da raiz (p. 198, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	13	Essas regiões [do tubo crivado] recebem o nome de áreas crivadas e sua presença é interpretada como uma maior especialização dos tubos crivados em relação às células crivadas (p. 199).	Etiológica
	14	Na periderme surgem estruturas denominadas lenticelas, <b>que permitem</b> as trocas gasosas entre as células internas da raiz e o ar do solo (p. 201, grifo meu).	Organizacional
	15	Raízes-escoras (ou raízes-suporte) desenvolvem-se a partir de certas regiões do caule e sua <b>função</b> é aumentar a sustentação da planta (p. 202, grifo meu).	Organizacional
	16	Quando a planta que <b>serve de</b> suporte morre, o emaranhado de raízes já está desenvolvido o suficiente <b>para</b> sustentar a copa da figueira (p. 203, grifo meu).	Organizacional
	17	Raízes respiratórias, ou pneumatóforos, são <b>adaptações</b> à realização de trocas gasosas com o ambiente (p. 203).	Etiológica
	18	Raízes sugadoras são <b>adaptações</b> à extração de alimento de plantas hospedeiras, sendo características de espécies parasitas (p. 204).	Etiológica
	19	O caule realiza a integração entre raízes e folhas, tanto do ponto de vista estrutural como <b>funcional</b> (p. 205, grifo meu).	Organizacional
	20	O cerne é formado por xilema inativo, cujos vasos lenhosos estão fora de <b>função</b> e não transportam mais seiva bruta. Suas paredes celulares estão impregnadas de corantes e de resinas, substâncias que impedem a proliferação de microorganismos que poderiam apodrecer a planta (p. 208, grifo meu).	Organizacional
	21	Em muitos casos, quando um vaso xilemático deixa de ser <b>funcional</b> , seu interior é obstruído por projeções de citoplasma de células parenquimáticas vizinhas (p. 208, grifo meu).	Organizacional
	22-32	Como as raízes, os caules também costumam ser classificados de acordo com sua forma e <b>função</b> (troncos, estirpes, colmos, caules volúveis, caules rastejantes, rizóforos, gavinhas, rizomas, bulbos, espinhos, cladódios) [Aqui, onze atribuições funcionais].	Organizacional
	33	É comum essas criptas apresentarem grande quantidade de pêlos epidérmicos, os tricomas [...], que formam um microambiente úmido, reduzindo a perda de água pelos estômatos (transpiração estomatar) quando eles se abrem <b>para</b> permitir as trocas gasosas (p. 213, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	34	Muitas folhas apresentam tricomas com formas e <b>funções</b> diversas. Nas folhas da urtiga, por exemplo, há tricomas que produzem substâncias tóxicas, cuja <b>função</b> é proteger a planta do ataque de animais herbívoros (p. 214, grifo meu).	Organizacional
		Enumere as partes fundamentais de uma planta e suas respectivas <b>funções</b> (p. 220, grifo meu).	Organizacional
		Qual a <b>função</b> do endoderma? (p. 220, grifo meu).	Organizacional
		Qual é a <b>função</b> das raízes respiratórias (pneumatóforos)? Em que tipo de planta elas estão presentes? (p. 220, grifo meu).	Organizacional
		<b>Como</b> se organizam as células dotadas de cloroplastos nas folhas? (p. 221, grifo meu).	Organizacional
8	<b>18</b>	Por meio da fotossíntese, as plantas produzem a matéria orgânica necessária <b>para</b> construir seus corpos e <b>para</b> obter energia metabólica (p. 226, grifo meu).	Organizacional
	2	O cálcio (Ca), além de desempenhar <b>funções</b> importantes do metabolismo, entra na constituição da lamela média, que “cimenta” entre si as células vegetais (p. 227, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	3	Os microelementos <b>atuam</b> geralmente <b>como</b> co-fatores de enzimas, daí serem requeridos em quantidades relativamente pequenas (p. 227, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
	4	O CO <sub>2</sub> necessário à fotossíntese entra nas folhas através de estruturas epidérmicas denominadas estômatos. [...] Ao abrir os estômatos <b>para</b> permitir o ingresso de gás carbônico, a planta passa a perder maior quantidade de água, isto é, sua taxa de transpiração aumenta (p. 232-233, grifo meu).	Organizacional
	5	Os estômatos abrem-se quando a planta é submetida a baixas concentrações de gás carbônico (CO <sub>2</sub> ) e fecham-se quando a concentração desse gás se eleva. Esse comportamento pode ser interpretado como uma <b>adaptação</b> relacionada à fotossíntese: se o CO <sub>2</sub> se acumula no mesófilo, isso provavelmente significa que esse gás não está mais sendo <b>usado para</b> a fotossíntese devido à falta de luz, sinalizando que os estômatos podem ser fechados (p. 233, grifo meu).	Etiológica

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	6	A absorção de substâncias orgânicas pelas células consumidoras, por sua vez, faz com que a pressão osmótica diminua no interior dos elementos floemáticos próximos. Com isso, eles perdem água, o que <b>contribui para</b> a manutenção da corrente líquida desde as células produtoras e armazenadoras até as regiões de consumo (p. 240, grifo meu).	Organizacional
	7	Quando exposto ao ar, látex coagula, e essa parece ser exatamente uma de suas <b>funções</b> : vedar ferimentos superficiais da planta, o que evita a entrada de fungos e bactérias no organismo. Além de ter essa <b>função protetora</b> , o látex pode <b>servir como</b> reserva de nutrientes. Pode também evitar a predação da planta por animais, uma vez que geralmente apresenta sabor amargo e contém substâncias tóxicas (p. 241, grifo meu).	Organizacional
	8	Outra auxina sintética é o ácido naftalenoacético, <b>utilizado para</b> induzir a formação de raízes adventícias em ramos, o que facilita a propagação vegetativa de árvores por meio da estaquia, além de evitar a queda precoce de frutos, em plantas de interesse comercial (p. 242, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
	9	Os Darwin concluíram que a extremidade do <b>coleóptilo é capaz de</b> perceber a posição da fonte de luz, levando o caule a curvar-se em direção a ela (p. 242, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
	10	Ao envelhecer, folhas, flores e frutos produzem cada vez menos auxina, cuja presença é <b>necessária para</b> evitar a abscisão (p. 245, grifo meu).	Organizacional
	11	A diminuição do teor de auxinas leva à formação, na base do pecíolo, de duas camadas transversais de <b>células especializadas</b> : a camada de separação, ou camada de abscisão, e a camada protetora (p. 245, grifo meu).	Etiológica
	12	As giberelinas também exercem <b>papel</b> importante na germinação das sementes. Quando estas absorvem água (embebição) e a germinação tem início, o embrião libera giberelinas, que se difundem para os tecidos da semente e estimulam a síntese de enzimas hidrolíticas; estas degradam moléculas armazenadas no endosperma e cotilédones (p. 245, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	13	O ácido abscísico é o principal <b>responsável pelo</b> bloqueio do crescimento das plantas no inverno. Ele também é <b>responsável pelas</b> alterações que a planta sofre quando submetida a condições adversas. Outro <b>efeito</b> do ácido abscísico é causar a dormência de sementes, impedindo sua germinação prematura (p. 247, grifo meu).	Organizacional
	14	Os fitocromos estão envolvidos, entre outros processos fisiológicos, na germinação das sementes de certas espécies de plantas. Algumas sementes precisam de um estímulo luminoso <b>para</b> germinar, enquanto outras não necessitam de luz para a germinação (p. 251, grifo meu).	Organizacional
	15	O efeito da luz sobre a germinação é denominado fotoblastismo [...]. As sementes que necessitam de estímulos luminosos <b>para</b> germinar são chamadas de fotoblásticas positivas; as que não necessitam de luz para germinar são denominadas fotoblásticas negativas (p. 251, grifo meu).	Organizacional
	16	O <b>papel</b> do fitocromo P <sub>fr</sub> na germinação pode ser demonstrado experimentalmente expondo-se sementes fotoblásticas positivas, como as de alface, a lampejos alternados de luz vermelha com comprimento de onda de 600 nanômetros e de luz vermelho-longa com comprimento de onda de 730 nm (p. 251, grifo meu).	Organizacional
	17	Nas plantas de dia-curto, o fitocromo P <sub>fr</sub> <b>atua como</b> inibidor da floração (p. 253, grifo meu).	Organizacional
	18	Essa <b>necessidade</b> de frio <b>para</b> florescer, ou <b>para</b> uma semente germinar, é comum em plantas de clima temperado, sendo chamada de vernalização (p. 253, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		O que são estômatos? Qual é sua <b>função</b> ? (p. 256, grifo meu).	Organizacional
		Descreva sucintamente o <b>papel</b> do íon potássio (K <sup>+</sup> ) no movimento estomático (p. 256, grifo meu).	Organizacional
		Qual é o <b>papel</b> do ácido abscísico no comportamento dos estômatos? (p. 256, grifo meu).	Organizacional
		O que são laticíferos? Qual é sua <b>função</b> nas plantas em que ocorre? (p. 256, grifo meu).	Organizacional
		Conceitue dominância apical e descreva sucintamente como se pode demonstrar o <b>papel</b> da auxina no processo? (p. 257, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
			Qual é o <b>papel</b> da citocinina no desenvolvimento das gemas laterais do caule? (p. 257, grifo meu).	Organizacional
			Qual é a <b>importância</b> da citocinina na propagação de plantas por cultura de tecido? (p. 257, grifo meu).	Organizacional
			Explique brevemente o <b>papel</b> das auxinas no geotropismo de caule e raiz (p. 257, grifo meu).	Organizacional
			Qual é o <b>papel</b> do fitocromo na floração das plantas que respondem ao fotoperíodo? (p. 257, grifo meu).	Organizacional
9	<i>Características Gerais dos Animais</i>	<b>23</b>	Eles [os animais] são, por exemplo, os únicos seres vivos que possuem tecidos nervoso e muscular. Esses dois tecidos são <b>responsáveis por</b> um dos traços mais marcantes dos animais: a capacidade de se movimentar ativamente com grande rapidez e precisão (p. 270, grifo meu).	Organizacional
		2	A multicelularidade não é característica exclusiva dos animais; certas algas, a maioria dos fungos e as plantas também são multicelulares. Entretanto, apenas os organismos multicelulares são complexos, como as plantas e os animais, apresentam tecidos, grupos de células semelhantes especializadas no desempenho de determinada <b>função</b> . A espécie humana, por exemplo, apresenta dezenas de tecidos com as mais diversas <b>funções</b> (p. 273, grifo meu).	Etiológica
		3	Os equinodermos, apesar de apresentarem simetria radial na fase adulta, têm formas jovens – as larvas – bilateralmente simétricas. Essa e outras características sugerem que os ancestrais dos equinodermos eram animais bilaterais e que a simetria radial das espécies atuais foi <b>resultado</b> de uma adaptação ao modo de vida sésil (p. 273, grifo meu).	Etiológica
		4	Durante a evolução dos animais, houve uma tendência à concentração dos principais órgãos dos sentidos e das células nervosas <b>responsáveis pelo</b> processamento da informação captada por esses órgãos na região anterior do corpo (p. 275, grifo meu).	Etiológica



Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	5-9	Os cientistas admitem que a presença de uma cavidade corporal interna, dentro da qual se movimentam e circulam líquidos, traz diversas vantagens ao animal. Entre outras, facilita a distribuição de substâncias para as células e a eliminação de suas excreções. [...] Outro <b>papel</b> importante desempenhado pelo celoma em muitos animais é a acomodação e a proteção de órgãos internos. [...] Além dessas <b>funções</b> , a presença de uma cavidade corporal cheia de líquido dá sustentação ao animal, podendo <b>funcionar como</b> uma espécie de esqueleto, como veremos adiante no item referente a sistemas esqueléticos (p. 275, grifo meu). [Aqui, cinco atribuições funcionais].	Organizacional & Analogia-Metáfora
	10	Em nematódeos e anelídeos há cavidades corporais cheias de líquido (pseudoceloma e celoma, respectivamente), que <b>servem de</b> apoio para as contrações musculares e <b>permitem</b> movimentar e alterar a forma do corpo (p. 277, grifo meu).	Organizacional
	11	Os equinodermos e a maioria dos animais cordados possuem estruturas esqueléticas internas, <b>responsáveis pela</b> sustentação corporal e pela fixação dos músculos. Por ser interno, esse tipo de esqueleto é denominado endoesqueleto (p. 278, grifo meu).	Organizacional
	12	Em equinodermos como o ouriço-do-mar, por exemplo, o endoesqueleto consiste de uma série de placas calcárias firmemente unidas entre si, que formam uma carapaça abaulada, cuja <b>função</b> é proteger os órgãos internos e dar apoio aos músculos, inclusive os que movimentam os espinhos (p. 278, grifo meu).	Organizacional
	13	Comer é a palavra-chave na <b>estratégia</b> de sobrevivência animal. Ao longo da evolução, os animais desenvolveram um sistema <b>capaz de</b> transformar o alimento obtido para melhor aproveitá-lo: o sistema digestório (p. 279, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
	14	Em alguns filos animais o sistema digestório é incompleto, pois há apenas uma abertura de comunicação da cavidade digestória para o exterior. Apresentam esse tipo de sistema os cnidários e os platelmintos. Neles, a abertura da cavidade digestória, embora denominada boca, <b>serve</b> tanto <b>para</b> a ingestão do alimento como <b>para</b> a eliminação dos restos não ingeridos (p. 279, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	15	A faringe é a primeira parte do tubo digestório, desempenhando <b>funções</b> importantes em certos animais. Nas planárias, por exemplo, a faringe é musculosa e pode ser estendida para fora do corpo para sugar o alimento (p. 279, grifo meu).	Organizacional
	16-17	Certos animais, entre eles as aves, apresentam uma dilatação na parte anterior do tubo digestório, papo, ou inglúvio, especializada no armazenamento e umedecimento do alimento a ser digerido. Outra especialização do tubo digestório das aves é a moela, região musculosa cuja <b>função</b> é esmagar e triturar o alimento proveniente do corpo (p. 280, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Etiológica
	18	Além do tubo propriamente dito, o sistema digestório pode apresentar glândulas acessórias que <b>auxiliam</b> o processo de digestão, como as glândulas salivares, o fígado, o pâncreas (p. 280, grifo meu).	Organizacional
	19	A hemolinfa retorna ao coração por meio de aberturas cardíacas chamadas óstios, que têm válvulas <b>para</b> evitar o refluxo quando o coração se contrai (p. 280, grifo meu).	Organizacional
	20	O sistema respiratório traqueal, diferentemente dos sistemas branquial e pulmonar, não tem qualquer relação <b>funcional</b> com o sistema circulatório (p. 282, grifo meu).	Organizacional
	21	Em poríferos e cnidários, animais em que praticamente todas as células têm contato direto com a água do ambiente, a amônia é eliminada por simples difusão, através da membrana das células, não havendo um sistema que desempenhe a <b>função</b> específica de eliminar as excreções celulares (p. 282, grifo meu).	Organizacional
	22	Excetuando-se poríferos e cnidários, todos os representantes dos outros filos animais apresentam sistemas excretores, ou sistemas urinários, <b>especializados</b> em eliminar as substâncias tóxicas nitrogenadas produzidas no metabolismo celular (p. 283).	Etiológica
	23	Um nefro é um tubo <b>especializado</b> , que envolve um pequeno novelo de capilares sanguíneos – o glomérulo –, de onde as excreções são retiradas e conduzidas até canais excretores que se abrem para fora do corpo (p. 284).	Etiológica

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
10	<i>Poríferos e Cnidários</i>	10	Uma importante <b>função</b> dos amebócitos é distribuir nutrientes pelo corpo da esponja. Eles capturam por endocitose partículas alimentares transferidas pelos coanócitos e as digerem intracelularmente (p. 295, grifo meu).	Organizacional
		2	As fibras de espongina formam uma trama ramificada entre as células corporais, constituindo um esqueleto flexível e resistente. Os antigos gregos usavam o esqueleto de certas esponjas marinhas <b>para</b> polir elmos e armaduras de metal. Os romanos, além de utilizar o esqueleto protéico de certas esponjas <b>para</b> tomar banho e <b>para</b> fabricar esfregões, tinham também o curioso hábito de encharcá-las com vinho, espremendo-as para beber. Esqueletos de esponjas ainda são utilizados <b>para</b> banho, limpeza e polimentos (p. 295). [Aqui, uma atribuição funcional e três casos de acidente].	Teleologia Deliberativa (adequada)
		3	As células mioepiteliais epidérmicas têm forma cúbica e, além de <b>servir de</b> revestimento, possibilitam a contração do corpo, daí seu nome (p. 300, grifo meu).	Organizacional
		4	As células intersticiais são pequenas e localizam-se entre as bases das células mioepiteliais. Por serem células totipotentes, <b>capazes de</b> originar os diversos tipos celulares do cnidário, elas participam do crescimento e dos processos regenerativos (p. 300, grifo meu).	Organizacional
		5	As células sensoriais têm <b>capacidade de</b> perceber estímulos ambientais e transmiti-los a células nervosas presentes na mesogléia (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		6	As células glandulares da epiderme (e da gastroderme) secretam muco, cujo <b>papel</b> é lubrificar o corpo, protegendo-o; no caso das formas sésseis, o muco também <b>permite</b> a aderência do animal ao substrato (p. 301, grifo meu).	Organizacional
		7	A gastroderme é formada por vários tipos de células, dos quais os principais são: células mioepiteliais digestivas, células glandulares, células sensoriais e células intersticiais. Estes três últimos tipos de célula têm as mesmas <b>funções</b> que suas similares epidérmicas (p. 302, grifo meu). [Aqui, exemplo de equivalentes funcionais].	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	8	As células mioepiteliais digestivas apresentam fibrilas contráteis na região de contato com a mesogléia. Na hidra, por exemplo, essas fibrilas estão orientadas circularmente ao corpo, de modo que, ao contrair-se, o corpo do animal alonga-se. Assim, as células mioepiteliais da gastroderme trabalham em antagonismo às células mioepiteliais da epiderme. Além da <b>função</b> contrátil, as células mioepiteliais digestivas participam ativamente da absorção e da digestão intracelular dos alimentos (p. 302, grifo meu).	Organizacional
	9	Um exemplo de hidrozoário marinho é a <i>Obellia</i> , uma espécie sésil que forma colônias de poucos centímetros de altura. Nessas colônias há dois tipos básicos de pólipos: gastrozóides, ou pólipos alimentadores, <b>responsáveis pela</b> captura de alimento e nutrição da colônia, e gonozóides, ou pólipos reprodutores, que originam assexuadamente, por brotamento, pequenas medusas (p. 303, grifo meu).	Organizacional
	10	Como as zooclórelas, as zooxantelas mantêm uma relação de troca de benefícios com as células hospedeiras. Graças à sua <b>capacidade de</b> realizar fotossíntese, essas algas permitem que os corais, cujo alimento básico é o plâncton, possam viver em locais onde este é escasso (p. 305, grifo meu).	Organizacional
		Explique resumidamente a <b>função</b> desempenhada pelas seguintes células presentes nos poríferos: a) pinacócitos; b) porócitos; c) coanócitos; d) amebócitos; e) escleroblastos (p. 310, grifo meu). [Aqui, cinco atribuições funcionais].	Organizacional
		O que é meso-hilo e qual sua <b>função</b> na esponja? (p. 310, grifo meu).	Organizacional
		Explique resumidamente a <b>função</b> desempenhada pelas seguintes células presentes na epiderme dos cnidários: a) células mioepiteliais epidérmicas; b) células intersticiais; c) células sensoriais; d) células glandulares; e) cnidoblastos (p. 310, grifo meu). [Aqui, cinco atribuições funcionais].	Organizacional
		Explique resumidamente a <b>função</b> desempenhada pelas células mioepiteliais digestivas presentes na gastroderme dos cnidários (p. 310, grifo meu).	Organizacional
		O que é mesogléia e qual a sua <b>função</b> ? (p. 310, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
11	<i>Platelmintos e Nematelmintos</i>	9	Os poríferos teriam sido os primeiros animais a surgir, a partir de ancestrais ainda desconhecidos, provavelmente protozoários coloniais. A <b>estratégia</b> evolutiva “porífera” foi tão bem-sucedida que ainda há milhares de espécies de poríferos (p. 315, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		2	As planárias têm o corpo recoberto por uma epiderme rica em células glandulares <b>responsáveis pela</b> produção de uma secreção mucosa (p. 316, grifo meu).	Organizacional
		3	O espaço entre a epiderme e a parede da cavidade digestória é preenchido por células musculares e por um tecido denominado mesênquima. A musculatura dispõe-se em diversas direções e sua contração coordenada <b>permite</b> ao animal executar variados tipos de movimento: alongar-se, encurtar-se e virar o corpo em qualquer direção (p. 316, grifo meu).	Organizacional
		4	As células mesenquimatosas são totipotentes, isto é, <b>capazes de</b> multiplicar-se e diferenciar-se nos vários tipos de células corporais, o que explica a elevada capacidade de regeneração das planárias (p. 316, grifo meu).	Organizacional
		5	Ao longo das laterais do corpo de uma planária, mergulhada no mesênquima, localiza-se o sistema excretor, constituído por protonefrídios. Estes são túbulos ramificados que apresentam, em cada extremidade, uma célula <b>especializada</b> na absorção de água e excreções acumuladas nos espaços entre os tecidos corporais (p. 317).	Etiológica
		6	Os gânglios cerebrais dos platelmintos constituem um centro integrador das informações captadas pelas células sensoriais e conduzidas pelos nervos e cordões nervosos. Essa “centralização” do sistema nervoso representa um avanço em relação aos cnidários que, como vimos, têm uma rede nervosa difusa, sem nenhum órgão integrador das <b>funções</b> nervosas (p. 318, grifo meu).	Organizacional
		7	As planárias, como os demais platelmintos, não possuem órgãos ou sistemas <b>especializados</b> em realizar trocas gasosas (p. 318).	Etiológica

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		8	A extremidade anterior do verme é afilada, terminando em uma estrutura chamada de escólex, pouco maior do que a cabeça de um alfinete. Aí existem ventosas, ganchos ou sulcos adesivos que <b>permitem</b> a fixação do animal no intestino do hospedeiro (p. 319, grifo meu).	Organizacional
		9	Os nematelmintos, como os platelmintos, não têm órgãos gasosos ou sistemas <b>especializados</b> para realizar trocas gasosas (p. 327).	Etiológica
12	<i>Moluscos e Anelídeos</i>	<b>24</b>	Os cientistas acreditam que linhagens antigas de animais pseudocelomados, por um lado, <b>evoluíram para</b> os nematelmintos atuais e, por outro, originaram os ancestrais dos moluscos, dos anelídeos e dos artrópodes (p. 340, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		2	O pé é uma estrutura musculosa cuja <b>função</b> varia nos diversos grupos de molusco. Nos gastrópodes, por exemplo, ele é <b>especializado</b> na locomoção por deslizamento (p. 340, grifo meu).	Etiológica
		3	O pé é bastante desenvolvido e <b>permite</b> ao animal rastejar sobre rochas submersas nas regiões litorâneas (p. 341, grifo meu).	Organizacional
		4	Muitos cefalópodes apresentam células epidérmicas denominadas cromatóforos, que lhes <b>permitem</b> mudar de cor e camuflar-se no ambiente, tornando-os pouco visíveis a predadores e presas. [...] (p. 344, grifo meu).	Organizacional
		5	Além das glândulas produtoras de muco, a maioria das espécies [de moluscos] apresenta glândulas epidérmicas <b>responsáveis pela</b> fabricação da concha, estrutura resistente que protege e dá sustentação esquelética ao animal (p. 345, grifo meu).	Organizacional
		6-7	No estômago desemboca um par de glândulas digestórias, que secretam a maior parte das enzimas responsáveis pela digestão dos alimentos. Além de secretar enzimas, essas glândulas <b>atuam</b> no armazenamento de proteínas, lipídios, glicogênio e sais de cálcio, e na produção de excretas (p. 346, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
		8	Músculos ligados à rádula a fazem <b>executar</b> movimentos de vaivém, que raspam o alimento e o transformam em pequenas partículas, que são impulsionadas para o esôfago (p. 346, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	9	As células da glândula digestória lançam os nutrientes na circulação, que se <b>encarrega de</b> sua distribuição para todas as células do corpo (p. 347, grifo meu).	Organizacional
	10	O muco impregnado de alimento que chega ao estômago enrola-se no estilete cristalino em rotação, o que <b>auxilia</b> o deslocamento do cordão mucoso pelo esôfago (p. 347, grifo meu).	Organizacional
	11	As brânquias dos moluscos localizam-se na cavidade do manto (cavidade paleal) e, com exceção das dos cefalópodes, apresentam cílios em sua superfície. O batimento desses cílios <b>faz</b> a água circular na cavidade paleal, renovando o suprimento de gás oxigênio <b>para</b> a respiração (p. 348, grifo meu).	Organizacional
	12	A excreção nos moluscos é <b>realizada</b> por um par de metanefrídios, cujas aberturas ciliadas retiram as excreções da cavidade pericárdica, eliminando-as do corpo por meio de poros excretores, que se abrem na cavidade do manto (p. 348, grifo meu).	Organizacional
	13	Os cefalópodes são dióicos. O macho usa um tentáculo <b>especializado para</b> colocar um pacote de espermatozóide na cavidade do manto da fêmea, ou em uma saliência que ela tem sob a boca (p. 350, grifo meu).	Etiológica
	14	Os anelídeos vivem em água salgada ou doce e em ambientes úmidos de terra firme. Algumas espécies marinhas possuem expansões laterais semelhantes a pernas, que <b>auxiliam</b> o rastejamento sobre o fundo do mar (p. 351, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	15	O nome da classe, Oligochaeta [...], refere-se ao fato de esses animais possuírem poucas cerdas corporais. Cerdas são projeções corporais rígidas, constituídas por quitina, que se apóiam no solo e <b>facilitam</b> a locomoção (p. 351, grifo meu).	Organizacional
	16	Como o próprio nome indica, os parápodes [dos poliquetas] <b>auxiliam a</b> locomoção do animal, atuando como membros locomotores (p. 352, grifo meu).	Organizacional
	17-18	Esses segmentos especiais formam o clitelo, que exerce <b>papel</b> importante na formação do casulo, dentro do qual ocorre a fecundação dos óvulos, como veremos mais adiante (p. 353, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
	19	A boca [das minhocas] localiza-se no primeiro metâmero, sob uma projeção muscular <b>equivalente</b> a lábio <b>utilizado para</b> cavar, o prostômio (p. 354, grifo meu). [Aqui, exemplo de equivalentes funcionais].	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	20	Os cientistas acreditam que a <b>função</b> dos cecos intestinais e do tiflossole é semelhante: aumentar a área intestinal de contato com os produtos da digestão, facilitando sua absorção (p. 354, grifo meu).	Organizacional
	21	Em <i>P. hawayana</i> há ainda quatro vasos laterais <b>especializados</b> em contrair-se ritmicamente, os corações laterais, que circundam a moela (p. 355, grifo meu). [Aqui, exemplo de equivalentes funcionais; redundância].	Etiológica
	22	A excreção da minhoca e de outros anelídeos é <b>realizada</b> por metanefrídios; em geral, existe um par destes por segmento corporal (p. 355).	Organizacional
	23	O sistema sensorial das minhocas é pouco desenvolvido. Consiste de células epidérmicas <b>especializadas</b> na captação de estímulos mecânicos, químicos e térmicos, concentradas na extremidade anterior do corpo (p. 356).	Etiológica
	24	Na minhoca <i>P. hawayana</i> , a face ventral de cada um dos segmentos de números 6, 7 e 8, apresenta três pares de orifícios. Cada um deles corresponde à abertura de uma bolsa de paredes musculares, denominada receptáculo seminal. Os receptáculos seminais têm por <b>função</b> armazenar espermatozóides recebidos de outra minhoca durante o ato sexual (p. 356, grifo meu).	Organizacional
		Com relação ao sistema digestório da minhoca, responda: a) Como é a digestão? b) Quais são as <b>funções</b> da faringe, do papo e da moela? c) Qual é a provável <b>função</b> do tiflossole? (p. 359, grifo meu). [Aqui, três atribuições funcionais].	Organizacional
		Sobre o sistema circulatório dos anelídeos, responda: a) É do tipo aberto ou fechado? b) Qual é sua estrutura geral? c) Qual é o trajeto do fluido circulatório pelo sistema? d) Quais são os pigmentos respiratórios presentes e qual é sua <b>função</b> ? (p. 359, grifo meu).	Organizacional



Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
13	<i>Artrópodes</i>	22	O sucesso da “ <b>estratégia</b> artrópode” é atribuído principalmente ao esqueleto corporal externo, o exoesqueleto, que protege o corpo do animal como uma armadura articulada (p. 362, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		2	Outra “marca registrada” dos artrópodes, que dá nome ao filo, são os apêndices articulados, especializados em diversas <b>funções</b> : andar, nadar, obter alimento, perceber estímulos químicos ou mecânicos, copular etc. (p. 363, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		3	Devido à sua rigidez, o exoesqueleto não permite o crescimento corporal e os artrópodes <b>precisam</b> trocá-lo periodicamente <b>para</b> poder crescer (p. 363, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		4	Os crustáceos desempenham <b>papel</b> importante na cadeia alimentar de mares e grandes lagos (p. 368, grifo meu).	Organizacional
		5	Os seres do fitoplâncton <b>servem de</b> alimento aos dos zooplâncton, entre os quais os mais abundantes são crustáceos pequenos, quase invisíveis a olho nu, principalmente os da ordem Copepoda (p. 368, grifo meu).	Organizacional
		6	A cabeça do camarão resulta da diferenciação dos seis metâmeros embrionários anteriores. O primeiro não tem apêndices. O segundo e o terceiro apresentam, cada um, um par de antenas, que desempenham <b>funções</b> de equilíbrio, tato e paladar (p. 369, grifo meu).	Organizacional
		7	O abdome do camarão é formado por seis metâmeros. Cada um dos cinco primeiros apresenta um par de apêndices denominados pleópodes, <b>adaptados para</b> nadar e caminhar (p. 369, grifo meu).	Etiológica
		8	Uma característica típica do subfilo [Chelicerata] é a presença de um par de quelíceras, estruturas afiadas que <b>participam da</b> captura de alimento (p. 369, grifo meu).	Organizacional
		9	Na região anterior do prossomo [das aranhas] há entre cinco e oito olhos simples, um par de quelíceras afiadas e um par de pedipalpos. As quelíceras são <b>utilizadas para</b> injetar um veneno que paralisa a presa (p. 372, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	10	Os pedipalpos ajudam a espremer a presa e também <b>atuam como</b> órgãos gustativos, percebendo o sabor dos alimentos (p. 372, grifo meu).	Organizacional
	11-12	É possível notar, na lateral inferior dos metâmeros abdominais [do gafanhoto], as pequenas aberturas do aparelho respiratório, os espiráculos. Os últimos metâmeros são <b>adaptados para funções</b> reprodutivas, constituindo as genitálias dos machos e das fêmeas, inclusive o ovopositor, uma estrutura especialmente <b>adaptada à</b> deposição dos ovos (p. 377, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Etiológica
	13	Em alguns insetos, como nas moscas e mosquitos (ordem Diptera), as asas posteriores reduziram-se a pequenas estruturas em forma de clava, os balancins ou halteres, que <b>atuam como</b> órgãos de equilíbrios durante o voo (p. 378, grifo meu).	Organizacional
	14	A boca dos artrópodes situa-se em posição ventral e, em torno dela, há apêndices que auxiliam a alimentação. A estrutura e a <b>função</b> dos apêndices bucais apresentam grande diversidade entre as espécies, refletindo sua <b>adaptação</b> ao tipo de alimentação (p. 379, grifo meu).	Etiológica
	15	Os nutrientes absorvidos pelas células da parede intestinal e dos cecos gástricos atingem o sistema circulatório, que se <b>encarrega</b> de sua distribuição pelo corpo (p. 379, grifo meu).	Organizacional
	16	A hemolinfa dos insetos é um fluido aquoso, amarelado ou esverdeado, que contém células <b>especializadas</b> , os hemócitos, que fagocitam elementos estranhos ao corpo. Nos crustáceos, além de transportar nutrientes e excreções celulares, a hemolinfa também transporta gases respiratórios (p. 380).	Etiológica
	17	Os crustáceos apresentam respiração branquial, uma <b>adaptação</b> ao ambiente aquático (p. 380).	Etiológica
	18	As glândulas coxais são órgãos excretores típicos dos aracnídeos. Elas localizam-se no cefalotórax e abrem-se para o exterior através de poros localizados junto à base das pernas (coxas). As glândulas coxais são <b>funcionalmente equivalentes</b> às glândulas antenais dos crustáceos (p. 382, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		19	Os sentidos dos artrópodes são bem desenvolvidos. Há estruturas sensoriais <b>especializadas</b> na captação de estímulos mecânicos (tato), químicos (olfato e paladar), sonoros (audição) e luminosos (visão) (p. 383).	Etiológica
		20	Os artrópodes são <b>capazes de</b> perceber vibrações sonoras por meio de pêlos especiais distribuídos pelo corpo. Esses pêlos captam ondas sonoras de certas frequências, detectando sons produzidos pelas presas, por inimigos ou por indivíduos do sexo oposto (p. 383, grifo meu).	Organizacional
		21	A maioria dos crustáceos é dióica. Os machos têm apêndices <b>especializados para</b> transferir os espermatozóides aos receptáculos seminais da fêmea, onde ficam armazenados (p. 384, grifo meu).	Etiológica
		22	Em alguns insetos, a porção terminal do abdome da fêmea forma uma projeção chamada de ovipositor, ou ovopositor, que <b>lhe permite</b> perfurar o solo, frutas ou mesmo o corpo de outros animais <b>para</b> a postura dos ovos (p. 385, grifo meu).	Organizacional
			<b>Como</b> é constituído o exoesqueleto dos artrópodes e quais são as suas <b>funções</b> ? (p. 393, grifo meu).	Organizacional
			<b>Como</b> é o sistema circulatório dos artrópodes? (p. 393, grifo meu).	Organizacional
			Explique como ocorre, em linhas gerais, o <b>funcionamento</b> do sistema respiratório traqueal dos insetos? (p. 393, grifo meu).	Organizacional
			<b>Como</b> é o sistema nervoso dos artrópodes? (p. 393, grifo meu).	Organizacional
			Que estruturas estão relacionadas à percepção de estímulos luminosos? (p. 393).	Organizacional
14	<i>Equinodermos e Protocordados</i>	<b>10</b>	A adaptação ao modo de vida bentônico teria <b>levado</b> , de acordo com os biólogos, a maioria dos equinodermos adultos a desenvolver a simetria bilateral (p. 400, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		2	O sistema hidrovascular, ou sistema ambulacral, [do ouriço-do-mar] <b>atua</b> na locomoção, respiração, captura de alimento e também como órgãos sensorial, devido às terminações nervosas que possui (p. 401, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	3	O relaxamento da musculatura de adesão e o retorno da água para a ampola fazem o pé soltar-se do substrato. Esse mecanismo <b>permite</b> aos pés ambulacrais estender-se e contrair-se alternadamente, sob o controle do sistema nervoso, <b>atuando</b> na locomoção, na fixação a um substrato e na captura de alimento (p. 402, grifo meu).	Organizacional
	4	As estruturas relacionadas às trocas de gases respiratórios variam nos diferentes grupos de equinodermos. Em alguns ouriços-do-mar, por exemplo, há dez brânquias pequenas, situadas na parte exterior do corpo, ao redor da boca. Elas <b>se encarregam</b> das trocas de gases respiratórios, absorvendo gás oxigênio da água e passando-o para o fluido celômico (p. 404, grifo meu).	Organizacional
	5	A notocorda origina-se da diferenciação do mesoderma, sendo formada por células grandes, envoltas por uma bainha de tecido conjuntivo. Sua <b>função</b> é sustentar o tubo nervoso, contribuindo para definir o eixo longitudinal do embrião. Na maioria dos cordados, a notocorda desaparece ao final da vida embrionária (p. 407, grifo meu).	Organizacional
	6	Os embriões de cordados têm uma região do corpo que se prolonga além do ânus: a cauda. O desenvolvimento e a <b>função</b> da cauda variam nos diferentes grupos; ela pode <b>servir para</b> natação, para apoiar o corpo, como arma de ataque e defesa e, ainda, para apreensão de objetos (p. 407, grifo meu).	Organizacional
	7	Nos urocordados, a água que circula continuamente pelos sífões traz gás oxigênio, que é absorvido pelos tecidos corporais, e leva gás carbônico e excreções. As traves que separam as fendas faríngeas possuem uma rede de vasos capilares, sendo <b>funcionalmente equivalente</b> a brânquias (p. 408, grifo meu).	Organizacional
	8	A hemolinfa dos urocordados é incolor, mas algumas espécies têm um pigmento pálido, rico em vanádio (V) – a hemovanidina –, dentro de células circulantes denominadas vanadóцитos. Esse pigmento parece <b>atuar</b> no transporte de gás oxigênio, mas como isso ocorre ainda é um mistério (p. 409, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		9	O muco contendo partículas alimentares aderidas é “varrido” por células ciliadas em direção ao intestino; não há estômago. Uma glândula em forma de bolsa, o ceco hepático, secreta enzimas digestórias na cavidade intestinal, onde ocorre a maior parte da digestão (p. 409, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		10	Muitos dos vasos sanguíneos dos anfioxos são pulsáteis e a <b>auxiliam</b> a impulsão do sangue pelo corpo. Na base dos arcos faringianos existem pequenos “corações” acessórios (p. 410, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
			Quais são as <b>funções</b> , respectivamente, de espinhos e pedicelárias presentes em equinodermos como os ouriços-do-mar (p. 414, grifo meu).	Organizacional
			Explique resumidamente o que é e como <b>funciona</b> o sistema hidrovacular (sistema ambulacral) dos equinodermos (p. 414, grifo meu).	Organizacional
			<b>Como</b> é o sistema digestório e o tipo de digestão em equinodermos? (p. 414, grifo meu).	Organizacional
			<b>Como</b> ocorrem as trocas de gases no corpo dos equinodermos? (p. 414, grifo meu).	Organizacional
			<b>Como</b> são os sistemas nervoso e sensorial dos equinodermos? (p. 414, grifo meu).	Organizacional
			<b>Como</b> é a fecundação e o desenvolvimento em equinodermos? (p. 414, grifo meu).	Organizacional
			<b>Como</b> é a fecundação e o desenvolvimento em urocordados? (p. 414, grifo meu).	Organizacional
15	<i>Vertebrados</i>	<b>46</b>	Os vertebrados (subfilo Craniata) apresentam, além de todas essas características, um endoesqueleto que protege total ou parcialmente o sistema nervoso central e desempenha <b>papel</b> na movimentação do corpo (p. 418, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		2	Acredita-se que os primitivos ostracodermos originaram linhagens com uma importante inovação evolutiva: a mandíbula, cuja evolução foi determinante para a <b>estratégia</b> alimentar dos vertebrados (p. 421, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		3	Os peixes-bruxas têm uma série de tentáculos curtos em torno da boca, com <b>função</b> sensorial (p. 422, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	4	Descobriu-se, também, que no muco secretado por esses animais [peixes-bruxas], capaz de formar fibras de extrema resistência. Uma das possíveis <b>utilizações</b> dessa proteína, segundo as pesquisas, seria sua aplicação sobre ferimentos <b>para</b> deter hemorragias (p. 422, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
	5-6	As lampreias adultas são ectoparasitas agressivos de peixes. Sua boca com forma de ventosa é dotada de uma língua com dezenas de dentículos de queratina, <b>utilizados para</b> raspar a pele do hospedeiro até perfurá-la. Sua glândula salivar produz uma substância anticoagulante, impedindo que o ferimento do hospedeiro se feche e permitindo ao parasita sugar sangue e tecidos corporais (p. 422, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
	7	A maioria dos condrictes é carnívora e tem mandíbula bem desenvolvida, <b>utilizada para</b> aplicar mordidas fatais em suas presas (p. 423, grifo meu).	Organizacional
	8	A presença de nadadeiras pares e de uma nadadeira caudal eficiente é uma importante aquisição evolutiva desses peixes [ósseos] em relação aos seus ancestrais. Aliadas a uma musculatura poderosa e uma pele especialmente <b>adaptada para</b> oferecer pequena resistência na água, as nadadeiras dos condrictes permitem nadar com muita rapidez (p. 425, grifo meu).	Etiológica
	9	A massa alimentar passa para o intestino, onde há uma estrutura denominada válvula espiral. Ao que tudo indica, a <b>função</b> da válvula espiral é retardar o trânsito dos alimentos, dando mais tempo à digestão, além de aumentar a área intestinal de absorção de nutrientes (p. 425, grifo meu).	Organizacional
	10	O animal [peixe condricte] aspira continuamente água pela boca, forçando-a passar pelos espiráculos e fendas branquiais, o que <b>permite</b> a troca de gases entre a água do ambiente e o sangue. Este possui células vermelhas nucleadas, as hemácias, que contém o pigmento respiratório hemoglobina, <b>responsável pelo</b> transporte do gás oxigênio até os tecidos corporais (p. 426, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	11	Nos condrites e em outros peixes há grande desenvolvimento dos lobos olfativos, áreas encefálicas <b>responsáveis pela</b> percepção dos cheiros. Eles apresentam duas narinas de fundo cego, com quimiorreceptores em seu interior, os quais comunicam as sensações captadas aos lobos olfativos (p. 427, grifo meu).	Organizacional
	12	Os condrites têm dois finos canais ao longo das laterais do corpo, chamadas de linhas laterais, nas quais há aberturas por onde penetra a água do mar. Dentro dos canais há células sensoriais <b>capazes de</b> detectar variações de pressão na água, <b>permitindo-lhes</b> sentir movimentos na água ao redor (p. 427, grifo meu).	Organizacional
	13	Na região da cabeça há ainda canais sensitivos que terminam nas ampolas lorenzinianas, ou ampolas de Lorenzini. Nelas existem células sensoriais que captam as fracas correntes elétricas geradas pela atividade dos músculos de outros animais, o que <b>auxilia</b> os condrites a localizar suas presas (p. 427, grifo meu).	Organizacional
	14	O fígado [dos actinoptérgios] é bem desenvolvido e <b>participa da</b> digestão produzindo a bile, um suco digestivo armazenado na vesícula biliar e eliminando no intestino, onde <b>auxilia a</b> digestão das gorduras (p. 430, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
	15	Os actinoptérgios desenvolveram um mecanismo eficiente <b>para</b> “ventilar” as brânquias, isto é, <b>para</b> fazer a água circular por elas e propiciar as trocas gasosas (p. 430, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
	16	Os actinoptérgios possuem uma bolsa interna de parede flexível e cheia de gás, a bexiga natatória, ou bexiga de gás, localizada na porção dorsal da cavidade corporal. Essa bolsa controla a flutuação do peixe, <b>permitindo</b> a ele manter-se em diferentes profundidades, subindo e descendo sem ter de despender muita energia (p. 431, grifo meu). [Por assim dizer, a função desse órgão].	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	17	Com isso, o corpo do peixe tornar-se mais denso e ele tende a afundar, o que não acontece graças à ação de uma glândula associada à bexiga natatória, denominada glândula de gás. Essa glândula secreta ácido láctico no sangue, que circula por um complexo de artérias e veias localizado na bexiga natatória, denominado “ <i>rete mirabile</i> ” (p. 431). [Por assim dizer, a função dessa glândula].	Organizacional
	18	Os peixes fisoclistos possuem uma estrutura denominada janela oval, onde a bexiga natatória entra em contato com os vasos sanguíneos, <b>permitindo</b> a difusão de gás oxigênio de volta para o sangue (p. 431, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
	19	Em algumas espécies de peixes, principalmente de água doce, a bexiga natatória conecta-se com o labirinto da orelha interna, o que <b>permite</b> ao animal ter uma percepção precisa da pressão da água e, conseqüentemente, da profundidade. Essa conexão parece também melhorar o sentido da audição do peixe (p. 432, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
	20	Os órgãos <b>responsáveis pelos</b> sentidos do paladar e do olfato (quimiorreceptores) dos peixes localizam-se nas narinas (de fundo cego, como nos condrictes), na boca e em outras partes do corpo (p. 433, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
	21	Os anfíbios adultos têm pele dotada de glândulas produtoras de muco, o que <b>ajuda a</b> manter úmida e lubrificada a superfície corporal. Isso favorece a troca de gases entre os vasos sanguíneos e da pele e o ambiente, processo conhecido como respiração cutânea (p. 436, grifo meu).	Organizacional
	22	<b>Para</b> ventilar os pulmões, os anfíbios abrem as narinas e abaixam o assoalho da cavidade bucal, fazendo o ar penetrar na boca pelas coanas (p. 437, grifo meu).	Organizacional
	23	<b>Graças à</b> presença da glote, uma válvula localizada na laringe, o ar pode ser mantido nos pulmões dos anfíbios por um certo tempo (p. 437, grifo meu).	Organizacional
	24	Larvas de anfíbios têm linha lateral semelhante às dos peixes, as quais <b>permitem</b> detectar vibrações na água (p. 438, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
	25	A principal inovação evolutiva que <b>permitiu</b> aos répteis conquistar definitivamente o ambiente de terra firme foi seu tipo de ovo, denominado ovo amniótico (p. 439, grifo meu).	Etiológica



Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	26	Os répteis, assim como a maioria dos peixes e os anfíbios, são chamados frequentemente de “animais de sangue frio”, pois não utilizam extensivamente o metabolismo <b>para</b> controlar sua temperatura corporal. Eles regulam a temperatura de seu corpo por meio de adaptações comportamentais (p. 440, grifo meu).	Etiológica
	27	A queratinização da pele dos répteis reflete sua <b>estratégia de adaptação</b> aos ambientes de terra firme, em que a umidade é baixa e a perda d’água por transpiração tem de ser reduzida (p. 441, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
	28	Alguns répteis, como serpentes e lagartos, trocam periodicamente a camada epidérmica mais externa, a cutícula, <b>para</b> permitir o crescimento. Esse fenômeno se assemelha à troca de exoesqueleto que ocorre em artrópodes (p. 441, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
	29	As serpentes, por exemplo, não têm pernas, portanto não apresentam esqueleto apendicular. Entretanto, há evidências de que seus ancestrais tinham pernas, que desapareceram ao longo da evolução. Outro exemplo é o dos quelônios [...], cujas costelas são fundidas à carapaça óssea. A estrutura apendicular dos répteis pode ser considerada mais “avançada” que a dos anfíbios, <b>permitindo</b> locomoção mais eficiente no ambiente de terra firme (p. 441, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
	30	O olfato de alguns grupos é excepcionalmente bem desenvolvido. As serpentes, por exemplo, têm um órgão olfativo especial no teto da boca, o órgão de Jacobson, que lhes <b>permite</b> o equivalente a “sentir gosto no ar” (p. 441, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	31	Outro anexo embrionário é o alantóide, uma bolsa ligada ao intestino que tem por <b>função</b> armazenar as excretas produzidas pelo embrião durante seu desenvolvimento (p. 442, grifo meu).	Organizacional
	32	O embrião e todos os demais anexos embrionários são envolvidos pelo córion, anexo que fica em contato íntimo com a casca do ovo, <b>possibilitando</b> as trocas de gases respiratórios entre o sangue embrionário e o ar atmosférico (p. 442, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	33	Um pouco de espécies de serpentes são vivíparas e desenvolvem uma estrutura <b>equivalente</b> a uma placenta, que <b>permite</b> a troca de substâncias entre o embrião e a mãe (p. 442, grifo meu). [Aqui, exemplo de equivalentes funcionais].	Organizacional
	34	O corpo das aves é aerodinâmico, isto é, com forma que diminui a resistência do ar durante o voo. Além disso, é coberto por penas, que constituem um eficiente isolante térmico, <b>contribuindo para</b> a manutenção da temperatura corporal (p. 449, grifo meu).	Organizacional
	35-38	A pele das aves apresenta formações epidérmicas características do grupo: as penas. Elas formam-se no interior de folículos, de maneira similar aos pêlos dos mamíferos; nos folículos das penas, porém, não há glândulas sebáceas como nos folículos pilosos. As principais <b>funções</b> das penas são a proteção do corpo contra choques mecânicos, a impermeabilização da pele e a manutenção da temperatura corporal, atuando como isolante térmico. Além disso, as penas das aves possibilitam o voo (p. 449, grifo meu). [Aqui, quatro atribuições funcionais].	Organizacional
	39	A lubrificação das penas das aves, importante para manter a impermeabilidade do corpo, é feita <b>graças à</b> secreção gordurosa de uma glândula localizada na parte superior da cauda, a glândula uropigiana (p. 450, grifo meu).	Organizacional
	40	O esqueleto das aves tem características próprias, que refletem <b>adaptações</b> ao voo. Além da estrutura especializada de asas e penas, as aves neognatas têm uma estrutura óssea na parte anterior da caixa torácica, chamada quilha ou carena, <b>adaptada para</b> fixar a forte musculatura peitoral, fundamental ao voo (p. 450, grifo meu).	Etiológica
	41	Aves herbívoras, por exemplo, têm uma região bem dilatada do esôfago, o papo, especializado em armazenar o alimento, constituído principalmente por grãos e partes vegetais duras. Além de ser uma <b>adaptação à</b> segurança (pois <b>permite</b> que o animal armazene rapidamente o alimento para digeri-lo depois, em lugar seguro) o papo também umedece os alimentos, tornando-os mais macios (p. 450, grifo meu).	Etiológica

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	42	No proventrículo, o alimento é misturado a enzimas digestórias, passando em seguida para a moela. Esta apresenta paredes grossas e musculosas, <b>capazes de triturar os alimentos, facilitando a</b> ação das enzimas (p. 450, grifo meu).	Organizacional
	43	Além da proteção, o conjunto de pêlos que constitui a pelagem atua como isolante térmico, <b>contribuindo para</b> manter constante a temperatura corporal. Nas aves, as penas desempenham papel semelhante (p. 453, grifo meu). [Aqui, exemplo de equivalentes funcionais].	Organizacional
	44	Além de constituir uma reserva de alimento, o panículo adiposo <b>age como</b> isolante térmico, diminuindo a perda de calor corporal (p. 454, grifo meu).	Organizacional
	45	Mamíferos herbívoros não-ruminantes geralmente têm uma parte do intestino grosso muito desenvolvida, o ceco intestinal, onde vivem microorganismos <b>responsáveis pela</b> digestão da celulose contida no alimento que esses animais ingerem (p. 455, grifo meu).	Organizacional
	46	Os dentes dos mamíferos refletem claramente a <b>adaptação à</b> sua alimentação, de tal maneira que se pode deduzir o tipo de dieta pela observação de sua dentição (p. 455, grifo meu).	Etiológica
		Comente a origem e as <b>funções</b> gerais do esqueleto dos vertebrados (p. 462, grifo meu).	Organizacional
		O que é válvula espiral? Qual é sua provável <b>função</b> ? (p. 462, grifo meu).	Organizacional
		Qual é a excreção nitrogenada eliminada pelos condrictes? Que outra <b>função</b> tem essa substância de excreção? (p. 462, grifo meu).	Organizacional
		O que são as linhas laterais presentes nos condrictes? (p. 462).	Organizacional
		O que é clássper? Qual é sua <b>função</b> ? (p. 462, grifo meu).	Organizacional
		O que é bexiga natatória? Qual é sua <b>função</b> nos peixes actinoptérgios? (p. 462).	Organizacional
		O que são anexos embrionários? Quais são suas <b>funções</b> no desenvolvimento de répteis e aves? (p. 463, grifo meu).	Organizacional
		Comente resumidamente a estrutura e as <b>funções</b> das penas nas aves? (p. 463, grifo meu).	Organizacional
		Qual é a <b>função</b> da glândula uropigiana presente nas aves? (p. 463, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
			Quais são as <b>adaptações</b> do esqueleto das aves relacionadas ao voo? (p. 463, grifo meu).	Organizacional
			Quais são as <b>funções</b> do papo, do proventrículo e da moela na digestão das aves? (p. 463, grifo meu).	Organizacional
			<b>Como</b> a presença de pêlos e do panículo adiposo está relacionada à homeotermia dos mamíferos? (p. 463, grifo meu).	Etiológica
			<b>O que</b> são alvéolos pulmonares? (p. 463, grifo meu).	Organizacional
16	<i>Nutrição</i>	12	Glicídios (carboidratos) e lipídios são nutrientes orgânicos cuja principal <b>função</b> é fornecer energia às células; por isso, eles são chamados de nutrientes energéticos (p. 470, grifo meu).	Organizacional
		2	As proteínas que ingerimos fornecem grande parte dos aminoácidos que nossas células <b>utilizam para</b> a fabricação de suas próprias proteínas (p. 470, grifo meu).	Organizacional
		3	O cálcio é um elemento químico de fundamental importância, por <b>participar da</b> estrutura dos ossos e de reações químicas essenciais ao funcionamento das células (p. 472).	Organizacional
		4	O organismo humano precisa receber um fornecimento constante de energia <b>para</b> manter suas atividades vitais (p. 472, grifo meu).	Organizacional
		5	O ceco e o apêndice parecem não desempenhar nenhuma <b>função</b> importante nos seres humanos; os cientistas acreditam que eles sejam “órgãos vestigiais”, isto é, que foram importantes na digestão de nossos ancestrais herbívoros, mas que em nossa espécie têm <b>função</b> reduzida (p. 474, grifo meu).	Organizacional
		6	O <b>papel</b> fisiológico da lipase lingual ainda é motivo de discussão, mas, o mais provável, é que ele esteja relacionado à percepção do gosto dos lipídeos (p. 475, grifo meu).	Organizacional <sup>2</sup> & Analogia-Metáfora
		7	O ácido clorídrico torna o conteúdo estomacal fortemente ácido, com pH em torno de 2, o que <b>contribui para</b> eliminar microorganismos, amolecer os alimentos e favorecer a ação da pepsina, enzima que precisa estar em meio fortemente ácido para atuar (p. 477, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		8	O pâncreas é uma glândula com cerca de 15 cm de comprimento e formato triangular e alongado, localizada sob o estômago, na ação do duodeno. Além de produzir os bicarbonatos e as enzimas que compõem o suco pancreático, o pâncreas também produz hormônios e os lança na corrente sanguínea, apresentando, portanto, <b>função</b> endócrina (p. 478, grifo meu).	Organizacional
		9	A bile desempenha duas <b>funções</b> principais: elimina do corpo substâncias indesejáveis e atua na emulsão de gorduras ingeridas, facilitando, assim, a ação da lipase (p. 479, grifo meu).	Organizacional
		10	A secretina exerce múltiplas <b>funções</b> tanto inibidoras como estimuladoras. Inibe a secreção gástrica no estômago e reduz a mobilidade intestinal; estimula a secreção pancreática rica em bicarbonatos, a produção de bile pelo fígado e a secreção de suco entérico pela parede intestinal (p. 482, grifo meu).	Organizacional
		11	O quimo também estimula o intestino a liberar no sangue um hormônio inibidor da atividade gástrica, cuja principal <b>função</b> é diminuir os movimentos peristálticos estomacais, dando mais tempo para que a digestão ocorra (p. 482, grifo meu).	Organizacional
		12	Manter-se tranquilo e calmo, principalmente no momento das refeições, ajuda a conservar as <b>funções</b> digestivas normais (p. 483, grifo meu).	Organizacional
			O que é bile? Qual é seu <b>papel</b> no processo da digestão? (p. 487, grifo meu).	Organizacional
			Quais são as principais <b>funções</b> do fígado na digestão? (p. 487, grifo meu).	Organizacional
			Quais são as principais <b>funções</b> da bile? (p. 487).	Organizacional
			Comente brevemente a adaptação da parede do intestino delgado à absorção de nutrientes (p. 487).	Organizacional
			Que <b>papel</b> desempenha a flora intestinal? (p. 487, grifo meu).	Organizacional
17	<i>Circulação Sanguínea</i>	20	Outras <b>funções</b> importantes da circulação sanguínea são a defesa contra agentes invasores e auxiliar a manutenção da temperatura corporal (p. 492, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	2-8	Como vimos, as <b>funções</b> desempenhadas pelo sistema cardiovascular são muitas e importantes. A seguir, um resumo dessas funções (p. 492, grifo meu). [Aqui, sete atribuições funcionais].	Organizacional
	9	A parede dos ventrículos cardíacos é bem mais espessa que a parede dos átrios. A diferença está relacionada à <b>função</b> dessas câmaras: enquanto os átrios bombeiam sangue para os ventrículos imediatamente abaixo deles, o ventrículo direito bombeia sangue para os pulmões e o esquerdo, para a maior parte do corpo (p. 492, grifo meu).	Organizacional
	10	O átrio cardíaco direito comunica-se com o ventrículo direito por meio de um orifício guarnecido pela valva atrioventricular direita, ou valva tricúspide, com <b>função</b> equivalente à da valva bicúspide (p. 493, grifo meu).	Organizacional
	11	Além disso, as veias de maior diâmetro apresentam válvulas em seu interior, cuja <b>função</b> é impedir o refluxo de sangue, garantindo sua circulação em um único sentido (p. 494, grifo meu).	Organizacional
	12	Se, por algum motivo, o sistema linfático deixar de cumprir sua <b>função</b> de drenar os restos do líquido tissular, este tende a se acumular nos tecidos, causando inchaços conhecidos como edemas linfáticos (p. 495, grifo meu).	Organizacional
	13	Os linfonodos localizam-se em posições estratégicas no corpo, o que lhes permite cumprir seu principal <b>papel</b> , que é filtrar a linfa (p. 495, grifo meu).	Organizacional
	14	Existem, ainda, muitos linfonodos na parede do intestino, cuja <b>função</b> é reter e destruir partículas estranhas que penetrem junto com os alimentos, ou produzidos pelas bactérias que vivem no trato intestinal (p. 495, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		15-18	O baço é um órgão rico em linfonodos, localizado do lado esquerdo do abdome, sob as últimas costelas. Ele desempenha diversas <b>funções</b> importantes, entre as quais destacam-se: a) armazenamento de linfócitos e monócitos, dois tipos de glóbulos brancos; b) filtração do sangue para a remoção de microorganismos, substâncias estranhas e resíduos celulares; c) destruição de hemácias envelhecidas. Além disso, o baço ainda atua como “banco de sangue” de emergência, por armazenar hemácias, podendo lançá-las na corrente sanguínea em momentos de necessidade, como um esforço físico intenso, por exemplo (p. 496, grifo meu). [Aqui, quatro atribuições funcionais].	Organizacional
		19	Outra região <b>especializada</b> do coração, chamada nó atrioventricular, distribui o sinal gerado pelo marca-passo, estimulando a musculatura dos ventrículos e entrar em sístole (p. 498).	Etiológica
		20	Esses linfócitos [células CD8] são <b>especializados</b> em reconhecer e matar células corporais alteradas, como as infectadas por vírus, por exemplo, impedindo que estas se multipliquem. Eles também atacam células estranhas à pessoa, sendo os principais responsáveis pela rejeição de órgãos transplantados (p. 499, grifo meu).	Etiológica
			Quais são as principais <b>funções</b> do sistema cardiovascular? (p. 507, grifo meu).	Organizacional
			<b>De que maneira</b> o sistema cardiovascular participa da regulação da temperatura corporal? (p. 507, grifo meu).	Organizacional
			Caracterize capilar sanguíneo, explicando sua <b>função</b> no organismo (p. 507, grifo meu).	Organizacional
			O que são linfonodos e qual é sua <b>função</b> ? (p. 507, grifo meu).	Organizacional
			O que é baço? Qual é sua <b>função</b> no organismo? (p. 507, grifo meu).	Organizacional
			Qual é o principal <b>papel</b> dos macrófagos no sistema imunitário? (p. 507, grifo meu).	Organizacional
18	<i>Respiração e Excreção</i>	<b>5</b>	As <b>funções</b> dos reforços cartilagosos é manter a traquéia sempre aberta para a passagem de ar (p. 514, grifo meu).	Organizacional
		2	O sistema urinário é <b>responsável pela</b> maior parte de nossa excreção (p. 521, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		3	Néfrons são as unidades <b>responsáveis pela</b> formação da urina, localizadas na córtex renal (p. 522, grifo meu).	Organizacional
		4	A <b>função</b> da bexiga é armazenar a urina, que flui continuamente dos ureteres, até sua eliminação do corpo (p. 523, grifo meu).	Organizacional
		5	A <b>função</b> dos rins é filtrar o sangue, dele removendo a uréia, sais, ácido úrico e outras substâncias que estejam em excesso no organismo (p. 523, grifo meu).	Organizacional
			Quais são os <b>componentes</b> do sistema respiratório humano? (p. 530, grifo meu).	Organizacional
			O que são as cavidades nasais? Qual é sua importância na respiração? (p. 530).	Organizacional
			O que é a laringe? Qual é seu <b>papel</b> no processo respiratório? (p. 530, grifo meu).	Organizacional
			O que são néfrons? (p. 530).	Organizacional
			Qual é o <b>papel</b> do hormônio antidiurético no funcionamento dos rins? (p. 530, grifo meu).	Organizacional
			<b>De que maneira</b> o sistema urinário participa do controle do balanço de sais no organismo? (p. 530, grifo meu).	Organizacional
			Qual é a participação do sistema urinário na regulação da pressão arterial? (p. 530).	Organizacional
19	<i>Movimento e Suporte do Corpo Humano</i>	2	Os músculos são órgãos constituídos basicamente por tecido muscular, cujas células são <b>especializadas</b> em contrair-se (p. 534).	Etiológica
		2	O conjunto de peças ósseas e cartilaginosas que dá sustentação ao corpo humano constitui o esqueleto. Este protege os órgãos internos e participa da movimentação do corpo, servindo de ponto de apoio para a ação dos músculos esqueléticos. Além dessas <b>funções</b> , o esqueleto atua como reserva de cálcio e local de formação de células do sangue (p. 536, grifo meu).	Organizacional
			O que são músculos? Qual sua <b>função</b> no corpo? (p. 544, grifo meu).	Organizacional
			Caracterize o esqueleto humano, explicando suas principais <b>funções</b> (p. 544, grifo meu).	Organizacional
20	<i>Integração e Controle Hormonal: Sistemas Nervoso e Endócrino</i>	28	Esses órgãos [encéfalo e medula espinal] compõem o sistema nervoso central, cuja <b>função</b> é interpretar as informações obtidas e elaborar respostas adequadas, enviando-as aos órgãos do corpo responsáveis pelas ações, os músculos (p. 545, grifo meu).	Organizacional



Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	3	Nervos e gânglios nervosos constituem o sistema nervoso periférico, cuja <b>função</b> é levar informações das diversas partes do corpo até o sistema nervoso central, e vice-versa (p. 545, grifo meu).	Organizacional
	4	Alguns dos sulcos mais profundos dos hemisférios cerebrais delimitam áreas conhecidas como lobos, que coordenam <b>funções</b> específicas (p. 546, grifo meu).	Organizacional
	5	Além das áreas <b>responsáveis pelas</b> sensações (sensoriais) e por movimentos (motoras), o córtex cerebral humano também contém áreas associativas, isto é, responsáveis pela interpretação das sensações e elaboração dos planos de ação (p. 547, grifo meu).	Organizacional
	6	Acredita-se que a região talâmica <b>atue como</b> uma estação integradora e retransmissora de impulsos nervosos para o córtex cerebral, sendo <b>responsável por</b> seu direcionamento às áreas apropriadas do cérebro, onde devem ser processadas (p. 547, grifo meu).	Organizacional
	7	Nessa região encefálica [ponte] também há centros coordenadores da movimentação dos olhos, do pescoço e do corpo em geral. Além disso, a ponte <b>participa</b> na manutenção da postura corporal correta, no equilíbrio do corpo e no tônus muscular (p. 548, grifo meu).	Organizacional
	8	Quando uma parte do corpo se movimenta, o cerebelo coordena a movimentação das outras partes corporais para manter o equilíbrio. É <b>graças a</b> ele que podemos realizar ações altamente coordenadas e complexas como andar de bicicleta, jogar tênis ou tocar violão (p. 548, grifo meu).	Organizacional
	9	Ela [a medula oblonga] contém importantes centros controladores de <b>funções</b> vitais, como os que regulam os batimentos cardíacos e os movimentos respiratórios (p. 549, grifo meu).	Organizacional
	10	Além de estimular os neurônios motores <b>responsáveis pela</b> ação reflexa, o neurônio associativo também estimula outros que conduzem impulsos ao encéfalo, permitindo a tomada de consciência do ocorrido (p. 551, grifo meu).	Organizacional
	11	A <b>função</b> do SNP somático é conduzir ao sistema nervoso central estímulos vindos dos ambientes corpóreo e externo, levar aos músculos estriados esqueléticos impulsos nervosos vindos do sistema nervoso central (p. 552, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	12	A <b>função</b> do SNP autônomo, ou visceral é regular o ambiente interno do corpo, controlando a atividade dos sistemas digestório, cardiovascular, urinário e endócrino (p. 552, grifo meu).	Organizacional
	13	A capacidade de perceber o ambiente depende de células altamente <b>especializadas</b> denominadas genericamente células sensoriais (p. 555).	Etiológica
	14	Muitos tipos de célula sensorial são <b>especializados</b> em captar estímulos provenientes do ambiente. Essas células, genericamente chamadas de exteroceptores, estão presentes nos órgãos <b>responsáveis pelo</b> paladar (p. 555, grifo meu).	Etiológica
	15	Certas células sensoriais são <b>especializadas</b> na captação de estímulos internos ao corpo, constituindo os chamados proprioceptores e interoceptores (p. 555).	Etiológica
	16	O epitélio olfatório é constituído por células nervosas <b>especializadas</b> (quimioceptores de olfato) que possuem prolongamentos sensíveis (cílios olfatórios), mergulhados na camada de muco que recobre as cavidades nasais (p. 556).	Etiológica
	17	A orelha humana é o órgão <b>responsável pela</b> audição e pelo equilíbrio do corpo (p. 557, grifo meu).	Organizacional
	18	O pavilhão auditivo <b>funciona como</b> uma concha acústica, que capta os sons e os direciona para o canal auditivo (p. 557, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	19	Os órgãos <b>responsáveis pela</b> visão são os bulbos do olho, popularmente chamados de olhos. São duas bolsas membranosas cheias de líquido, embutidas em cavidades ósseas do crânio, as órbitas oculares (p. 561, grifo meu).	Organizacional
	20	Os cones são menos sensíveis à luz que os bastonetes, mas, em conjunto, possuem a capacidade de discriminar diferentes comprimentos de onda, <b>permitindo</b> a visão em cores (p. 562, grifo meu).	Organizacional
	21	Além dos diversos receptores <b>responsáveis pelo</b> tato, a pele possui células sensoriais especializadas na detecção de dor e de aumento ou diminuição de temperatura (p. 565, grifo meu).	Etiológica
	22	A região do encéfalo conhecida como hipotálamo desempenha um importante <b>papel</b> na integração entre os sistemas nervoso e endócrino (p. 566, grifo meu).	Organizacional

Tabela 6. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	23	Outro <b>efeito</b> desse hormônio [oxitocina] é causar a contração da musculatura lisa das glândulas mamárias, o que leva à expulsão do leite durante a amamentação. [...]. Nos homens, a <b>função</b> da oxitocina é ainda desconhecida (p. 568, grifo meu).	Organizacional <sup>2</sup>
	24	A prolactina <b>atua</b> sobre os ovários, promovendo a secreção de progesterona. Além disso, esse hormônio tem importante papel na estimulação da produção de leite pelas mulheres; nos homens, sua <b>função</b> ainda é desconhecida (p. 568, grifo meu).	Organizacional <sup>2</sup>
	25	A glândula tireóidea desempenha <b>papel</b> fundamental na homeostase, isto é, no auto-ajustamento do organismo (p. 569, grifo meu).	Organizacional
	26	Elas [glândulas paratireóideas] produzem o paratormônio, hormônio <b>responsável pelo</b> aumento do nível do cálcio no sangue (p. 569, grifo meu).	Organizacional
	27	O pâncreas tem, simultaneamente, <b>funções</b> exócrinas e endócrinas, sendo por isso considerado uma glândula mista, ou anfícrina [...] (p. 570, grifo meu).	Organizacional
	28	Nos meninos, FSH e LH agem sobre os testículos, estimulando a produção do hormônio testosterona. Esse hormônio e as gonadotrofinas agem em conjunto, ativando a produção de espermatozóides. Nas meninas, o FSH atua sobre os ovários, promovendo o desenvolvimento dos folículos ovarianos, enquanto o LH é <b>responsável pelo</b> rompimento do folículo maduro e pela liberação do óvulo, fenômeno chamado de ovulação (p. 572, grifo meu).	Organizacional
		O que são tálamo e hipotálamo? Quais são suas principais <b>funções</b> ? (p. 576, grifo meu).	Organizacional
		Qual é o <b>papel</b> da cóclea na percepção dos sons? (p. 576, grifo meu).	Organizacional
		Quais são os principais hormônios da neuroipófise e quais são suas <b>funções</b> (p. 576, grifo meu).	Organizacional
		Quais são os principais distúrbios decorrentes da <b>disfunção</b> da glândula tireóidea? (p. 576, grifo meu).	Organizacional
		Quais são os principais hormônios do córtex da supra-renal? Quais são suas <b>funções</b> ? (p. 576, grifo meu).	Organizacional
		O que são gonadotrofinas? Quais são suas <b>funções</b> ? (p. 576, grifo meu).	Organizacional

**Tabela 6.** (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		Onde são produzidos os hormônios estrógeno e progesterona? Quais são suas principais <b>funções</b> ? (p. 576, grifo meu).	Organizacional
		Onde é produzido o hormônio testosterona e quais são suas principais <b>funções</b> ? (p. 576, grifo meu).	Organizacional
		Comente a ação dos hormônios na gravidez (p. 576).	Organizacional

**Tabela 7.** Amabis, J.M. & Martho, G.R. (2005), *Biologia*. São Paulo: Moderna. Volume 3

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
1	1	Em 1784, o padre e cientista italiano Lazzaro Spallanzani, um ovista, realizou experimentos com o objetivo de determinar a <b>função</b> do sêmen na reprodução de rãs e concluiu, equivocadamente, que os espermatozoides não participavam da fertilização (p. 5).	Organizacional
2	1	<b>Para</b> realizar fecundação cruzada entre duas plantas de ervilha, é preciso abrir previamente a quilha de algumas flores e cortar suas anteras, o que corresponde a “castrar” a parte masculina (p. 20).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		O que é autofecundação? <b>Por que</b> ela normalmente ocorre em flores de ervilha? (p. 31).	Etiológica
3	7	Estudos genéticos e bioquímicos mostraram que, devido ao genótipo dos coelhos e himalaia [...], a enzima <b>responsável pela</b> síntese do pigmento melanina só é ativa em células epidérmicas expostas a temperaturas inferiores a 15 °C (p. 34, grifo meu).	Organizacional
	2	O alelo recessivo (a) é alterado e não produz a forma ativa da enzima. Indivíduos homocigóticos AA e heterocigóticos Aa têm pigmentação normal, pois basta haver um alelo <b>funcional</b> A para produzir melanina normalmente (p. 36, grifo meu).	Organizacional
	3	Atualmente, sabe-se que o alelo normal do gene envolvido na coréia de Huntington produz uma proteína, a huntingtina, importante para o <b>funcionamento</b> normal das células cerebrais (p. 37, grifo meu).	Organizacional
	4	[Na dominância incompleta], um indivíduo homocigótico, sendo portador de dois alelos funcionais, tem em suas células o dobro de produtos gênicos de um indivíduo heterocigótico, que possui apenas um alelo <b>funcional</b> (p. 38, grifo meu).	Organizacional

Tabela 7. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		5	Na determinação genética da cor da flor boca-de-leão, por exemplo, a presença de dois alelos <b>funcionais</b> nas células das pétalas gera pigmento em quantidade suficiente para que a flor seja vermelha (p. 38, grifo meu).	Organizacional
		6	A síntese do precursor H [no aglutinogênio] depende de um outro gene, que possui um alelo recessivo raro <i>h</i> não <b>funcional</b> (p. 47, grifo meu).	Organizacional
		7	A bilirrubina é produzida no fígado do recém-nascido a partir da hemoglobina liberada pelas hemácias destruídas pelos anticorpos anti-Rh. <b>Para</b> compensar a destruição das hemácias, ocorre liberação de eritoblastos (hemácias imaturas) na circulação do recém-nascido (p. 50, grifo meu).	Organizacional
4	<i>Lei da Segregação Independente dos Genes</i>	2	A formação de qualquer pigmento no pêlo depende da presença do alelo A, <b>responsável pela</b> produção de uma enzima necessária para a fabricação dos precursores desse pigmento (p. 78, grifo meu).	Organizacional
		2	A pelagem dos cães é condicionada por mais de uma dezena de genes. Alguns deles são <b>responsáveis pela</b> determinação das variações típicas de cada raça canina (p. 79, grifo meu).	Organizacional
5	<i>O Mapeamento dos Genes nos Cromossomos</i>	0	*	*
6	<i>Herança e Sexo</i>	4	A testosterona e outras substâncias produzidas nos testículos atuam no desenvolvimento de órgãos genitais e de outras características típicas do sexo masculino. Há casos em que o gene SRY sofreu uma mutação e, por isso, a proteína por ele codificada não é <b>funcional</b> (p. 113, grifo meu).	Organizacional
		2	O daltonismo é condicionado por um alelo mutante no cromossomo X, do gene <b>responsável pela</b> produção de um dos pigmentos visuais (p. 118, grifo meu).	Organizacional
		3	Um dos tipos mais graves de hemofilia, a hemofilia A, é causado pela deficiência no fator VIII de coagulação e segue a herança ligada ao cromossomo X. O alelo normal do gene (H) produz o fator VIII <b>funcional</b> e atua como dominante, condicionando fenótipo não-hemofílico; o alelo mutante (h), recessivo, condiciona ausência de fator VIII, sendo <b>responsável pela</b> hemofilia (p. 119, grifo meu).	Organizacional

Tabela 7. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		4	Recentemente descobriu-se que o alelo normal do gene para distrofia de Duchenne é <b>responsável pela</b> produção de uma proteína denominada distrofina, presente nas células musculares (p. 121, grifo meu).	Organizacional
7	<i>Do Genótipo ao Fenótipo: como se expressam os genes</i>	7	Como diferenciar um fungo selvagem, em que o gene para sintetizar arginina é <b>funcional</b> (arg <sup>+</sup> ), de um fungo mutante, portador de um alelo defeituoso do gene (arg <sup>-</sup> )? (p. 141, grifo meu).	Organizacional
		2	Os RNA ribossômicos constituem, juntamente com certas proteínas, minúsculos grânulos citoplasmáticos denominados ribossomos, <b>capazes de</b> unir os aminoácidos entre si e formar as cadeias polipeptídicas que constituem as proteínas (p. 142).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		3	Os RNA transportadores têm por <b>função</b> capturar aminoácidos livres na célula, levando-os até os ribossomos, onde eles se unem para formar a molécula polipeptídica (p. 142, grifo meu).	Organizacional
		4	Os RNA mensageiros são cópias dos genes codificadores de proteínas e contêm, em sua sequência de bases nitrogenadas, as instruções sobre a ordem em que os aminoácidos devem ser unidos <b>para</b> produzir determinado polipeptídeo (p. 142, grifo meu).	Organizacional
		5	As informações <b>para</b> fabricar polipeptídios estão inscritas na molécula de DNA em uma linguagem codificada, denominada código genético (p. 143, grifo meu).	Organizacional
		6	Esse segmento de DNA caracteriza-se por apresentar uma sequência especial de bases nitrogenadas, a região promotora (ou apenas promotor), na qual se encaixa a enzima polimerase do RNA, <b>responsável pela</b> transcrição (p. 143, grifo meu).	Organizacional
		7	Explicar a <b>função</b> dos introns tem sido um desafio para os cientistas, mas algumas descobertas apontam para certas vantagens desse sistema sobre o sistema bacteriano, como veremos a seguir (p. 174, grifo meu).	Organizacional <sup>2</sup>
8	<i>Aplicação do Conhecimento Genético</i>	4	As endonucleases de restrição são enzimas bacterianas que <b>atuam como</b> “tesouras biológicas”, reconhecendo sequências de pares de bases específicas em moléculas de DNA e cortando-as nesses pontos (p. 164, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora

Tabela 7. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
	2	Uma molécula de DNA viral que contenha sítios para uma endonuclease bacteriana, ao ser injetada na bactéria, é prontamente cortada nesses pontos e deixa de <b>funcionar</b> (p. 164, grifo meu).	Organizacional	
	3	Os genes essenciais são <b>responsáveis pela</b> produção das proteínas do capsídio viral, das enzimas que atuam na duplicação do DNA viral, das enzimas de empacotamento do DNA e de algumas outras proteínas importantes [...] (p. 170, grifo meu).	Organizacional	
	4	O gene clonado era o <b>responsável pela</b> produção da enzima luciferase, que catalisa, no vaga-lume, a degradação da luciferina, uma reação química que libera energia na forma de luz (bioluminescência) (p. 172, grifo meu).	Organizacional	
		Qual é o provável <b>papel</b> das endonucleases na natureza? (p. 179, grifo meu).	Organizacional	
9	<i>Breve História das Idéias Evolucionistas</i>	5	Certas espécies de seres vivos têm estruturas corporais com organização anatômica semelhante, apesar de desempenharem <b>funções</b> diferentes (p. 197, grifo meu).	Organizacional
		2	Apesar de origem embrionária semelhante, órgãos homólogos podem desempenhar <b>funções</b> diferentes, como é o caso das asas dos morcegos, <b>adaptadas</b> ao vôo, e das nadadeiras peitorais dos golfinhos, <b>adaptadas à</b> natação (p. 198, grifo meu).	Etiológica
		3	Por outro lado, determinados órgãos que desempenham <b>funções</b> semelhantes em certas espécies podem ter origens embrionárias completamente diferentes. É o caso das asas de aves e de insetos que, apesar de estarem <b>adaptadas à função</b> de voar, têm origens embrionárias totalmente distintas (p. 198, grifo meu).	Etiológica
		4	As <b>funções</b> diferentes que órgãos homólogos podem ter, por sua vez, são explicadas pelo fato de as espécies terem se diversificado ao longo da evolução, ou seja, cada uma ter desenvolvido um modo de vida particular (p. 199, grifo meu).	Etiológica
		5	Muitos organismos apresentam órgãos vestigiais, estruturas atrofiadas e sem <b>função</b> , como é o caso do apêndice vermiforme humano, pequena estrutura em forma de dedo presente na junção entre o intestino delgado e o intestino grosso (p. 200, grifo meu).	Organizacional

Tabela 7. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
10	<i>Teoria Moderna da Evolução</i>	2	Por exemplo, na cadeia de DNA que <b>atua como</b> modelo para a transcrição do RNA mensageiro, as trincas AAA e AAG codificam o aminoácido fenilalanina, de modo que, se uma mutação substituir o último A da trinca por AAA por G, não haverá alteração na proteína, pois o aminoácido codificado pelo DNA mutante continuará a ser fenilalanina (p. 210, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		2	Essa coloração marcante é denominada coloração de aviso, ou de advertência; ela <b>funciona como</b> proteção, alertando aos predadores que o animal que a ostenta tem sabor desagradável, é tóxico ou é perigoso (p. 233, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
			Explique, em linhas gerais, o que é recombinação gênica e seu <b>papel</b> na evolução (p. 236, grifo meu).	Etiológica
			O que são mutações (ou aberrações) cromossômicas e qual é seu <b>papel</b> na evolução? (p. 236, grifo meu).	Etiológica
			Quanto aos <b>efeitos</b> que exercem nas populações, quais são os principais tipos de seleção natural? (p. 236, grifo meu).	Etiológica
11	<i>Origem das Espécies e dos Grandes Grupos de Seres Vivos</i>	3	Outro passo importante na história da vida foi o aparecimento dos seres eucarióticos multicelulares, isto é, constituídos por muitas células. Nessa <b>estratégia</b> , células resultantes da multiplicação de uma célula inicial passaram a viver juntas e a dividir as tarefas de sobrevivência. (p. 253, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		2	Com o tempo, surgiram organismos com células cada vez mais especializadas no desempenho de suas <b>funções</b> específicas, o que permitiu o aparecimento dos tecidos e dos órgãos dos organismos multicelulares (p. 253, grifo meu).	Organizacional
		3	Entre 438 e 408 milhões de anos, no período Siluriano, surgiram as primeiras plantas vasculares, ou seja, dotadas de vasos condutores de seiva. <b>Graças a</b> essa inovação evolutiva, as plantas puderam atingir grandes tamanhos e formaram as primeiras matas nas margens de regiões alagadas (p. 255, grifo meu).	Etiológica



Tabela 7. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
12	<i>Evolução Humana</i>	4	A principal vantagem desse modo de vida [arborícola] era estar a salvo dos carnívoros predadores que viviam no solo. A <b>adaptação</b> à vida arborícola, entretanto, exigiu que os primatas mudassem sua alimentação, que se tornou essencialmente herbívora, constituída de folhas, frutos e sementes, e desenvolvessem a capacidade de se agarrar e se locomover com segurança na copa das árvores (p. 270).	Etiológica
		2	Elas [as mãos dos primatas] são capazes de agarrar objetos com força e precisão, graças à presença do primeiro dedo oponível, isto é, em posição que permite aproximar-se frontalmente de qualquer outro dedo, <b>funcionando como</b> pinça para agarrar (p. 271, grifo meu).	Organizacional & Analogia-metáfora
		3	Outra importante <b>adaptação</b> dos primatas à vida nas árvores é a proximidade entre os olhos, situados na região frontal do crânio, ou seja, na face (p. 272).	Etiológica
		4	Acredita-se que a vida familiar desempenhou um importante <b>papel</b> na evolução dos primatas. Estes são, entre os mamíferos, os que mais tempo dedicam aos cuidados da prole (p. 272).	Etiológica
13	<i>Fundamentos da Ecologia</i>	2	A decomposição é importante por <b>permitir</b> a reciclagem dos átomos de elementos químicos, que podem voltar a fazer parte de outros seres vivos (p. 293, grifo meu).	Organizacional
		2	Por exemplo, um animal que possui alimentação variada, comendo tanto plantas quanto outros animais, desempenha o <b>papel</b> de consumidor primário, no primeiro caso, e de consumidor secundário ou terciário, no segundo (p. 294, grifo meu).	Organizacional
14	<i>Energia e Matéria nos Ecossistemas</i>	0	*	*
15	<i>Dinâmica das Populações Biológicas</i>	0	*	*
16	<i>Relações Ecológicas entre Seres Vivos</i>	2	Operárias são fêmeas diplóides estéreis, que exercem diversas <b>funções</b> , como produzir os favos de cera e o mel, limpar e guardar a colméia, recolher néctar e pólen das flores etc. (p. 345, grifo meu).	Organizacional
		2	Trata-se da <i>Formica fusca</i> , uma formiga européia cujas colônias têm, em geral, mais de uma rainha. Defendidas a todo custo pelos membros do formigueiro, elas são alimentadas pelas operárias e têm como única <b>função</b> pôr ovos durante a vida (p. 354, grifo meu).	Organizacional

Tabela 7. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
17	<i>Sucessão Ecológica e Biomas</i>	2	A atmosfera desempenha <b>papel</b> importante na manutenção do clima da Terra. Ela <b>funciona como</b> uma manta grossa que retém o calor irradiado pela superfície, mantendo a temperatura relativamente elevada (p. 364, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		2	Quando a vegetação é densa, a camada mais superficial pode ser formada quase totalmente por matéria orgânica decomposta, o húmus, um material rico em nutrientes que se infiltram no solo e são absorvidos pelas raízes das plantas. Minhocas e diversos tipos de microorganismos têm <b>papel</b> fundamental na formação do húmus (p. 366, grifo meu).	Organizacional
18	<i>Humanidade e Ambiente</i>	2	Esse fenômeno natural, denominado efeito estufa, tem sido importante, desde a origem da vida na Terra, <b>para</b> manter a superfície terrestre aquecida, impedindo a perda rápida de calor para o espaço (p. 396, grifo meu).	Organizacional
		2	Na atmosfera terrestre, entre 12 km e 50 km de altitude, forma-se grande quantidade de gás ozônio (O <sub>3</sub> ), constituindo uma camada que protege o planeta da radiação ultravioleta e <b>funciona como</b> um verdadeiro “filtro solar” (p. 397, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora

Tabela 8. Linhares, S. & Gewandsznajder, F.: 2005, *Biologia*, Ática, São Paulo

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
1	<i>O que a Biologia Estuda</i>	5	Na maioria dos seres vivos, há grupos de células reunidas para executar determinada <b>função</b> ; são os tecidos (p. 11, grifo meu).	Organizacional
		2	Os seres vivos retiram constantemente matéria e energia do meio ambiente. O processo pelo qual eles conseguem novas moléculas do ambiente é chamado de nutrição. Boa parte dessas moléculas é <b>usada</b> na reconstrução do corpo, que se desgasta continuamente, ou <b>para</b> permitir o crescimento e o desenvolvimento do organismo (p. 13, grifo meu).	Organizacional
		3	Por esse processo, chamado de respiração celular, é produzida a energia <b>necessária</b> às diversas transformações que ocorrem no ser vivo, incluindo a formação de novas moléculas (p. 13, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		4	Pelo processo chamado de fotossíntese, o organismo usa a energia luminosa do Sol, que é absorvida pela clorofila, <b>para</b> produzir glicose [...] (p. 13, grifo meu).	Organizacional
		5	Nos genes estão as informações <b>responsáveis pelas</b> características do indivíduo, como a cor dos olhos, a cor dos cabelos, a forma do nariz e, no caso de uma aranha, até mesmo o tipo de teia que ela tece <b>para</b> capturar suas presas (p. 14, grifo meu).	Organizacional
			Quais as <b>funções</b> da nutrição? (p. 17, grifo meu).	Organizacional
			Conceitue respiração e diga qual é a sua <b>função</b> (p. 17, grifo meu).	Organizacional
2	<i>Os Componentes Químicos da Célula</i>	27	Quadro ' <b>Funções</b> dos elementos dos sais minerais (cálcio, fósforo, sódio, cloro, potássio, magnésio, ferro, iodo, flúor, manganês, cobre)' (p. 20, grifo meu). [Aqui onze atribuições funcionais].	Organizacional
		12	Além de sua <b>função</b> energética, os glicídios compõem algumas estruturas dos seres vivos, como o revestimento das células e os ácidos nucleicos, e participam de substâncias existentes entre as células de um tecido (p. 21, grifo meu).	Organizacional
		13	A celulose – glicídio mais abundante na natureza, formado por cerca de 10 mil moléculas de glicose, em longos filamentos que se reúnem compondo um feixe de fibras; <b>participa</b> do reforço das células vegetais (p. 22, grifo meu). [Por assim dizer, a celulose contribui para a forma das células vegetais].	Organizacional
		14	A quitina e o ácido hialurônico – polissacarídeos nitrogenados presentes, respectivamente, no esqueleto dos insetos e nos tecidos animais, nos quais <b>funcionam como</b> uma cola que liga as células (p. 22, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		15	Eles [os lipídios] estão presentes nas membranas de todas as células; nas nervosas, formam várias camadas, que <b>funcionam como</b> isolante elétrico do impulso nervoso (p. 22, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		16	Esse problema [alta energia de ativação] é resolvido pelas enzimas, que, quase sempre, são proteínas que <b>funcionam como</b> catalisadores [...] (p. 27, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		17-27	Quadro ' <b>Principais funções</b> das vitaminas' (p. 30, grifo meu). [Aqui onze atribuições funcionais].	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
		Explique a <b>importância</b> da água para o metabolismo (p. 32, grifo meu). [Por assim dizer, os autores solicitam as funções da água nos organismos].	Organizacional	
		Qual a <b>utilidade</b> da produção de suor para o organismo? (p. 32, grifo meu).	Organizacional	
		Cite a principal <b>função</b> dos glicídios (p. 32, grifo meu).	Organizacional	
		Indique a principal <b>função</b> de cada polissacarídeo (p. 32, grifo meu).	Organizacional	
		Cite três <b>funções</b> dos lipídios no organismo humano (p. 32, grifo meu).	Organizacional	
		Cite duas <b>funções</b> básicas das proteínas no organismo humano (p. 32, grifo meu).	Organizacional	
		Qual a <b>importância</b> da forma das proteínas? (p. 32, grifo meu). [Por assim dizer, uma pergunta que solicita as funções das proteínas na célula].	Organizacional	
		O que é energia de ativação e qual a <b>importância</b> da enzima em relação a ela? (p. 32, grifo meu). [Por assim dizer, uma pergunta que solicita a função das enzimas na célula].	Organizacional	
3	<i>Uma Visão Geral da Célula</i>	2	Se o diâmetro de uma célula aumenta dez vezes, o volume aumenta mil vezes; em consequência, a <b>necessidade</b> de alimento será mil vezes maior <b>para</b> sustentar sua estrutura (p. 35, grifo meu).	Organizacional
		2	A forma das células varia. Cada célula tem uma forma adaptada à sua <b>função</b> , que é controlada por seus genes e influenciada por fatores externos (p. 35, grifo meu).	Organizacional
			<b>Por que</b> as células não podem, em geral, ser muito grandes? (p. 39, grifo meu).	Etiológica
4	<i>Membrana Plasmática</i>	9	Entre outras <b>funções</b> , essa película [a membrana plasmática] mantém separada do ambiente externo a estrutura altamente organizada da matéria viva [...] (p. 40, grifo meu).	Organizacional
		2	Mas isso não acontece porque as células gastam constantemente energia <b>para</b> bombear $\text{Na}^+$ e $\text{K}^+$ em sentido contrário à difusão (p. 42, grifo meu).	Organizacional
		3	A bomba de sódio e potássio cria uma diferença de cargas elétricas entre os dois lados da membrana, o que é <b>importante para</b> os fenômenos elétricos que ocorrem nas células nervosas e musculares (p. 44, grifo meu). [Por assim dizer, criar uma DDP é uma função da bomba de sódio e potássio].	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		4	Outra <b>função</b> da bomba é compensar um acúmulo de solutos no citoplasma [...] (p. 44, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		5	Essa bomba <b>ajuda</b> indiretamente a entrada de glicose e aminoácidos na célula (p. 44, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		6	No caso do coração, elas [as junções comunicantes] <b>permitem</b> a passagem rápida de íons entre as células [...] (p. 46, grifo meu).	Organizacional
		7	O que é difusão? Qual sua <b>importância para</b> a célula? (p. 47, grifo meu).	Organizacional
		8	O que é fagocitose? Qual sua <b>função</b> nos protozoários? E nos vertebrados? (p. 47, grifo meu).	Organizacional
		9	De que é formada a parede celular nos vegetais? (p. 47). [Por assim dizer, uma pergunta que solicita as funções dos componentes da parede celular].	Organizacional
			Quais são as <b>funções</b> dos desmossomos, das zonas de oclusão e dos nexos? (p. 47, grifo meu).	Organizacional
			Explique o que são microvilosidades, onde são encontrados e qual sua <b>função</b> (p. 47, grifo meu).	Organizacional
5	<i>O Citoplasma e suas Organelas</i>	<b>16</b>	Essas estruturas celulares [as organelas] desempenham <b>funções</b> específicas na célula, de forma semelhante aos órgãos nos organismos desenvolvidos (p. 50, grifo meu).	Organizacional
		2	[...] citoesqueleto, uma espécie de esqueleto celular, que <b>ajuda a</b> manter a forma da célula, <b>serve de</b> sustentação às estruturas celulares [...] (p. 50, grifo meu).	Organizacional
		3	[...] contrações de actina e pseudópodes, que <b>servem para</b> locomoção e captura de alimento [...] (p. 50, grifo meu).	Organizacional
		4	Nesse movimento [ciclose], o citoplasma circula ao redor da célula, entre a parede celular e os vacúolos, e <b>ajuda a</b> distribuir as substâncias (p. 50, grifo meu).	Organizacional
		5	Por isso os centríolos não devem ser essenciais <b>para</b> a formação do fuso [...] (p. 51, grifo meu).	Organizacional
		6	Os cílios e flagelos <b>servem para</b> a locomoção ou para facilitar a captura de alimento, entre outras funções (p. 51, grifo meu).	Organizacional
		7	Os ribossomos livres no citosol produzem proteínas que aí permanecem dissolvidas e exercem suas <b>funções</b> ; é o caso de diversas enzimas [...] (p. 52, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	8	Em suas atividades [do retículo endoplasmático não-granuloso] há enzimas que sintetizam diversos tipos de lipídios, como os da membrana plasmática e os esteróides, e enzimas <b>responsáveis por</b> uma desintoxicação do organismo [...] (p. 53, grifo meu).	Organizacional
	9	Nos músculos, o retículo não-granuloso [...] é muito desenvolvido e <b>serve de</b> reservatório de íons cálcio, necessários ao mecanismo de contração (p. 53, grifo meu).	Organizacional
	10	A <b>função</b> de “empacotar” e secretar proteínas explica <b>por que</b> o complexo golgiense é bem desenvolvido em células glandulares (p. 53, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	11	Além de modificar, “empacotar”, encaminhar e secretar proteínas e lipídios, o complexo golgiense pode ter outras <b>funções</b> (p. 53, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	12	Outro exemplo: o complexo golgiense da espermatíde, célula que origina os espermatozoides, forma o acrossoma, vesícula rica em enzimas que <b>facilitam a</b> penetração desse gameta no óvulo (p. 54, grifo meu). [Aqui, destaque para a função do acrossoma, não para cada função do complexo golgiense].	Organizacional
	13	As organelas <b>responsáveis por</b> essa digestão intracelular são os lisossomos [...] (p. 54, grifo meu).	Organizacional
	14	[...] catalase, enzima que decompõe a água oxigenada em água e oxigênio, que é <b>usado para</b> oxidar certas moléculas tóxicas, como o álcool (p. 54, grifo meu).	Organizacional
	15	Presentes nos protozoários de água doce, os vacúolos contráteis são <b>responsáveis pela</b> regulação do equilíbrio osmótico desses organismos [...] (p. 55, grifo meu).	Organizacional
	16	Além disso, com a água são eliminadas substâncias tóxicas ou em excesso (excretas), <b>o que explica a presença</b> desse vacúolo em alguns protozoários marinhos, que não possuem esse problema osmótico (p. 55, grifo meu).	Etiológica
		Qual a <b>função</b> dos microtúbulos e dos microfilamentos? (p. 56, grifo meu).	Organizacional
		Qual a diferença entre cílios e flagelos? <b>Para que servem?</b> (p. 56, grifo meu).	Organizacional
		O que são ribossomos? Qual sua <b>função</b> ? (p. 56, grifo meu).	Organizacional
		Qual a <b>função</b> do complexo golgiense nas células glandulares? (p. 56, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
		Explique a <b>importância</b> do complexo golgiense para as células vegetais? (p. 56, grifo meu).	Organizacional	
		Qual a <b>função</b> dos lisossomos em células que se alimentam por fagocitose? (p. 56, grifo meu).	Organizacional	
		O que é autofagia? Quando ela é <b>necessária</b> ? (p. 56, grifo meu).	Organizacional	
		Diga o que são peroxissomas e cite uma <b>função</b> dessas organelas (p. 56, grifo meu).	Organizacional	
		Diga o que aconteceria se os protozoários de água doce não tivessem vacúolos contráteis (p. 56).	Etiológica	
		Em que células são encontrados vacúolos de suco celular? <b>Para que servem</b> ? (p. 56, grifo meu).	Organizacional	
6	<i>Mitocôndrias e Respiração Celular</i>	10	O processo pelo qual a energia química <b>necessária</b> ao organismo é liberada, por meio da quebra das cadeias de carbono, é a respiração celular (p. 58, grifo meu).	Organizacional
		2	A organela <b>responsável pelas</b> etapas finais da respiração celular aeróbia nos eucariontes e pelos processos anaeróbios de obtenção de energia é a mitocôndria (p. 58, grifo meu).	Organizacional
		3	Na matriz e na membrana interna há várias enzimas <b>responsáveis pelas</b> reações químicas da respiração (p. 58, grifo meu).	Organizacional
		4	Na matriz há também DNA, RNA e ribossomos, ou seja, as mitocôndrias possuem equipamentos próprios <b>para</b> a síntese de proteínas. Com ele, sintetizam algumas proteínas típicas e mesmo algumas enzimas que atuam na respiração [...] (p. 58, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		5	Quando a célula <b>precisa</b> de energia <b>para</b> realizar algum trabalho, o ATP fornece aquele fosfato, agora rico em energia, e transforma-se em ADP (p. 59, grifo meu).	Organizacional
		6	O fungo [ <i>Saccharomyces cerevisiae</i> ] é <b>utilizado</b> também <b>como</b> fermento <b>para</b> fazer a massa de pão crescer, por meio da produção de gás carbônico (p. 63, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		7	<b>Para</b> compensar essa falta [de oxigênio], as células musculares realizam fermentação láctica e acumula-se ácido láctico no músculo, o que produz dor e fadiga (p. 63, grifo meu).	Organizacional
		8	Em caso de <b>necessidade</b> , ela [a célula] cede energia <b>para</b> a produção de ATP (p. 63, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		9	Nos invertebrados, o músculo armazena outro composto, a arginina fosfato, com a mesma <b>função</b> (p. 63, grifo meu). [Por assim dizer, um caso de equivalência funcional].	Organizacional
		10	<b>Para</b> realizar exercícios por um tempo prolongado [...], é preciso regular o esforço de modo que haja oxigênio suficiente <b>para</b> obter energia <b>necessária</b> à respiração aeróbia [...] (p. 64, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
			Explique como <b>funciona</b> a molécula de ATP no armazenamento e na liberação de energia (p. 65, grifo meu).	Organizacional
			Qual a <b>função</b> da molécula de NAD na respiração? (p. 65, grifo meu).	Organizacional
			Qual o <b>papel</b> do oxigênio na cadeia respiratória? (p. 65, grifo meu).	Organizacional
			Qual a <b>função</b> da creatina fosfato? (p. 65, grifo meu).	Organizacional
7	<i>Cloroplastos e Fotossíntese</i>	5	O verde das plantas se deve à clorofila, molécula que absorve energia da luz solar e <b>usa para</b> realizar fotossíntese [...] (p. 69, grifo meu).	Organizacional
		2	Nesse processo se forma também gás oxigênio, <b>usado</b> pela maioria dos seres vivos <b>para</b> extrair energia dos alimentos na respiração celular (p. 69, grifo meu).	Organizacional
		3	A clorofila é a molécula <b>responsável pela</b> absorção da energia luminosa indispensável à fotossíntese (p. 69, grifo meu).	Organizacional
		4	A água doa H <sup>+</sup> e elétrons <b>para</b> a formação de NADPH (p. 70, grifo meu).	Organizacional
		5	Desse modo, essas bactérias <b>contribuem para</b> a reciclagem do nitrogênio dos organismos mortos (p. 73, grifo meu).	Organizacional
			Qual o <b>papel</b> da água na fotossíntese? (p. 74, grifo meu).	Organizacional
8	<i>Núcleo, Cromossomos e Clonagem</i>	3	O núcleo é uma estrutura característica dos eucariontes, na qual estão os genes, <b>responsáveis pelo</b> controle das atividades celulares e pelas características hereditárias dos organismos (p. 79, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		2	Embora conserve por algum tempo as <b>funções</b> de digestão, excreção e catabolismo, a parte sem núcleo morre porque não consegue renovar suas enzimas, crescer e se reproduzir [...] (p. 80, grifo meu).	Organizacional



Tabela 8. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	3	A ponta do cromossomo é chamada de telômero ( <i>telos</i> = fim) e se relaciona ao tempo de vida de uma célula, <b>funcionando como</b> um “relógio molecular” (p. 80, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
9	3	Desse modo, a mensagem genética contida no DNA é materializada na forma de uma proteína estrutural ou enzimática, <b>responsável por</b> uma característica do organismo (p. 89, grifo meu).	Organizacional
	2	Também há animais transgênicos com genes humanos <b>para</b> produção de determinadas substâncias [...] (p. 93, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
	3	Conhecido gene <b>responsável pela</b> doença, é possível fabricar um filamento complementar [...] (p. 93, grifo meu).	Organizacional
		Quais os três tipos de RNA e quais as suas <b>funções?</b> (p. 97, grifo meu).	Organizacional
		O que é mutação? Que fatores podem provocá-la? Qual a sua <b>importância para</b> a evolução? (p. 98, grifo meu).	Etiológica
10	0	*	*
11	4	O tecido epitelial [...] caracteriza-se pela presença de células estreitamente unidas, com pouca substância intercelular, representada basicamente por glicoproteínas com <b>função</b> de adesão (p. 112, grifo meu).	Organizacional
	2	Esse epitélio reveste o corpo e forra as cavidades (tubo digestivo, sistemas respiratório e urinário), conferindo proteção contra atritos, invasão de microorganismos ou evaporação e <b>servindo para</b> absorção de alimento, oxigênio, etc. [...]. Quanto mais grosso o epitélio, melhor sua capacidade protetora; quanto mais fino, melhor sua capacidade de absorção (p. 112).	Organizacional
	3	O epitélio do intestino delgado é constituído por uma única camada de células cilíndricas, com a <b>função</b> de absorver alimento [...] (p. 113, grifo meu).	Organizacional
	4	[...] glândulas sudoríparas produzem uma solução salina diluída, que, pela evaporação, <b>colabora para</b> diminuir a temperatura do corpo [...] (p. 114, grifo meu). [Por assim dizer, a função das glândulas nesse sistema].	Organizacional
		Qual a <b>função</b> do epitélio do intestino delgado? [...] (p. 115, grifo meu).	Organizacional
		Qual a <b>função</b> do muco e dos cílios do epitélio das vias respiratórias? [...] (p. 115, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
12	<i>Tecidos Conjuntivos</i>	15	Tecido conjuntivo propriamente dito: situa-se abaixo do epitélio, com <b>função</b> de sustentação e nutrição, e em volta dos órgãos, com <b>função</b> de acolchoamento [...] (p. 117, grifo meu).	Organizacional
		2	Tecido adiposo. <b>Serve de</b> reserva de energia e proteção contra o frio, envolve diversos órgãos, protegendo-os contra traumatismo [...] (p. 117, grifo meu).	Organizacional
		3	Chamada de sistema de Havers ou ósteon, essa organização <b>permite que</b> o alimento e oxigênio saiam dos vasos sanguíneos e cheguem pelos canalículos aos osteócitos, apesar da mineralização da matriz óssea (p. 119, grifo meu).	Organizacional
		4	Esse processo [ossificação intramembranosa] <b>contribui</b> também <b>para</b> o crescimento de ossos curtos e para o aumento em espessura dos ossos longos (p. 119, grifo meu).	Organizacional
		5	Elas [células conhecidas como osteoclastos] <b>colaboram</b> também <b>para</b> o equilíbrio de cálcio no corpo (p. 119, grifo meu).	Organizacional
		6	[...] o sangue [...] <b>serve de</b> meio de transporte de oxigênio, alimento, hormônios e excretas (p. 120, grifo meu).	Organizacional
		7	[...] hemoglobina, proteína com ferro <b>responsável pelo</b> transporte de oxigênio (p. 120, grifo meu).	Organizacional
		8	Neutrófilos: [...] atravessam as paredes dos capilares [diapedese] e englobam e destroem bactérias com as enzimas digestivas dos lisossomos (fagocitose) (p. 120)	Organizacional
		9	Acidófilos: [...] defendem o corpo contra vermes parasitas e agem nas alergias (p. 121).	Organizacional
		10	Basófilos: [...] liberam histamina, que dilata os vasos sanguíneos, facilitando a saída dos neutrófilos, e age em reações alérgicas (p. 120).	Organizacional
		11	Monócitos: [...] podem [...] fagocitar microorganismos e células mortas (p. 121).	Organizacional
		12	Linfócitos: [...] participam do sistema de defesa do corpo, chamado sistema imunológico ou imune e formado por timo, baço, linfonodos e tonsilas palatinas (p. 121).	Organizacional
		13	Em geral, [a imunização ativa] tem a <b>função</b> de prevenir uma doença [...] (p. 121, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		14	O soro é retirado do sangue do animal e armazenado <b>para</b> uso em indivíduos por infecção ou picadas de animais peçonhentos (p. 122, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		15	<b>Para</b> que diversas etapas desse processo [de coagulação] ocorram deve haver uma concentração mínima de íons cálcio (p. 122, grifo meu).	Organizacional
			<b>Como</b> as células ósseas conseguem alimento e oxigênio se estão em uma matriz mineralizada? Descreva o sistema que <b>permite que</b> isso aconteça (p. 124, grifo meu).	Organizacional
			Quais os dois tipos de tecido hematopoético encontrados em nosso organismo? Onde eles se localizam e quais são as suas <b>funções?</b> (p. 124, grifo meu).	Organizacional
			Qual é a <b>função</b> da hemácia? [...] (p. 124, grifo meu).	Organizacional
13	<i>Tecido Muscular</i>	<b>5</b>	Esse tecido [o estriado] forma os músculos esqueléticos, que se prendem aos ossos e atuam nos movimentos do corpo [...], sendo <b>responsáveis pelo</b> movimento dos olhos (p. 128, grifo meu).	Organizacional
		2	Suas <b>funções</b> são: empurrar o alimento ao longo do tubo digestório; regular o fluxo de ar para os pulmões pelo controle do diâmetro dos brônquios e dos bronquíolos; regular o fluxo de sangue por meio do controle do diâmetro dos vasos sanguíneos; regular a intensidade de luz que chega aos olhos pelo controle do diâmetro da pupila; secretar a bile da vesícula biliar para o intestino; ajudar na contração do útero no parto; ajudar a eliminar a urina da bexiga [...] (p. 129, grifo meu).	Organizacional
		3	[...] junções comunicantes, estruturas que aumentam a adesão e <b>permitem</b> a passagem de íons entre as células (p. 129, grifo meu).	Organizacional
		4	O espaço entre duas linhas Z é chamado de sarcômero ou miômero, <b>unidade funcional</b> da miofibrila (p. 129, grifo meu).	Organizacional
		5	A miofibrila <b>age</b> também <b>como</b> catalisador ao quebrar a molécula de ATP e liberar a energia armazenada (p. 130, grifo meu).	Organizacional
14	<i>Tecido Nervoso</i>	<b>3</b>	Receber mensagens dos órgãos dos sentidos, armazenar informações, comandar as respostas, fazendo os músculos ou as glândulas funcionar, e coordenar diversas <b>funções</b> do organismo, todas essas <b>ações</b> são feitas pelo sistema nervoso, formado pelo tecido nervoso (p. 132, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		2	Essas células [células da glia] não conduzem mensagens nervosas, mas exercem outras <b>funções</b> , como sintetizar substâncias nutritivas e mielina e participar do sistema de defesa fagocitando vermes (p. 132, grifo meu).	Organizacional
		3	Os animais são capazes de captar estímulos do ambiente através de estruturas especiais, os receptores [...] (p. 134). [Por assim dizer, essa é a função dos receptores nos animais].	Organizacional
15	<i>Classificação dos Seres Vivos</i>	0	*	*
16	<i>Vírus</i>	0	*	*
17	<i>Reino Monera</i>	1	Muitas são capazes de aproveitar o nitrogênio do ar <b>para</b> fabricar proteínas, o que lhes dá a grande autonomia nutritiva (p. 154, grifo meu).	Organizacional
			O que são esporos e qual sua <b>importância para</b> as bactérias? (p. 157, grifo meu).	Organizacional
18	<i>Protistas</i>	5	Os sarcodíneos possuem pseudópodes, <b>para</b> locomoção e captura de alimento, e principalmente as formas de água doce, que são hipertônicas em relação ao ambiente e absorvem água por osmose, um vacúolo contrátil, <b>para</b> eliminar o excesso de água da célula (p. 160, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
		3	A principal característica desses seres [os cilióforos] são os cílios <b>para</b> locomoção e captura de alimento (p. 161, grifo meu).	Organizacional
		4	Nesse grupo [mastigóforos] estão os protozoários portadores de flagelos, que <b>servem para</b> locomoção e captura de alimento (p. 161, grifo meu).	Organizacional
		5	A entrada do protozoário na célula parasitada é feita com o <b>auxílio de</b> um conjunto de organelas filamentosas [...] (p. 163, grifo meu).	Organizacional
			Explique qual é a <b>importância da</b> formação de cistos para os protozoários? (p. 166, grifo meu).	Organizacional
			Que estruturas do paramécio <b>funcionam como</b> “órgãos” digestivos? (p. 166, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
19	<i>Fungos</i>	2	[Os fungos] alimentam-se de substâncias orgânicas de folhas mortas, de cadáveres e de resíduos, <b>contribuindo para</b> a reciclagem da matéria (p. 169, grifo meu).	Organizacional
		2	O glicídio <b>usado como</b> reserva de energia é o glicogênio (p. 169, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
20	<i>Algas Verdes, Vermelhas e Pardas e Ciclos Reprodutivos</i>	3	Os esporos são células resistentes, que podem germinar longe da planta e, assim, <b>contribuir para</b> a dispersão do vegetal (p. 175, grifo meu).	Organizacional
		2	Na parede celular há celulose e outras substâncias, como a algina, <b>usada como</b> espessante (para dar consistência) em sorvetes, cremes, pudins, pastas de dente, etc. (p. 177, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		3	Na parede celular há celulose e carragenina, polissacarídeo <b>utilizado como</b> estabilizante em sorvetes (p. 178, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
21	<i>Briófitas e pteridófitas</i>	3	A existência do embrião e de gametângios protegidos são <b>adaptações</b> à vida terrestre [...] (p. 181).	Etiológica
		2	A presença dos vasos condutores, aumentando a eficiência do transporte de alimento e formando tecidos resistentes, que <b>servem de</b> sustentação, <b>permite</b> a essas plantas atingir uma altura maior que a das briófitas e receber mais luminosidade (p. 182, grifo meu).	Organizacional
		3	Cite uma característica das pteridófitas que lhes <b>permitem</b> ser maiores que os musgos (p. 184, grifo meu). [Por assim dizer, uma pergunta que solicita a função dos vasos condutores].	Organizacional
22	<i>Gimnospermas e Angiospermas</i>	3	Nessas plantas [gimnospermas e angiospermas] há duas novas características, que possibilitaram a conquista do meio terrestre: a presença de ramos do caule com folhas especializadas na produção de esporos; o aparecimento de semente com um embrião resultante da fecundação interna [...] (p. 186).	Etiológica
		2	[...] tubo polínico, que cresce em direção ao arquegônio (o crescimento do tubo polínico torna a fecundação independente da água e é um fator importante na conquista do meio terrestre pelas gimnospermas) (p. 168). [Por assim dizer, a função do tubo polínico na reprodução do ser vegetal].	Etiológica
		3	As sementes também <b>ajudam na</b> adaptação à vida terrestre, pois protegem o embrião contra a perda de água (p. 168, grifo meu).	Etiológica
			Qual a vantagem da semente para a planta? E do tubo polínico para as plantas terrestres? (p. 193).	Etiológica
			Qual a origem da semente e do fruto? (p. 193).	Etiológica
			Quais as vantagens do fruto para a planta? (p. 193).	Etiológica

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
23	<i>Poríferos, Cnidários, Platelminhos e Nematódeos</i>	5	Em geral, os animais se locomovem e possuem órgãos dos sentidos e sistema nervoso, o que facilita a localização do alimento e a coordenação dos movimentos <b>para</b> a sua captura (p. 196, grifo meu).	Organizacional
		2	[...] interrompida por porócitos, células com poros ou óstios, <b>que permitem</b> a entrada de água com alimento e oxigênio (p. 198, grifo meu).	Organizacional
		3	Na epiderme há células sensoriais e células mioepiteliais, <b>responsáveis pela</b> proteção e pelo movimento do corpo (p. 199, grifo meu).	Organizacional
		4	No sistema nervoso [dos platelmintos] há gânglios nervosos – concentração de neurônios <b>que permitem</b> a coordenação de movimentos mais sofisticados – e dois cordões nervosos (p. 202, grifo meu).	Organizacional
		5	Como a <b>função</b> desses vasos [os linfáticos] é retirar o excesso de líquido que sai do sangue e banha os tecidos [...] (p. 207, grifo meu).	Organizacional
			Cite a <b>função</b> de cada célula: pinacócito, coanócito e amebócito (p. 209, grifo meu).	Organizacional
			Qual a <b>função</b> dos cnidoblastos? (p. 209, grifo meu).	Organizacional
24	<i>Anelídeos, Artrópodes, Moluscos e Equinodermas</i>	8	Nos poliquetas essas cerdas são numerosas e desenvolvidas e estão implantadas em expansões laterais, os parapódios ( <i>para</i> = ao lado de; <i>podos</i> = pé), <b>funcionando como</b> “patas rudimentares” (p. 212, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		2	A difusão não é suficiente <b>para</b> transportar gases e alimento pelo corpo; por isso, só puderam sobreviver <b>graças a</b> um sistema mais rápido de substâncias (p. 213, grifo meu).	Etiológica
		3	A capacidade de vôo de muitas espécies <b>permite-lhes</b> alcançar com facilidade fontes de alimento distantes e lhes dá grande poder de defesa e de dispersão (p. 215). [Por assim dizer, a função do vôo em alguns artrópodes].	Etiológica
		4	Há ainda um sistema de comunicação química à base de substâncias odoríferas (feromônios), <b>que permitem</b> a um inseto localizar outro de sua espécie (p. 215, grifo meu).	Organizacional
		5	Outros [himenópteros] <b>contribuem para</b> a polinização das plantas, como a abelha, que também produz mel (p. 216, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		6	[...] suas asas [de lepidópteros] são revestidas de escamas e a maioria das espécies possui uma tromba <b>para</b> retirar o néctar ou pólen das plantas (p. 217, grifo meu).	Organizacional
		7	Na parte anterior do cefalotórax, há um par de quelíceras (que na aranha <b>servem para</b> injetar a peçonha) [...] (p. 219, grifo meu).	Organizacional
		8	Essa câmara [cavidade paleal] <b>funciona como</b> um pulmão, retirando oxigênio do ar atmosférico (p. 221, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
			Qual a <b>função</b> da hirudina para a sanguessuga? (p. 225, grifo meu).	Organizacional
			Qual a <b>função</b> dos nefrídios? (p. 225, grifo meu).	Organizacional
			O que são e <b>para que servem</b> os feromônios? (p. 225, grifo meu).	Organizacional
25	<i>Cordados</i>	<b>25</b>	A notocorda persiste por toda a vida e <b>funciona como</b> um esqueleto flexível, que <b>serve de</b> ponto de apoio aos músculos (p. 228, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		2	[Nos urocordados] não há órgãos especializados <b>para</b> excreção (p. 228, grifo meu).	Organizacional
		3	As características típicas dos cordados, como notocorda (restrita à cauda) e fendas branquiais, podem ser observadas na fase larvar. Quando <b>evolui para</b> o estado adulto, a cauda regride e com ela a notocorda e parte do tubo neural (p. 229).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		4	Esse esqueleto [esqueleto interno cartilaginoso] <b>serve também de</b> apoio aos músculos estriados responsáveis pelo movimento (p. 229, grifo meu).	Organizacional
		5	Ectotérmicos: usam a energia de fora (do Sol) <b>para</b> controlar sua temperatura (p. 229, grifo meu).	Organizacional
		6	Endotérmicos: utilizam a energia do metabolismo <b>para</b> regular a temperatura corporal (aves e mamíferos) (p. 229, grifo meu).	Organizacional
		7	Na lampreia a boca <b>funciona como</b> ventosa, que o animal usa para se fixar no corpo de outros peixes e sugar sangue e tecidos (p. 230, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		8	As peitorais e as pélvicas <b>ajudam no</b> equilíbrio, <b>funcionam como</b> freio e colaboram para os movimentos mais precisos (p. 231, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		9	[...] bexiga natatória, bolsa ou saco [...] que <b>ajuda na</b> flutuação e permite manter o equilíbrio em diferentes profundidades sem muito esforço muscular (p. 232, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora

Tabela 8. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	10	Em geral, a pele é lisa, sem escamas, e mantida úmida graças a glândulas mucosas; assim, ela tem <b>papel</b> importante na respiração do animal adulto [...] (p. 233, grifo meu).	Organizacional
	11	A cavidade nasal comunica-se com a bucal através de coanas, o <b>que permite</b> a entrada de ar mesmo com a boca fechada (p. 233, grifo meu).	Organizacional
	12	A superfície relativa do pulmão é maior e mais eficiente que a dos anfíbios, o que dispensa a pele da <b>função</b> respiratória e contribui para o sucesso dos répteis no meio terrestre (p. 233, grifo meu).	Organizacional
	13	Outra característica fundamental <b>para</b> a colonização do ambiente terrestre é o tipo de reprodução (p. 233, grifo meu).	Etiológica
	14	[...] o córion, que fornece proteção adicional e <b>colabora com</b> a alantóide na respiração (p. 235, grifo meu).	Organizacional
	15	Áglifas [...] apresentam todos os dentes iguais, sem sulcos nem canais <b>para</b> inocular peçonha (p. 237, grifo meu).	Organizacional
	16	As aves usam os pés <b>para</b> se agarrar aos ramos das árvores, caminhar, nadar e segurar presas (p. 238, grifo meu).	Organizacional
	17	As membranas entre os dedos do pato, por exemplo, facilitam a natação; os dedos fortes do gavião e do falcão <b>ajudam a</b> capturar e sustentar as presas durante o vôo (p. 238, grifo meu).	Organizacional
	18	Com as asas e o próprio corpo formam uma superfície aerodinâmica, <b>que ajuda</b> o animal a levantar vôo e a se manter no ar (p. 238, grifo meu).	Organizacional
	19	[...] chamada de quilha ou carena – na qual está implantada a forte musculatura peitoral, <b>responsável pelo</b> movimento das asas (p. 240, grifo meu).	Organizacional
	20-21	A pele, com epiderme queratinizada e derme, apresenta pêlos, que, com a gordura sob ela, <b>funcionam como</b> isolante térmico e <b>contribuem para</b> a manutenção de uma temperatura constante (p. 241, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
	22	Em alguns mamíferos, as glândulas sudoríparas <b>ajudam a</b> baixar a temperatura do corpo (p. 241, grifo meu).	Organizacional
	23	As glândulas sebáceas produzem gordura que lubrifica os pêlos e a pele, <b>contribuindo para</b> sua impermeabilização (p. 241, grifo meu).	Organizacional



Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		24	Os ossos <b>funcionam como</b> alavancas para os músculos, responsáveis pelos movimentos do corpo, e protegem certos órgãos [...] (p. 241, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		25	Primates (primatas): possuem <b>adaptações</b> relacionadas à vida em árvores [...] (um dos dedos fica em oposição ao outro, o que ajuda o animal a segurar-se em galhos de árvores [...] (p. 243).	Etiológica
			Qual a <b>função</b> da bexiga natatória dos osteíctes? (p. 243, grifo meu).	Organizacional
26	<i>Nutrição</i>	<b>13</b>	Em geral, os invertebrados capturam os organismos que <b>servirão de</b> alimento e quebram as moléculas orgânicas complexas que o constituem <b>para</b> transformá-las em moléculas simples [...] (p. 246, grifo meu).	Organizacional
		2	A cavidade digestória da hidra e o tubo digestório da planária possuem apenas uma abertura (boca), que <b>serve para</b> a entrada de alimento e para a saída dos resíduos (p. 247, grifo meu).	Organizacional
		3	A partir dos nematódeos, a cavidade digestória apresenta a forma de um tubo com duas aberturas: a boca, <b>para</b> a entrada de alimento, e o ânus, <b>para</b> a saída do material não digerido [...] (p. 247, grifo meu).	Organizacional
		4-9	No intestino delgado é produzido o suco intestinal, que contém as enzimas <b>responsáveis</b> pelas etapas finais da digestão: maltase, que hidrolisa a maltose [...]; sacarase, que transforma a sacarose [...]; lactase, que quebra a lactose [...] aminopeptidases, dipeptidases e tripeptidases, que hidrolisam os polipeptídeos [...] (p. 248). [Aqui, seis atribuições funcionais].	Organizacional
		10	Nos animais herbívoros o ceco é bem desenvolvido e <b>funciona como</b> um reservatório no qual ocorre parte da digestão (p. 248, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		11	O fígado atua não apenas na digestão. Ele é um dos órgãos mais importantes e versáteis, um complexo laboratório químico que realiza diversas <b>funções</b> vitais ao organismo [...] (p. 249, grifo meu).	Organizacional
		12	A fermentação da glicose [nas aves] produz ácidos orgânicos – que são absorvidos pela parede do rúmen e <b>utilizados como</b> fonte de energia – vitaminas, metano e gás carbônico (p. 250, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
	13	O arroz malequisado é tratado <b>para</b> conservar as vitaminas do complexo B [...] (p. 251, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)	
		Que tipo de alimento começa a ser digerido na boca, que enzima participa de sua digestão e que glândula a produz? (p. 252).	Organizacional	
		Quais as enzimas produzidas pelo pâncreas e da digestão de que alimentos elas participam? (p. 252).	Organizacional	
		Qual o <b>papel</b> do fígado na digestão? (p. 252, grifo meu).	Organizacional	
		Quais as enzimas produzidas no intestino delgado e da digestão de que alimentos elas participam? [...] (p. 252).	Organizacional	
		Qual a <b>função</b> do intestino grosso? (p. 252, grifo meu).	Organizacional	
27	<i>Respiração</i>	6	Uma das <b>funções</b> do alimento é fornecer energia para o metabolismo celular (p. 255, grifo meu).	Organizacional
		2	Esse tipo de respiração [cutânea indireta] é mais eficiente que a difusão célula a célula e <b>permite</b> aos animais que a desenvolveram atingir tamanho maior ou realizar movimentos mais rápidos [...] (p. 255-256, grifo meu).	Organizacional
		3-4	Nos animais terrestres, há ramificações que crescem para dentro do corpo, o que diminui a evaporação e evita a desidratação. Essas ramificações são as traquéias, as filotraquéias e os pulmões. [...] Em algumas aranhas e nos escorpiões, há filotraquéias ou pulmões foliáceos, que <b>usam</b> o sangue <b>para</b> o transporte de gases; em alguns moluscos, a cavidade do manto <b>funciona como</b> um pulmão primitivo (p. 256, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
		5	Esse mecanismo [respiração com pulmões parenquimatosos] faz com que o ar circule mais rapidamente e torna a respiração pulmonar mais eficiente. Com isso, a pele deixa de ter <b>função</b> respiratória e passa a ser mais bem protegida contra a desidratação (p. 257, grifo meu).	Organizacional
		6	Os sacos aéreos <b>funcionam como</b> reservatório de ar e graças a eles há um fluxo contínuo de ar rico em oxigênio para dentro dos pulmões [...] (p. 257, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
			Qual o <b>papel</b> do diafragma na respiração? (p. 259, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
28	<i>Circulação</i>	4	Os animais maiores e mais complexos apresentam sistema circulatório, <b>responsável pelo</b> transporte de alimentos [...] (p. 262, grifo meu).	Organizacional
		2	Com isso [sistema com dois átrios e dois ventrículos], os tecidos recebem uma taxa maior de oxigênio, <b>necessária para</b> o maior gasto energético do animal com a manutenção da temperatura constante (p. 263).	Organizacional
		3	O miocárdio é <b>capaz de funcionar</b> independentemente do sistema nervoso <b>graças ao</b> marca-passo ou nó sinoatrial [...] (p. 264, grifo meu).	Organizacional
		4	Apesar disso, o sangue das partes inferiores do corpo consegue voltar ao coração <b>graças à ação</b> dos músculos do esqueleto (p. 265). [Por assim dizer, a função dos músculos nesse sistema].	Organizacional
29	<i>Excreção</i>	9	Chamada de osmorregulação, essa <b>capacidade permite que</b> o organismo mantenha uma concentração de sais e uma pressão osmótica diferente das do ambiente (p. 271, grifo meu).	Organizacional
		2	Além de eliminar substâncias em excesso, o sistema urinário e outros sistemas que colaboram na excreção (os pulmões, por exemplo, eliminam gás carbônico) eliminam substâncias prejudiciais resultantes do metabolismo, como a uréia, produzida na oxidação de proteínas e de outras substâncias nitrogenadas. Desse modo, a excreção <b>colabora para</b> a manutenção de um meio interno constante e compatível com a vida [...] (p. 271, grifo meu).	Organizacional
		3	O embrião de répteis, aves e mamíferos inicialmente um pronefro que não <b>funciona</b> e, depois, mesonefros <b>funcionais</b> (p. 273, grifo meu).	Organizacional
		4	<b>Para</b> compensar a perda de água, esses peixes bebem muita água do mar, que é absorvida com os sais pelo tubo digestório (p. 273, grifo meu).	Organizacional
		5	Nos peixes cartilaginosos marinhos, há acúmulo de uréia no sangue, o que lhes <b>permite</b> manter a concentração interna praticamente igual [...] (p. 273, grifo meu).	Organizacional
		6	Os pulmões e o fígado também <b>colaboram para</b> a excreção, aqueles eliminando [...] (p. 273, grifo meu).	Organizacional
		7	Nela as células do túbulo controlam a taxa de potássio no sangue [...] e <b>ajudam a</b> manter constante o pH [...] (p. 274, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
	8	Se as <b>funções</b> renais estiverem muito prejudicadas, pode ser necessário fazer hemodiálise (p. 276, grifo meu).	Organizacional	
	9	Explique as <b>adaptações que levaram</b> um composto nitrogenado a predominar sobre outros na urina de cada grupo de vertebrados (p. 276).	Etiológica	
		<b>Por que</b> o papel do rim na homeostase é importante? (p. 276, grifo meu).	Organizacional	
		Explique <b>de que modo</b> os peixes de água doce e os de salgada controlam as variações osmóticas (p. 276, grifo meu).	Organizacional	
30	<i>Sistema Endócrino</i>	5	A coordenação das <b>funções</b> do organismo é feita pelos sistemas nervoso e endócrino (p. 279, grifo meu).	Organizacional
		2	Essa doença [bócio] pode ser provocada também pela falta de iodo, <b>necessário para</b> a formação dos hormônios (p. 281, grifo meu).	Organizacional
		3	[...] calcitonina, hormônio que diminui a liberação de cálcio (elemento <b>importante para</b> a contração muscular, entre outras <b>funções</b> ) no sangue [...] (p. 281, grifo meu).	Organizacional
		4	Essa conversão [de aminoácidos e lipídeos em glicose pelo fígado] <b>ajuda</b> o organismo a enfrentar períodos sem comida e situações estressantes [...] (p. 283, grifo meu).	Organizacional
		5	O <b>papel</b> desses hormônios [corticoesterona e cortisona] parece ser muito pequeno: estimulam o desenvolvimento inicial dos órgãos sexuais masculinos na infância e têm efeito discreto na mulher (p. 283, grifo meu).	Organizacional
			Indique a <b>função</b> da prolactina (p. 284, grifo meu).	Organizacional
			Cite a <b>função</b> do hormônio antidiurético. Qual o resultado da falta desse hormônio? Quais os efeitos da ocitocina? (p.284, grifo meu).	Organizacional
			Indique os hormônios e as <b>funções</b> de cada glândula: tireóide, paratireóides, pâncreas, supra-renal (p. 284, grifo meu).	Organizacional
31	<i>Sistema Nervoso</i>	24	Além de coordenar as diversas <b>funções</b> do organismo, <b>contribuindo para</b> seu equilíbrio, ele <b>permite que</b> os seres vivos com nutrição heterotrófica e mobilidade reajam de modo rápido a estímulos do meio ambiente (p. 287, grifo meu).	Organizacional
		2	O bulbo controla as <b>funções</b> automáticas (a vida vegetativa) – batimento cardíaco, respiração, pressão do sangue, etc – [...] (p. 289, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
	3-4	A ponte <b>participa de</b> algumas atividades do bulbo, como o controle da respiração, e é um centro de retransmissão de impulsos do cérebro para o cerebelo. <b>Serve ainda de</b> passagem para as fibras que ligam o cérebro à medula espinhal (p. 289, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional	
	5-20	No hipotálamo estão os centros nervosos <b>responsáveis</b> pelo controle da pressão sanguínea, pela conservação da água do corpo, pela produção de suor, pela temperatura corporal, pela fome, sede e raiva, pelo comportamento agressivo, medo, prazer, instinto sexual, ciclo menstrual, controle dos hormônios da hipófise e pela produção dos hormônios da neuroipófise [sic]. Portanto, [o hipotálamo] exerce <b>papel</b> importante na homeostase e nas emoções [...]. Boa parte dessas <b>funções</b> não é executada apenas pelo hipotálamo [...] (p. 289-290, grifo meu) [Aqui, dezesseis atribuições funcionais].	Organizacional	
	21	[Outras células localizadas no hipotálamo] que compõem o sistema límbico (age em conjunto sobre as emoções e as <b>funções</b> da vida vegetativa) (p. 290, grifo meu).	Organizacional	
	22	A mielina dos axônios é <b>responsável pela</b> cor branca dessa região [externa da medula espinhal] (p. 290, grifo meu).	Organizacional	
	23	Esse sistema [o autônomo, autonômico ou vegetativo] controla as atividades involuntárias, que fazem parte da vida vegetativa, ou seja, é <b>responsável</b> , com os hormônios, pelo controle da homeostase (p. 291).	Organizacional	
	24	O <b>efeito</b> de cada sistema varia de órgão para órgão (p. 292, grifo meu).	Organizacional	
		Cite duas <b>funções</b> controladas pelo bulbo e uma pelo cerebelo (p. 292, grifo meu).	Organizacional	
		Cite duas <b>funções</b> controladas pelo hipotálamo e duas pelo córtex (p. 292, grifo meu).	Organizacional	
32	<i>Sistemas Sensorial, Tegumentar, Muscular e Esquelético</i>	15	Em alguns invertebrados, como a minhoca, há células fotossensíveis, que <b>servem para</b> indicar a presença ou a ausência de luz [...] (p. 294, grifo meu).	Organizacional
		2	Olhos mais complexos possuem lentes que concentram a luz, o <b>que permite</b> formar imagens mais nítidas [...] (p. 294, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	3-4	[...] a íris, e é <b>responsável pela</b> cor dos olhos. A íris pode se contrair, abrindo ou fechando a pupila e controlando a quantidade de luz que entra no olho (p. 295, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
	5	Esse conjunto [de estruturas do olho humano] <b>funciona como</b> um sistema de lentes convergentes e forma uma imagem [...] (p. 295, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
	6	Mudanças de posição do peixe movimentam massas calcárias e o líquido e estimulam as células sensoriais, que enviam impulsos ao cérebro. Essas informações são <b>importantes para</b> a manutenção do equilíbrio do animal (p. 297, grifo meu).	Organizacional
	7	Nos vertebrados terrestres, existe uma orelha <b>capaz de</b> amplificar sons: como a densidade do ar é menor que a da água, é <b>necessário</b> que a intensidade das ondas sonoras seja amplificada de modo a gerar pressão dentro de um líquido no corpo do animal (p. 297, grifo meu).	Organizacional
	8	Em seu interior [aparelho vestibular] há células sensoriais ciliadas [...] que enviam mensagens ao sistema nervoso sobre as mudanças de posição do corpo. Em resposta, o sistema nervoso envia sinais aos músculos <b>para</b> ajustar a postura e manter o equilíbrio (p. 299, grifo meu).	Organizacional
	9-11	As substâncias químicas que <b>servem de</b> sistema de comunicação entre animais [...] são os feromônios. Entre outras <b>funções</b> , elas possibilitam o encontro entre macho e fêmea, demarcam territórios e avisam os membros da espécie que há algum perigo (p. 299, grifo meu). [Aqui, três atribuições funcionais].	Organizacional
	12	Aquelas células [das cavidades ou fossas nasais dos mamíferos] são neurônios <b>especializados</b> , dotados de cílios (ou pêlos olfatórios). A ligação entre determinadas moléculas e proteínas das membranas dos cílios deflagra o impulso nervoso, que é encaminhado ao bulbo olfatório (p. 300).	Organizacional
	13	A pele dos anfíbios é bastante vascularizada e rica em glândulas produtoras de muco, e apresenta <b>função</b> respiratória (p. 300, grifo meu).	Organizacional
	14	Pêlos e penas <b>funcionam como</b> isolantes térmicos (p. 300, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		15	Em geral, os músculos esqueléticos agem em conjunto com os ossos, que <b>atuam como</b> uma alavanca para eles nos movimentos de locomoção (p. 302, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
			Indique a <b>função</b> da íris (p. 303, grifo meu).	Organizacional
			Compare as <b>funções</b> dos cones e dos bastonetes (p. 303, grifo meu).	Organizacional
			Qual a <b>função</b> do labirinto na orelha humana? (p. 303, grifo meu).	Organizacional
			Qual a <b>importância da</b> queratina para os répteis, as aves e os mamíferos? (p. 303, grifo meu).	Organizacional
33	<i>Reprodução</i>	5	O óvulo contribui com o núcleo e o citoplasma [...] <b>para</b> o desenvolvimento da célula-ovo [...] (p. 306, grifo meu).	Organizacional
		2	A maioria das espécies, incluída a humana, possui um par de cromossomos sexuais ou heterocromossomos, <b>responsável pela</b> diferença entre os sexos (p. 307, grifo meu).	Organizacional
		3	A próstata produz um líquido alcalino que neutraliza a acidez da uretra e das secreções vaginais; as glândulas de Cowper produzem um líquido que, provavelmente, <b>ajuda a</b> neutralizar a acidez da uretra (p. 309).	Organizacional
		4	O LH estimula as células de Leydig ou células intersticiais a secretar testosterona, hormônio <b>responsável pelas</b> características sexuais masculinas (p. 309, grifo meu).	Organizacional
		5	[...] LH ( <b>responsável</b> pela ovulação) (p. 312).	Organizacional
			<b>Para que serve</b> a membrana de fecundação? (p. 313, grifo meu).	Organizacional
			<b>Por que</b> praticamente todos os animais terrestres apresentam fecundação interna? (p. 313, grifo meu).	Etiológica
34	<i>Desenvolvimento Embrionário</i>	7	A larva é <b>capaz de</b> se locomover, capturar e armazenar quantidade suficiente de alimento <b>para</b> se transformar em um animal adulto (p. 317, grifo meu).	Organizacional
		3	Os anexos embrionários auxiliam o desenvolvimento do embrião dos vertebrados. Nos répteis e nas aves há quatro anexos <b>que permitem</b> a sobrevivência fora da água (p. 319, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		4-6	Além desses anexos, os ovos dos répteis e das aves possuem casca, que fornece proteção mecânica e <b>permite</b> a passagem de água e gás carbônico por ela; albumina ou clara, com água e proteína, que <b>serve de</b> alimento ao embrião (p. 319, grifo meu). [Aqui, três atribuições funcionais].	Organizacional
		7	Uma parte desse albúmen, a chalaza, é mais consistente e <b>ajuda na</b> sustentação do conjunto (p. 319, grifo meu).	Organizacional
			Quais as <b>funções</b> do saco vitelínico, da alantóide e do âmnio nos animais ovíparos? (p. 322, grifo meu).	Organizacional
			Quais as <b>funções</b> da placenta? (p. 322, grifo meu).	Organizacional
35	<i>Morfologia e Fisiologia Vegetal</i>	<b>19</b>	<b>Responsável pelo</b> crescimento em espessura [...], o meristema secundário está localizado no interior do caule e da raiz das gimnospermas [...] (p. 325, grifo meu).	Organizacional
		2	Em alguns vegetais de clima seco, as células da epiderme apresentam projeções chamadas de pêlos ou tricomas, que formam um emaranhado na superfície da folha que <b>ajuda a</b> reter umidade, dificultando a perda de água por transpiração (p. 325, grifo meu).	Organizacional
		3	Além de <b>permitir</b> as trocas de gases entre a planta e o ambiente, facilitando a fotossíntese e a respiração, os estômatos podem se fechar sempre que a perda de água pela planta, provocada pela transpiração, ameace sua sobrevivência (p. 326, grifo meu).	Organizacional
		4	Os sistemas <b>responsáveis pela</b> assimilação [...] e reserva de substâncias são formados por tecidos chamados de parênquimas [...] (p. 326, grifo meu).	Organizacional
		5	Nas plantas aquáticas, armazena ar (aerênquima) entre suas células, <b>servindo de</b> flutuador para esses vegetais (p. 326, grifo meu).	Organizacional
		6	[...] esclereides ou células pétreas, células muito duras, que <b>servem para</b> a sustentação e a proteção dos embriões de algumas sementes [...] (p. 327, grifo meu).	Organizacional
		7	Em plantas jovens, há vasos com depósitos em forma de anel ou hélice, o que dá a esses vasos maior elasticidade <b>para</b> acompanhar o intenso crescimento da planta (p. 327).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		8	[...] formando perfurações, que <b>permitem a</b> passagem de água com facilidade [...] (p. 327, grifo meu).	Organizacional



Tabela 8. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
	9	A água e o gás carbônico são <b>usados na</b> fotossíntese <b>para</b> produzir glicídios e outros compostos orgânicos [...] (p. 328, grifo meu).	Organizacional
	10	Além dos tubos crivados e das células-companheiras, há fibras de esclerênquima e células do parênquima com <b>função</b> de sustentação e de armazenamento de substâncias (p. 328-329, grifo meu).	Organizacional
	11	Chamado de gutação, esse fenômeno pode ser considerado excreção, pois o excesso de água não desempenha nenhuma <b>função</b> na planta (p. 329, grifo meu).	Organizacional
	12	Há ainda as bolsas secretoras, que acumulam produtos que, em alguns casos, <b>ajudam a</b> afugentar insetos, e células que acumulam cristais de oxalato de cálcio, chamados de drusas ou ráfides, de acordo com sua forma (p. 329, grifo meu).	Organizacional
	13	Em geral, a raiz é um órgão subterrâneo, sem clorofila e <b>especializado</b> na fixação da planta e na absorção de água e sais minerais (p. 330).	Organizacional
	14	[...] por isso, é <b>útil para</b> combater a erosão (p. 330, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
	15	As raízes podem desempenhar outras <b>funções</b> , havendo uma série de <b>adaptações</b> [...] (p. 330, grifo meu).	Etiológica
	16	Cilindro central – situada na parte interna da raiz, com uma camada de células que constituem o periciclo, <b>responsável pela</b> formação das ramificações da raiz (p. 332).	Organizacional
	17	O caule sustenta as folhas, colocando-as em condições de melhor iluminação e <b>permitindo</b> a realização da fotossíntese (p. 332).	Organizacional
	18	[...] as gavinhas foliares da ervilha, com as mesmas <b>funções</b> das gavinhas de caule [...]. Existem ainda folhas <b>especializadas</b> em digerir pequenos animais [...], encontradas nas plantas carnívoras (p. 338). (p. 338, grifo meu).	Organizacional
	19	No receptáculo [da flor] ou em outras partes formam-se os nectários, <b>responsáveis pela</b> produção do néctar consumido pelos animais polinizadores (p. 339, grifo meu).	Organizacional
		Cite os tipos de meristema, sua localização e <b>função</b> (p. 343, grifo meu).	Organizacional
		Como é formado o súber? Qual a sua <b>função</b> ? [...] (p. 343).	Organizacional
		Descreva um estômato. Qual a sua <b>função</b> ? (p. 343, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
		O que são lenticelas? <b>Para que servem?</b> (p. 343, grifo meu).	Organizacional	
		Quais os tipos de parênquima encontrados na planta? Dê a <b>função</b> e a localização de cada um (p. 343, grifo meu).	Organizacional	
		Quais as diferenças entre colênquima e esclerênquima? <b>Para que servem?</b> (p. 343, grifo meu).	Organizacional	
		Dê três exemplos de estruturas secretoras presentes nas plantas e a <b>função</b> de seus produtos (p. 343, grifo meu).	Organizacional	
		Qual a <b>função</b> e as partes externas de uma raiz? (p. 343, grifo meu).	Organizacional	
		Cite duas adaptações específicas das raízes e suas <b>funções</b> (p. 343, grifo meu).	Organizacional	
		Qual a <b>função</b> do câmbio e do felogênio na raiz? (p. 343, grifo meu).	Organizacional	
36	<i>Fisiologia Vegetal</i>	<b>5</b>	<b>Para</b> que a planta realize uma boa fotossíntese, os estômatos das folhas devem abrir-se [...] (p. 346, grifo meu).	Organizacional
		2	O principal tipo de auxina é o ácido indolacético (AIA), produzido pelo meristema apical do caule. Esse hormônio promove o alongamento das células; portanto, é o <b>responsável pelo</b> crescimento do caule (p. 348, grifo meu).	Organizacional
		3	O fenômeno é chamado de estiolamento e é uma <b>adaptação</b> que faz a planta que cresce no interior do solo a partir da semente alcançar uma fonte de luz mais rapidamente (p. 350).	Etiológico
		4	A floração pode ser influenciada pelo fotoperíodo, que <b>serve de</b> indicador das estações do ano (p. 351, grifo meu).	Organizacional
		5	Os fitocromos são pigmentos protéicos <b>responsáveis pela</b> absorção de luz que influem na floração e na germinação das sementes (p. 352, grifo meu).	Organizacional
			Qual a <b>vantagem</b> da existência de um mecanismo de fechamento e abertura dos estômatos? (p. 352).	Etiológica
			O que é auxina? Onde ela é produzida? Qual a sua <b>função</b> ? (p. 352, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
37	<i>Genética</i>	<b>2</b>	Cada organismo possui um par de fatores <b>responsável pelo</b> aparecimento de determinada característica (p. 357, grifo meu).	Organizacional
		2	Os embriões amarelos homozigotos formam-se, mas não se desenvolvem, pois o gene <b>responsável pelo</b> pêlo amarelo em dose dupla é letal, ou seja, provoca a morte do embrião (p. 362, grifo meu).	Organizacional
38	<i>Segunda Lei de Mendel</i>	<b>0</b>	*	*
39	<i>Polialelia e Grupos Sanguíneos</i>	<b>1</b>	Os anticorpos impedem que as hemácias ou outros organismos invasores se espalhem no organismo, <b>auxiliando no</b> processo de fagocitose pelos glóbulos (p. 381).	Organizacional
40	<i>Interação Gênica</i>	<b>2</b>	Assim, quando dizemos que o gene A é <b>responsável pela</b> formação de melanina, e o seu alelo defeituoso, a, acarreta albinismo, estamos apenas indicando apenas uma etapa da formação dessa característica (p. 389, grifo meu).	Organizacional
		2	Suponha que dois genes não-alelos, D e E, sejam necessários <b>para</b> uma audição normal (p. 392).	Organizacional
41	<i>Ligação Gênica</i>	<b>0</b>	*	*
42	<i>Sexo e Herança Genética</i>	<b>6</b>	Na parte não homóloga do X (a maior) estão situados vários genes que controlam diversas <b>funções</b> no organismo [...] (p. 406, grifo meu).	Organizacional
		2	Um é autossômico e <b>responsável pela</b> percepção da cor azul (p. 407, grifo meu).	Organizacional
		3	Há casos em que é necessário inibir o ciclo menstrual com hormônios <b>para</b> evitar a perda de sangue da menstruação (p. 408, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		4	Na presença de testosterona, o gene <b>para</b> calvície se expressa melhor e age como dominante (p. 409, grifo meu).	Organizacional
		5	Outros genes, como o <b>responsável pela</b> barba e pela musculatura desenvolvida, estão relacionados com o sexo de maneira tão profunda [...] (p. 409, grifo meu).	Organizacional
		6	Os genes <b>responsáveis pelo</b> desenvolvimento dos seios se manifestam em presença do hormônio feminino (p. 409, grifo meu).	Organizacional
43	<i>Alterações Cromossomiais</i>	<b>0</b>	*	*
44	<i>Teorias Evolutivas</i>	<b>9</b>	Assim, por exemplo, a língua comprida do tamanduá ou a do camaleão teriam se desenvolvido <b>em resposta às necessidades</b> alimentares desses animais [...] (p. 420, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		2	As mutações que provocam mudanças pequenas e que, eventualmente, tragam alguma vantagem podem acumular-se ao longo das gerações por meio da seleção natural <b>para a melhor adaptação</b> do organismo ao seu ambiente (p. 423, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		3	A reprodução sexuada não cria novos genes ( <b>papel</b> da mutação), mas os reúne em novas combinações [...] (p. 423, grifo meu).	Organizacional
		4	Para alguns pesquisadores, características como a cauda do pavão e o colorido das penas de muitos pássaros ou das escamas de várias espécies de peixes <b>funcionam como</b> um sinal de que o animal não tem doenças causadas por parasitas (p. 424, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		5	A forma do bico é uma <b>adaptação</b> ao tipo de alimentação (p. 426).	Etiológica
		6	Essas semelhanças indicam que esses órgãos [braço humano, nadadeira da baleia e asa do morcego] evoluíram de um mesmo órgão (a pata), que se adaptou a <b>funções</b> diferentes (p. 428, grifo meu).	Etiológica
		7	A diferença de <b>funções</b> que pode existir entre estruturas homólogas deve-se a uma divergência evolutiva entre populações semelhantes (p. 428-429, grifo meu).	Organizacional
		8	A embriologia e a anatomia comparadas mostram também que as asas dos insetos e as das aves têm origem embrionária e estrutura anatômica diferentes, embora desempenhem a mesma <b>função</b> (p. 429, grifo meu).	Etiológica
		9	Outra evidência da evolução são os órgãos vestigiais, órgãos atrofiados, com nenhuma ou pouca <b>função</b> para o organismo, como o apêndice humano e os ossos vestigiais de patas traseiras na baleias e em algumas cobras [...]. O apêndice humano corresponde a uma projeção do intestino, que é mais desenvolvida nos animais herbívoros não-ruminantes (coelho, cavalo, etc.), pois neles [intestino dos herbívoros] abriga microorganismos <b>importantes para</b> a digestão da celulose (p. 429, grifo meu). (p. 429, grifo meu).	Organizacional
			Qual é a importância da diversidade ambiental e do isolamento geográfico no processo evolutivo? (p. 431).	Etiológica
45	<i>A História dos Seres Vivos</i>	<b>10</b>	A respiração aeróbia, utilizada hoje pela maioria dos seres vivos, exige a participação de oxigênio livre, <b>para</b> extrair energia livre da glicose [...] (p. 438, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		2	O desenvolvimento de mandíbulas <b>permitiu</b> a eles [placodermos] atacar e morder animais de seu próprio tamanho (p. 439, grifo meu).	Organizacional
		3	Sugiram nesse grupo [dos placodermos] pares de nadadeiras móveis, que <b>funcionavam como</b> remos e conferiam maior velocidade ao animal (p. 439, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		4	Estes [os osteíctes] se originaram de peixes dotados de bolsas, que <b>funcionavam como</b> pulmões primitivos [...] (p. 439, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		5	No período Devoniano, quando pântanos e lagoas sofreram secas periódicas, as patas, associadas a um pulmão primitivo, foram vantajosas, pois <b>permitiram que</b> os crossopterígeos se locomovessem para locais onde havia água doce (p. 440, grifo meu).	Etiológica
		6	Essas <b>adaptações</b> [das primeiras plantas] seriam, principalmente, a presença de cutículas impermeáveis no organismo e nos esporos e a capacidade de retirar água e sais minerais do solo [...] (p. 442).	Etiológica
		7	Os australopitecos já <b>usavam</b> pedaços de pedra ou ossos <b>para</b> cavar, pegar pequenos animais e se defender [...] (p. 445, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		8	[...] pedra lascada [...] que deviam <b>servir de</b> faca para cortar a carne de animais [...] (p. 445, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		9	[...] cavernas, que poderiam ter <b>servido para</b> se aquecerem, cozinhar a carne ou trabalhar melhor a carne (p. 445, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		10	[O <i>Homo erectus</i> ] já fabricava instrumentos de pedra bem trabalhados, que <b>usava para</b> furar peles e confeccionar vestimentas [...] (p. 446, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
			Por que o fato de alguns seres vivos terem se tornado <b>capazes de</b> usar a energia luminosa para fabricar moléculas teria sido <b>vantajoso</b> para eles? (p. 448, grifo meu).	Organizacional
46	<i>O Campo de Estudo da Ecologia</i>	<b>0</b>	*	*
47	<i>Cadeias e Teias Alimentares</i>	<b>3</b>	Esses animais <b>servem de</b> alimento aos carnívoros, que são os consumidores secundários (p. 454, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		2	Como essas substâncias minerais são utilizadas novamente pelos vegetais na fotossíntese, esses seres desempenham um <b>papel</b> fundamental ao promoverem a reciclagem da matéria orgânica (p. 455, grifo meu).	Organizacional
		3	Nas regiões costeiras, sobretudo nos estuários [...], onde os rios trazem os sais minerais <b>necessários</b> à fotossíntese das algas [...] (p. 456, grifo meu).	Organizacional
			Qual a <b>importância</b> dos decompositores <b>para</b> o ecossistema? (p. 458, grifo meu).	Organizacional
48	<i>Ciclos Biogeoquímicos</i>	2	[Os CFCs] podiam ser <b>utilizados para</b> dar pressão em embalagens (p. 464, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		2	A energia solar desempenha um <b>papel</b> importante no ciclo da água (p. 465, grifo meu).	Organizacional
			Indique a <b>importância</b> da camada de ozônio para a vida na Terra? (p. 468).	Organizacional
			Explique o <b>papel</b> do Sol no ciclo da água? (p. 468, grifo meu).	Organizacional
			Qual a <b>importância</b> das plantas leguminosas <b>para</b> a fertilidade do solo? (p. 468, grifo meu).	Organizacional
49	<i>Populações</i>	1	[...] deve-se ao aumento do número de lince e à diminuição na quantidade e na qualidade das plantas que lhes <b>servem de</b> alimento (p. 473, grifo meu).	Organizacional
50	<i>Relações Entre os Veres vivos</i>	7	Entre os insetos sociais, a divisão do trabalho é tão grande que o corpo dos indivíduos está modificado e <b>adaptado</b> de acordo com as <b>funções</b> que realizam (p. 477, grifo meu).	Etiológica
		2	Na maioria das colméias, há apenas uma fêmea fértil, a rainha, cuja única <b>função</b> é ser fecundada e botar ovos [...] (p. 477, grifo meu).	Organizacional
		3	As leguminosas são <b>capazes de</b> fabricar hemoglobina, com a <b>função</b> de absorver o oxigênio livre [...] (p. 479, grifo meu).	Organizacional
		4	Para esta [a presa], a camuflagem <b>serve de</b> defesa, pois ajuda a se esconder do predador. Para este [o predador], <b>serve para</b> facilitar sua aproximação até que dê o ataque (p. 482, grifo meu).	Organizacional
		5	Muitos organismos se instalam no corpo de outros seres <b>para</b> extrair alimento (p. 483, grifo meu).	Organizacional

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		6	Apesar de não causar a morte, pelo menos imediata, de seu hospedeiro, o parasita enfraquece e prejudica suas <b>funções</b> orgânicas, sendo responsável por várias doenças (p. 483, grifo meu).	Organizacional
		7	Depois que crescem, as formigas capturadas passam a trabalhar como operárias, procurando comida <b>para</b> alimentar as formigas-sanguinárias (p. 483, grifo meu).	Organizacional
51	<i>Fatores Abióticos</i>	3	Várias <b>funções</b> do organismo seguem um padrão que depende da duração relativa dos dias e das noites [...] (p. 489, grifo meu).	Organizacional
		2	A maioria dos outros animais não possui mecanismos fisiológicos tão eficientes <b>para</b> manter sua temperatura interna constante (p. 489, grifo meu).	Organizacional
		3	Outra <b>adaptação</b> dos endotérmicos é sua <b>capacidade de</b> aumentar ou diminuir a quantidade de sangue que passa pela pele por meio da contração ou do relaxamento dos músculos lisos (p. 490, grifo meu).	Etiológica
			Qual a <b>importância</b> da luz <b>para</b> a vida no planeta? (p. 492, grifo meu).	Organizacional
			O que é hibernação e qual <b>vantagem</b> ela traz ao animal que hiberna? (p. 493).	Etiológica
52	<i>Sucessão Ecológica</i>	0	*	*
53	<i>Distribuição dos Organismos na Biosfera</i>	7	Por exemplo, a variação de temperatura é bem menor que no meio terrestre por causa da circulação da água, que também <b>contribui para</b> a distribuição uniforme dos constituintes químicos desse biociclo [o marinho] (p. 499, grifo meu).	Organizacional
		2	Trata-se de uma característica [bioluminescência] muito <b>útil</b> , pois <b>ajuda</b> -os a localizar alimento e a identificar os machos e fêmeas da mesma espécie [...], além de <b>servir de</b> armadilha <b>para</b> atrair presas (p. 501, grifo meu).	Organizacional
		3	Essa água contém gás sulfídrico, que é oxidado pelas bactérias quimiossintéticas <b>para</b> obtenção da energia necessária à síntese da matéria orgânica (p. 501, grifo meu).	Organizacional
		4	Como as demais florestas tropicais, a rápida reciclagem da matéria orgânica é <b>fundamental para</b> a manutenção da comunidade, uma vez que o solo é pobre em nutrientes (p. 503, grifo meu).	Organizacional
		5	Se tratado com fertilizantes e tendo a acidez corrigida com calcário, o solo do cerrado é muito <b>útil para</b> a agricultura, usado principalmente para a produção de cana-de-açúcar [...] (p. 507, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)

Tabela 8. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		6	Da carnaúba são extraídas ceras utilizadas em produtos de polir e encerar; suas folhas são também <b>usadas para</b> tecelagem; e os troncos, na construção de moradias (p. 509, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		7	A rizófora é facilmente identificada pelas raízes-escoras, que partem de diversas alturas do caule [...], se ramificam no solo lodoso e <b>ajudam na</b> sustentação (p. 509, grifo meu).	Organizacional
			O que é plâncton? Qual a <b>importância</b> do fitoplâncton? (p. 512, grifo meu).	Organizacional
			Cite duas <b>adaptações</b> dos peixes abissais e explique suas vantagens (p. 512).	Etiológica
			Cite duas <b>adaptações</b> das plantas de mangue. <b>Por que</b> essa região deve ser preservada? (p. 512).	Etiológica
			Qual é a principal característica das árvores das florestas temperadas decíduas? Qual a <b>vantagem</b> dessa adaptação? (p. 512).	Etiológica
			Cite duas <b>adaptações</b> das plantas e dos animais do deserto (p. 512).	Etiológica
			Cite dois fatores abióticos e as respectivas <b>adaptações</b> da vegetação do cerrado a esses fatores (p. 512).	Etiológica
54	<i>Poluição</i>	<b>5</b>	[...] as raízes <b>ajudam a</b> reter as partículas do solo (p. 519, grifo meu).	Organizacional
		2	O desmatamento por queimadas aumenta o aquecimento global e destrói os microorganismos decompositores <b>responsáveis pela</b> reciclagem dos nutrientes (p. 519, grifo meu).	Organizacional
		3	Eles matam também outros insetos <b>úteis</b> , como as abelhas e as borboletas, <b>responsáveis pela</b> polinização (p. 520, grifo meu).	Organizacional
		4	[...] radicais livres, moléculas instáveis que podem combinar-se a diversas partes da célula e prejudicar suas <b>funções</b> [...] (p. 522, grifo meu).	Organizacional
		5	Para elas [outras pessoas] as usinas nucleares deveriam <b>funcionar</b> apenas para pesquisas, não para gerar energia (p. 523, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)



**Tabela 9.** Frota-Pessoa, O.: 2005, *Biologia*, Scipione, São Paulo. Volume 1

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
1	<i>Ver, Fazer, Pensar: O Retrato dos Inimigos</i>	6	Após meia hora, coloque algumas gotas de tintura de iodo diluída em cada pires e mexa. O que aconteceu? Você identificou a presença de uma enzima na saliva, a amilase salivar. Qual a <b>função</b> dessa enzima? (p. 13, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		2	<b>Por que</b> os estômatos se fecham quando a água é substituída por solução de água e açúcar? O que você pode fazer para abri-los novamente? (p. 21, grifo meu).	Organizacional
		3	As hemácias são <b>responsáveis pelo</b> transporte de gás oxigênio, levando-os através da circulação sanguínea, a todas as células do corpo (p. 29, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		4	O <b>papel</b> da amilase [Trata-se da descrição de um experimento para evidenciar a função dessa enzima no organismo humano] (p. 30, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		5	O lêvedo usa açúcar <b>para</b> obter energia (p. 31, grifo meu).	Organizacional
		6	Imagine, então, como seria estimar o número total de cloroplastos, que neste momento, estão exalando oxigênio e consumindo dióxido de carbono na superfície da Terra <b>para</b> sintetizar matéria orgânica (p. 32, grifo meu).	Organizacional
2	<i>Armas Secretas</i>	11	Muralhas contornavam os castelos medievais para impedir a entrada de invasores. Nosso corpo, como o de muitos animais, é revestido por uma epiderme “ <b>inteligente</b> ”, pois suas células superficiais vão morrendo e descamando, enquanto outras se multiplicam por baixo e as substituem (p. 51, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		2	Os linfócitos são um tipo de célula branca do sangue (leucócito), que se <b>encarregam da</b> segurança interna, combatendo os micróbios que conseguem penetrar no corpo. [...] A circulação linfática reforça a circulação venosa e reencaminha os leucócitos ao seu quartel-general, o sangue (p. 51-52).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		3	Há vários tipos de leucócitos, que se distinguem pelo tipo de corante que absorvem melhor e pelas <b>funções</b> que desempenham (p. 52, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
		4	Se um micróbio patogênico – qualquer que seja ele – se multiplica no corpo de alguém, imediatamente os leucócitos fagocitários entram em ação, dando tempo ao sistema imunitário <b>para</b> fabricar uma proteína específica, o anticorpo, que só age contra aquele micróbio (p. 54, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		5	Há vários subtipos de linfócitos, que exercem <b>funções</b> diferentes, mas complementares (p. 54, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
		6-7	Os linfócitos T atuam por ação direta. Um de seus subtipos, os linfócitos T citotóxicos (ou “assassinos”), ao encontrarem uma célula contendo o micróbio que corresponde ao seu receptor de antígeno, secretam uma substância. O <b>papel</b> dessa substância é perfurar a parede da célula, provocando sua morte, juntamente com a dos micróbios que contém (p. 55, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional & Analogia-Metáfora
		8	Outro subtipo de linfócito, o linfócito T auxiliar, interage com outros linfócitos, preparando-os <b>para</b> combater os micróbios. De fato, os linfócitos B só conseguem produzir anticorpos depois de terem tido contato com linfócitos T auxiliares (p. 55, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		9	O tratamento da Aids é feito com um conjunto de drogas inibidoras da transcriptase reversa, indispensável <b>para</b> que o vírus complete seu ciclo vital (p. 57, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		10	Assim se prepara o soro antitetânico e o soro antidiftérico, que <b>servem para</b> tratar pessoas atacadas por bacilos correspondentes (p. 58, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		11	Os antibióticos são armas químicas, usadas por vários fungos e bactérias, <b>para</b> evitar que seus competidores microbianos penetram em seus microterritórios (p. 59, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup> & Analogia-Metáfora
3	<i>Que Significa Ser Vivo?</i>	8	Vários órgãos se associaram em sistemas, <b>para</b> desempenharem uma <b>função</b> (p. 60, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		2	Mesmo em completo repouso, o corpo gasta energia <b>para</b> se aquecer e manter movimentos internos, como os do coração (p. 61, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		3	Da combinação de certos alimentos, como a glicose, com oxigênio respiratório, que desprende energia <b>para</b> aquecer o corpo e fazer os músculos trabalharem (p. 61, grifo meu).	Organizacional
		4	O crescimento prepara o adulto <b>para</b> a reprodução, e esta produz o indivíduo que vai crescer (p. 63, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		5-6	Evolução existe porque (a) os indivíduos de uma mesma espécie mantêm-se geneticamente diferentes graças à reprodução sexuada, que mistura os genes dos pais <b>para</b> formar os dos filhos; (d) a evolução <b>permite que</b> a extinção de uma espécie seja apenas um pequeno episódio da história da vida (p. 63-64, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		7	Os seres vivos são sistemas <b>apropriados para</b> durar, não por serem imutáveis, mas justamente por estarem em constante transformação. Uma corrente de matéria e energia flui através deles, como as águas em um rio. O rio é o mesmo, mas a água é sempre outra (p. 64, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		8	Também faltam nas células procarióticas os orgãozinhos (organelas) que desempenham <b>funções</b> específicas dentro das células dos eucariotos (p. 65, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
4	<i>Os Mistérios dos Átomos</i>	1	Por isso se diz que toda a energia que dependemos durante a vida provém indiretamente da luz do Sol, pois é a fotossíntese que produz as substâncias orgânicas que nosso corpo decompõe <b>para</b> obter energia (p. 74, grifo meu).	Organizacional
5	<i>Moléculas Gigantes</i>	12	<b>Para</b> sintetizar matéria orgânica, os seres vivos <b>precisam</b> de componentes adequados e de energia (p. 79, grifo meu).	Organizacional
		2	As plantas têm sempre muita substância de reserva, pronta <b>para ser utilizada para</b> produzir energia (p. 79, grifo meu).	Organizacional
		3	Quando a semente germina, o amido vai sendo <b>utilizado como</b> fornecedor da matéria e energia necessárias para a síntese das substâncias de que a plantinha é feita (p. 79, grifo meu).	Organizacional
		4	As plantas verdes usam a energia solar <b>para</b> fabricar glicose. A síntese de glicose decorre de uma série de reações químicas sucessivas, que se inicia com o dióxido de carbono (CO <sub>2</sub> ) atmosférico e a água (H <sub>2</sub> O) (p. 84, grifo meu).	Organizacional
		5	Ele [o glicogênio] é armazenado no fígado e vai aos poucos sofrendo hidrólise, de acordo com as necessidades. Assim, o fígado fornece ao sangue a glicose de que as células necessitam <b>para</b> se alimentar (p. 85, grifo meu). [Por assim dizer, a função do fígado é armazenar glicogênio].	Organizacional
		6	Os aminoácidos são monômeros que se juntam <b>para</b> formar as proteínas (p. 86, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		7	Dentro das células, eles [os aminoácidos] podem se reunir <b>para</b> formar novas proteínas, mas agora na sequência apropriada que nossos genes determinam (p. 87, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		8	As proteínas são essenciais <b>para</b> formar as estruturas da célula e transportar substâncias. As fibras musculares contraem-se porque contêm as proteínas actina e miosina. A capacidade que os glóbulos vermelhos têm de transportar oxigênio deve-se à proteína hemoglobina (p. 88, grifo meu).	Organizacional
		9	O mais extraordinário é que as moléculas de proteína podem alterar sua conformação espacial segundo as circunstâncias, o que é essencial à sua <b>função</b> (p. 88, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
		10	Como a enzima desempenha essa <b>função</b> ? Uma parte de sua molécula tem um segmento, sítio ativo [...] (p. 89, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		11	Seu [fenilalanina-hidroxilase] <b>papel</b> é ajudar na conversão do aminoácido fenilalanina em outro aminoácido (p. 89, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		12	A ordem em que ficam os nucleotídeos na molécula do gene determina rigorosamente a ordem em que os aminoácidos devem se enfileirar <b>para</b> construir a fenilalanina-hidroxilase (p. 89, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
6	<i>A Vida Íntima da Água</i>	2	Uma proteína específica, a bomba de sódio e potássio, muda de conformação e assim consegue forçar a saída de Na <sup>+</sup> . [...]. Esses casos de transporte ativo [como a bomba de sódio e potássio] exigem dispêndio de energia, mas são indispensáveis <b>para</b> a célula (p. 94, grifo meu).	Organizacional
		2	A hemoglobina, proteína do sangue humano <b>responsável pelo</b> transporte de oxigênio, apresenta, quando normal, esta sequência de aminoácidos em um pedaço de sua cadeia [...] (p. 100, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
7	<i>Um Universo Agitado</i>	32	Células bem maiores do que isso [1 a 10 micros] <b>necessitariam</b> de um sistema circulatório dentro delas, <b>para</b> levar os nutrientes entre todos os pontos do citoplasma e eliminar as excreções. A tendência que a seleção natural favoreceu, <b>para</b> formar organismos grandes, foi mais simples [...] (p. 105, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		2	A membrana plasmática regula as trocas entre a célula e o exterior, como se fosse uma alfândega, favorecendo a passagem de certas substâncias e dificultando a de outras. Elas [...] <b>servem como</b> balcões de trabalho para enzimas e outras substâncias (p. 105, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		3	Certas organelas fabricam toxinas que matam micróbios, outras digerem partículas <b>para</b> extrair delas nutrientes (p. 106, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		4	As características dos diferentes tecidos têm muito a ver com as <b>funções</b> que desempenham (p. 107, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
		5	O núcleo seria a prefeitura, de onde emanam as ordens <b>necessárias para</b> que tudo ocorra de acordo com o plano urbano existente nos arquivos. Essa metáfora mostra que, na célula, como em uma cidade, a primeira aparência é caótica, mas, estudando-se os processos em curso, compreende-se como cada um <b>é essencial para</b> a manutenção da vida, programada pelos genes (p. 107, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		6-30	Componentes e <b>funções</b> da célula eucariótica (p. 108-109, grifo meu). [Aqui, vinte e cinco atribuições funcionais].	Organizacional <sup>1</sup>
		31-32	Legenda da figura: O colesterol torna a membrana mais fluida. Os carboidratos <b>permitem que</b> a célula seja imunologicamente reconhecível (p. 110, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
8	<i>As Organelas</i>	5	No citosol, também estão mergulhados, sem posição fixa, vários tipos de organelas, corpúsculos diminutos que desempenham <b>funções</b> especiais, como se fossem os órgãos da célula (p. 113, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		2	Vacúolo é um envoltório membranoso, com coisas dentro, maior que as vesículas do retículo endoplasmático. Ele pode ser de diversos tipos e desempenhar diferentes <b>funções</b> (p. 116, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		3	O corpo das lagartas vai sendo destruído pela apoptose, à medida que o novo corpo do inseto alado se desenvolve no interior da crisálida. Esses assassinatos celulares programados são letais <b>para</b> as células atingidas, mas benéficos <b>para</b> o organismo multicelular (p. 117).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		4	A parede celular <b>contribui para</b> que a célula não se deforme muito em função da água disponível (p. 117, grifo meu).	Organizacional

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		5	[...] clorofila, o pigmento <b>responsável pela</b> captação da energia da luz (p. 119, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
9	<i>Atividades</i>	3	No citoplasma, os ribossomos <b>servem de</b> apoio mecânico <b>para</b> que as proteínas sejam sintetizadas pela reunião dos aminoácidos (p. 123, grifo meu).	Organizacional
		2	A intérfase [...] é uma longa preparação [...] em que ocorre um aumento muito grande do metabolismo celular, <b>necessário para</b> enfrentar a síntese de novos cromossomos e organelas [...] (p. 124, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		3	O corpo dos protozoários ciliados é revestido de pequenas saliências finas e flexíveis que vibram de maneira sincronizada, <b>de modo a</b> deslocar a célula no meio líquido em que vive (p. 127, grifo meu).	Organizacional
			Qual a principal diferença entre o DNA e o RNA quanto à <b>função</b> ? (p. 133, grifo meu).	Organizacional
10	<i>Tecidos e órgãos: Os Tecidos dos Animais</i>	12	Em plantas e animais de maior complexidade, a divisão do trabalho ou especialização é feita em grupo, de modo que muitas células semelhantes formam um tecido e desempenham, juntas, a mesma <b>função</b> (p. 137, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
		2	Tecidos diferentes congregam-se, formando órgãos, que desempenham um conjunto de <b>funções</b> relacionadas. Por exemplo, o trabalho do estômago é começar a digerir os alimentos e empurrá-los para o intestino. O estômago reúne vários tecidos para exercer sua <b>função</b> (p. 138, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		3	Os diferentes tipos de tecido são distinguíveis ao microscópio óptico, tratando-se o material com líquidos (fixadores) que coagulam as proteínas, mantendo-as no lugar. [...]. Reconhece-se, então, que as células de cada tecido têm forma e estrutura adequadas para as <b>funções</b> que desempenham (p. 138, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
		4	Encontra-se epitélio (tecido epitelial) no corpo onde exista uma superfície a proteger (epitélio de revestimento) ou substâncias a secretar (epitélio glandular). A essas funções associam-se outras. No caso do intestino, a <b>função</b> do tecido epitelial é absorver os alimentos digeridos [...] (p. 139, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		5	No tecido pulmonar, a <b>função</b> principal é promover a troca de gases entre o ar exterior e o sangue (p. 139, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		6	As células do fígado (hepáticas) têm, porém, outras <b>funções</b> ainda mais importantes. Outra função é decompor substâncias tóxicas em moléculas inofensivas (p. 139-140, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		7	Sendo a <b>função</b> dos tecidos epiteliais revestir e secretar, é adequado que suas células fiquem bem encostadas umas às outras (p. 140, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		8	Os dois tipos de fibras [colágeno e elásticas] combinam-se em diversas proporções nos tecidos conjuntivos, dando-lhes propriedades adequadas para as <b>funções</b> que desempenham (p. 140, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		9	O tecido conjuntivo frouxo é mais próprio <b>para</b> alcochoar outros tecidos. Ele faz a ligação entre a pele e os músculos que ficam por baixo e contém capilares sanguíneos e linfáticos (p. 140, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		10	No plasma, formado por mais de 90% de água, existem, inúmeras substâncias dissolvidas, tais como íons e proteínas, que <b>contribuem para</b> manter o pH neutro do sangue humano (7,4) e para regular as trocas osmóticas de suas células (p. 141, grifo meu).	Organizacional
		11	Além disso, o espaço oco dos ossos longos é aproveitado pelo tecido conjuntivo <b>responsável pela</b> produção dos glóbulos do sangue (tecido conjuntivo hematopoético) (p. 142, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		12	A <b>função</b> das hemácias é transportar oxigênio, além de parte do dióxido de carbono, em quantidade maior do que faria igual volume de plasma (p. 142, grifo meu). [Aqui, um caso de acidente].	Organizacional <sup>1</sup>
11	<i>Órgãos e Sistemas</i>	<b>30</b>	Sistemas de órgãos dos mamíferos e suas <b>funções</b> (tegumentar, digestivo, circulatório, respiratório, excretor, esquelético, muscular, endócrino, nervoso, imunológico, reprodutor) (p. 146, grifo meu). [Aqui, dezoito atribuições funcionais].	Organizacional <sup>1</sup>
		19	As glândulas sudoríparas também desempenham <b>papel</b> na regulação da temperatura do corpo (p. 147, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		20	Nos vertebrados, os ossos ficam por dentro e os músculos esqueléticos do lado externo. Os animais dos dois grupos e caminham com desembaraço. Isso mostra como a seleção natural pode encontrar diferentes soluções para um mesmo problema evolutivo (p. 147).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		21	As vértebras são <b>importantes para</b> resguardar de choques a medula espinhal, mas também <b>contribuem para</b> os movimentos do tronco (p. 148, grifo meu).	Organizacional
		22	Uma <b>função</b> primordial, desempenhada pelos ossos longos, é abrigar a medula dos ossos em sua parte oca (p. 148, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		23	Ossos e músculos são <b>responsáveis pela</b> movimentação do corpo (p. 148, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		24	De fato, as duas extremidades, revestidas de cartilagem, ficam separadas por uma cavidade sinovial, que contém um líquido de <b>função</b> lubrificante e antichoque (p. 148, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		25	Certas articulações, como a do joelho, têm ainda outros anexos, como a bursa e os meniscos, que <b>servem para</b> calçar e preencher intervalos (p. 148, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		26-27	Como as miofibrilas podem contrair-se? Isso já foi explicado no nível molecular. A molécula de miosina tem três propriedades associadas. A primeira é <b>funcionar como</b> enzima capaz de hidrolisar o ATP. A segunda é ser uma molécula motora, que <b>utiliza</b> a energia resultante da transformação do ATP para ADP <b>para</b> alterar sua configuração espacial [...] (p. 149, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional <sup>1</sup>
		28	A <b>função</b> do tecido nervoso é receber, guardar, modificar e transmitir mensagens ou sinais. As células nervosas <b>responsáveis por</b> tudo isso são os neurônios [...] (p. 150, grifo meu).	Organizacional
		29	Também fazem parte do tecido nervoso as células da glia, que enchem os espaços entre os neurônios e lhes <b>servem de</b> suporte e proteção (p. 151, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		30	A mielina nos protege. A bainha de mielina dos axônios é interrompida de quando em quando, deixando reentrâncias em forma de anel, os nódulos de Ranvier. Ora, a mielina, que é isolante, não deixa os íons atravessarem a membrana do axônio. O resultado é que o potencial de ação que ocorre em um nódulo de Ranvier salta para o seguinte, já que não pode ocorrer no espaço coberto por mielina (p. 154).	Organizacional <sup>1</sup>
12	<i>Tecidos Vegetais</i>	<b>25</b>	Uma planta não poderia ter raízes no solo, <b>para</b> obter água, e folhas no ar, <b>para</b> fazer fotossíntese, se tivesse um único tipo de célula (p. 155, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>



Tabela 9. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
	19	“Sistemas de tecidos e suas <b>funções</b> (sistema de tecido fundamental, sistema de tecido vascular, sistema de tecido dérmico)” (p. 155, grifo meu). [Aqui, dezoito atribuições funcionais]	Organizacional <sup>1</sup>	
	20	Nas folhas, as células do parênquima clorofiliano são <b>responsáveis pela</b> respiração e pela fotossíntese (p. 156, grifo meu).	Organizacional	
	21	[As células do clorênquima] <b>ajudam a</b> dar rigidez às folhas e raminhos (p. 157, grifo meu).	Organizacional	
	22	Mesmo depois de mortas, essas células [de esclerênquima] continuam a exercer sua <b>função</b> de sustentação de ramos jovens [...] (p. 157, grifo meu).	Organizacional	
	23	Certas partes das plantas têm um tecido mais grosso <b>para</b> evitar a perda de água (p. 159, grifo meu).	Organizacional	
	24	Há células da epiderme que se diferenciam <b>para</b> certas <b>funções</b> . É o caso dos pêlos absorventes da raiz, especializados em captar água com sais dissolvidos (p. 159, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>	
	25	Todos os animais são conjuntos de diferentes órgãos que, executando cada qual uma <b>função</b> , concorrem para a preservação do todo (p. 161, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>	
		Como a saliva chega à boca e que destino tem na seqüência? <b>Para que serve</b> a saliva? (p. 162, grifo meu).	Organizacional	
		As partes inativas, ou seja, que não têm essa <b>função</b> e acumulam gordura, constituem a medula amarela [...] (p. 162, grifo meu).	Organizacional	
		<b>Como</b> podem as hemácias desenvolver suas <b>funções</b> , se não têm núcleo nem se multiplicam? (p. 163, grifo meu).	Organizacional	
13	<i>Digestão, Absorção e Respiração</i>	45	O tubo digestivo é como uma ampla avenida que atravessa um bairro repleto de fábricas, cada qual fazendo seu produto. O organismo é o conjunto de fábricas e o tubo digestivo é apenas a via de acesso, <b>usada por</b> caminhões enormes, <b>para</b> trazerem matéria-prima (p. 166, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup> & Analogia-Metáfora
		2	O fígado, além de várias outras <b>funções</b> não-digestivas, produz a bile e a armazena na vesícula biliar (p. 169, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		3	No ser humano, o apêndice é considerado um órgão vestigial, porque não tem <b>função</b> , mas em certos mamíferos herbívoros, em que é bem desenvolvido, ele <b>colabora na</b> digestão da celulose com o auxílio de bactérias [...] (p. 170, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		4	As enzimas são proteínas catalisadoras, isto é, que <b>ajudam</b> a acelerar reações (p. 173).	Organizacional <sup>4</sup>
		5-19	Fontes, <b>funções</b> e efeitos das principais vitaminas (B <sub>1</sub> , B <sub>2</sub> , B <sub>3</sub> , B <sub>5</sub> , B <sub>6</sub> , ácido fólico, B <sub>12</sub> , C, A, D, E, K) (p. 173-174). [Aqui, quinze atribuições funcionais].	Organizacional <sup>1</sup>
		20	Vários outros minerais <b>funcionam como</b> cofatores de enzimas ou reguladores de várias <b>funções</b> e equilíbrios do organismo (p. 175, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		21-43	Minerais necessários ao corpo humano (água, cálcio, fósforo, potássio, cloro, sódio, magnésio, ferro, flúor, zinco, iodo (p. 175-176). [Aqui, vinte e três atribuições funcionais].	Organizacional <sup>4</sup>
		44	É <b>tarefa</b> do sistema respiratório captar esse gás na atmosfera e fazê-lo entrar nos capilares do pulmão, para distribuição geral (p. 177, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		45	É comum, ao longo da evolução, um órgão adaptar-se a uma nova <b>função</b> , principalmente se isso não implica perder a que tinha. O desenvolvimento das cordas vocais, na laringe, aproveitou a corrente de ar expirado já existente para fazer de nós a única espécie capaz de falar e, com isso, desenvolver uma cultura complexa (p. 178, grifo meu).	Etiológica
14	<i>Circulação e Excreção</i>	<b>8</b>	O sistema circulatório distribui esses materiais por todo o corpo e leva o sangue aos pulmões, <b>para</b> a excreção do dióxido de carbono, e aos rins, <b>para</b> a eliminação de outros catabólitos (p. 179, grifo meu).	Organizacional
		2	Estruturando seus dados com lógica, ele [William Harvey] estabeleceu as <b>funções</b> do coração, artérias, veias e válvulas, além de explicar a significação do pulso (p. 182, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		3	Por dentro, [as paredes das artérias] são revestidas por um tecido epitelial, chamado endotélio, o que lhes <b>permite</b> suportar a grande pressão do sangue ao sair do coração (p. 183, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		4	Podemos passar o dia todo sem beber nada, ou ingerir vários litros de água. Podemos comer muito sal às refeições. No entanto, a concentração de sal no plasma sanguíneo e no líquido intersticial varia pouquíssimo. Manter essas concentrações constantes é a principal <b>tarefa</b> dos rins (p. 184, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		5	As paredes do nefro são constituídas de epitélios com uma camada única de células, o que <b>facilita</b> troca de substâncias entre ele e os capilares que o envolvem (p. 185). [Por assim dizer, a função do tecido epitelial nesse sistema].	Organizacional <sup>1</sup>
		6	A filtração que ocorre no glomérulo é <b>ajudada pela</b> pressão arterial, que <b>resulta das</b> contrações do coração (p. 186, grifo meu).	Organizacional
		7	Essa diversidade decorre das <b>adaptações</b> do sistema excretor a diferentes tipos de vida e de ambiente (p. 186).	Etiológica
		8	A insuficiência renal grave, em que os rins não conseguem exercer sua <b>função</b> corretamente [...] (p. 187, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
15	<i>Outros Aspectos da Nutrição</i>	7	Agora faça as contas: quantas algas são <b>necessárias para</b> sintetizar o alimento orgânico que sustenta, por algumas horas, uma baleia? (p. 188, grifo meu).	Organizacional*
		2	Poderosas enzimas são secretadas para o exterior das hifas e atuam sobre matéria orgânica vegetal ou animal, viva ou morta, para digeri-las, de modo que a <b>função</b> desempenhada por nosso tubo digestivo se realiza fora do corpo do fungo, que só tem de absorver os produtos resultantes (p. 188, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		3	Vários mamíferos herbívoros apresentam <b>adaptações</b> para aproveitar a celulose que nós, por exemplo, não digerimos (p. 189).	Etiológica
		4	Aos poucos, os grãos vão passando para o estômago, cuja parte final, a moela, é muito musculosa. Na moela, os grãos são triturados com o auxílio de pedrinhas, previamente engolidas, que fazem o <b>papel</b> de dentes (p. 189, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup> & Analogia-Metáfora
		5	Assim, além de <b>servir para</b> a digestão, a cavidade distribui o alimento e o oxigênio dissolvidos na água para todas as células, sem serem necessários vasos sanguíneos (p. 190, grifo meu).	Organizacional
		6	Nos artrópodes, como os insetos, um vaso dorsal contrátil impulsiona para a frente a hemolinfa, que acumula as <b>funções</b> do sangue e do líquido intersticial (p. 190, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		7	<b>Para</b> conseguirem todo o oxigênio de que necessitam, [os anfíbios] respiram também pela pele [...] (p. 193, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
16	<i>Os Manipuladores da Energia</i>	6	Captar a energia luminosa e prendê-la dentro de uma molécula orgânica não é <b>tarefa</b> para qualquer organismo. Não basta que a luz esteja brilhando; é preciso que o organismo tenha desenvolvido, por seleção natural, uma complexa via metabólica, que aos poucos possa “tomar posse” da energia da luz (p. 200, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		2	Mais interessante ainda é que existem substâncias [como a NAD] cuja <b>função</b> é obter e transferir pequenas quantidades de energia para outras moléculas (p. 200, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		3	Nos seres vivos, a energia é manipulada em dois níveis. <b>Para</b> uso imediato, em pequenas quantidades, a energia é fornecida em “pacotinhos” pelo ATP (trifosfato de adenosina). Por outro lado, a respiração celular produz quantidades maiores de energia decompondo a matéria orgânica armazenada, que é colocada nos “pacotinhos” de ATP, <b>para</b> ser utilizada posteriormente (p. 201, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		4	O sistema ADP/ATP deve <b>funcionar como</b> intermediário: recebe a energia liberada pelas reações exergônicas e a transfere [...] (p. 202, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		5	O <b>papel</b> do sistema ADP/ATP está esquematizado na síntese de proteínas [...] (p. 202, grifo meu).	Organizacional
		6	Por isso, o NADPH tem <b>papel</b> importante na fotossíntese, ajudando a promover reações endergônicas [...] (p. 204, grifo meu).	Organizacional
17	<i>Fotossíntese</i>	3	Essa energia [do fluxo de elétrons] é <b>usada para</b> impedir os íons H <sup>+</sup> , maior dentro do tilacóide [...] (p. 208, grifo meu).	Organizacional
		2	A fosforilação é fundamental no metabolismo, porque o ATP é o portador de energia “miúda e urgente” <b>para</b> inúmeras reações, e não apenas <b>para</b> a fotossíntese (p. 209, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		3	Nem todo fosfato de gliceraldeído é <b>usado para</b> formar glicose. Parte dele, ajudada pelo ATP, transforma-se em difosfato de ribulose, que — você se lembra — deu início à síntese de glicose ao combinar-se com CO <sub>2</sub> (p. 211, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
18	<i>Respiração Celular</i>	7	A fotossíntese, realizada nos cloroplastos, junta substâncias minerais (H <sub>2</sub> O e CO <sub>2</sub> ) <b>para</b> sintetizar substâncias orgânicas e deixa um resíduo de O <sub>2</sub> [...] (p. 212, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		2	É razoável fazer uma analogia entre os estômatos e nosso nariz, pois é por eles que o ar passa. A diferença é que os “narizes” das plantas são inúmeros e microscópicos e podem fechar-se quando necessário, <b>pra</b> reduzir a perda de vapor d’água (p. 213).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		3	A energia [da respiração celular] pode <b>servir para</b> aquecer o corpo, produzir movimentos ou dar partida a novas reações endergônicas (p. 214, grifo meu).	Organizacional
		4	<b>Para</b> que o ciclo de Krebs se complete, são essenciais várias enzimas, coenzimas e vitaminas (p. 215, grifo meu).	Organizacional
		5	De modo semelhante à fotossíntese, os elétrons, que percorrem as substâncias aceptoras, e os prótons H <sup>+</sup> , que atravessam a membrana interna da mitocôndria, com ajuda da sintase, fornecem energia <b>para</b> a transformação de ADP em ATP (p. 216, grifo meu).	Organizacional
		6	<b>Graças à</b> respiração anaeróbia, ou fermentação, muitos microorganismos conseguem viver permanentemente sem oxigênio (p. 217, grifo meu). [Por assim dizer, essa é a função da respiração anaeróbia].	Organizacional
		7	<b>Para</b> se obterem bebidas com maior teor alcoólico, como cachaça e uísque, destila-se o líquido fermentado (p. 218, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
			Qual a <b>importância</b> das plantas aquáticas <b>para</b> os peixinhos de aquário? (p. 222, grifo meu). [Por assim dizer, uma pergunta que solicita a função dessas plantas nesse sistema].	Organizacional
19	<i>A Homeostase</i>	<b>41</b>	As células precisam executar um trabalho de enorme complexidade. <b>Para</b> continuarem vivas, é preciso que as <b>funções</b> do corpo se mantenham em equilíbrio (homeostase) (p. 229, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		2	A homeostase da temperatura do corpo é mantida por sinais nervosos e seus efeitos. Em outros casos, o <b>papel</b> principal é exercido pelos hormônios. Por exemplo, a glicose, nossa substância alimentar mais importante, não pode faltar nem sobrar nas células (p. 231, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		3	Quando a concentração de glicose no sangue aumenta, o pâncreas é estimulado a produzir insulina, hormônio que <b>ajuda a</b> reverter esse quadro (p. 231, grifo meu).	Organizacional

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		4	Quando o nível de glicose no sangue cai muito, o pâncreas é estimulado a produzir glucagon, que age no fígado, provocando a liberação de glicose. [...] Os rins <b>funcionam</b> , assim, como uma válvula de segurança, impedindo que a taxa de glicose no sangue se eleve perigosamente (p. 232, grifo meu). (p. 232).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		5	<b>Para</b> eliminar o excesso de glicose, os rins têm de excretar maior quantidade de água, na qual a glicose sai dissolvida [...] (p. 232, grifo meu).	Organizacional
		6-7	O fosfato de cálcio é essencial <b>para</b> formar e manter os ossos. Além disso, o cálcio <b>contribui para</b> que o impulso nervoso se propague ao longo dos nervos (p. 233, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional
		8	Durante um exercício, <b>para</b> aumentar a quantidade de oxigênio que entra na circulação, respiramos mais fundo [...]. Por que isso acontece? Confessemos: essa decisão é importante demais para ser deixada sob a responsabilidade do nosso <b>consciente!</b> (p. 234, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		9-41	“Hormônios da hipófise e suas funções (hormônio de crescimento, hormônio tireoestimulante, hormônio adrenocorticotrópico, prolactina, FSH, LH, ADH, ocitocina, T4 e T3, calcitonina, paratormônio, insulina, glucagon, epinefrina, mineralocorticóides, glicocorticóides, melatonina, estrógeno, progesterona, progesterona, testosterona)” (p. 237-238). [Aqui, trinta e três atribuições funcionais].	Organizacional <sup>1</sup>
20	<i>O Eixo Hipotálamo-Hipófise</i>	8	O sistema nervoso e o sistema endócrino unem-se <b>para</b> coordenar as funções de todo o corpo. Onde existem tecidos vivos, estão agindo harmoniosamente células nervosas e hormônios, na tarefa de receber e transmitir mensagens, elaborá-las e emitir sinais que provocam e regulam as mais diversas ações (p. 240, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		2	A hipófise posterior também não é uma glândula típica, pois <b>atua</b> apenas <b>como</b> um reservatório provisório dos hormônios do hipotálamo (p. 241, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup> & Analogia-Metáfora
		3-4	O ADH provoca certa constrição dos vasos sanguíneos, elevando, assim, a pressão arterial. Porém, sua <b>função</b> principal é limitar a quantidade de água que sai na urina [...] (p. 241, grifo meu). [Aqui, duas atribuições funcionais].	Organizacional

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		5	Isso [ingestão continuada de testosterona] pode reprimir a produção de testosterona e perturbar outras <b>funções</b> , como a produção de espermatozoides (p. 243, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		6	Seu [do hormônio tireostimulante] <b>papel</b> é estimular a produção de hormônios da tireóide (p. 243, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		7	Seu [do cortisol] <b>efeito</b> geral é tornar a glicose disponível em maior quantidade para rápida produção de energia [...] (p. 246, grifo meu).	Organizacional
		8	No homem, é a testosterona, fabricada pelas células intersticiais os testículos, que estimula as <b>funções</b> sexuais. A testosterona atua em diversos órgãos-alvo e cada qual responde à sua maneira (p. 247, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
21	<i>Outros Hormônios</i>	4	Seu [epinefrina] <b>efeito</b> no organismo, em alguns casos, pode ser muito <b>importante para</b> a sobrevivência. [...] e muitos de seus efeitos preparam o organismo para um esforço (p. 248, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		2	As plantas não se locomovem e têm pouquíssimos movimentos autônomos. Por isso, elas não <b>precisam</b> de um sistema nervoso, que, nos animais, é essencial (p. 250, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		3	O <b>efeito</b> principal da auxina é promover o alongamento das células, mesmo que nem sempre sofram divisão (p. 251, grifo meu).	Organizacional
		4	Assim, o homem tomou para si a <b>tarefa</b> de regular a maturação dos tomates, até então executada pelas células do fruto (p. 253, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (adequada)
22	<i>O Comando Geral</i>	4	O SNC coordena minuciosamente nossas <b>funções</b> orgânicas e as relações que mantemos com o ambiente (p. 259, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		2	Os nervos mistos são formados por fibras nervosas sensitivas e por fibras nervosas motoras que formam um feixe único. Como cada fibra é isolada das outras pelas bainhas de mielina, não há perigo de colisões entre potenciais de ação que trafegam em sentidos contrários. Qualquer engenheiro também optaria pela solução que a seleção natural favoreceu: empacotar em um único nervo as fibras que vão e que vêm destinadas a uma mesma região do corpo, em vez de deixá-las separadas (p. 260).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		3	Estes [os músculos] executaram os movimentos necessários <b>para</b> parar o ônibus e eu pude, enfim, subir na condução (p. 263).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		4	A medula é um órgão decisório em alguns reflexos (os inconscientes), mas ela tem outra <b>função</b> primordial: transmite ao cérebro a maioria das informações que os neurônios sensitivos lhe trazem (p. 266, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
23	<i>As Funções do Encéfalo</i>	7	A localização das <b>funções</b> cerebrais [ilustradas, em cores, por uma figura] (p. 271, grifo meu). [Aqui, quatro atribuições funcionais].	Organizacional <sup>1</sup>
		5	Que <b>trabalhos</b> especializados executam esses componentes [ponte, bulbo, cerebelo] do encéfalo? (p. 272, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		6	Além disso, o tronco contém núcleos nervosos, formados por corpos celulares de neurônios, que controlam <b>funções</b> básicas como respiração, digestão, circulação e movimentos amplos (p. 272, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		7	O córtex de cada hemisfério é dividido em quatro lobos (regiões), que desempenham principalmente determinadas <b>funções</b> (p. 274, grifo meu).	Organizacional <sup>7</sup>
24	<i>Os Órgãos dos Sentidos</i>	13	Os animais de hábitos noturnos, como as corujas e os gatos, têm, atrás da retina, um tecido que reflete a luz que passou por ela e lança novamente a luz sobre a retina. Essa <b>adaptação é necessária para</b> que a imagem do objeto se forme sempre sobre a retina (p. 279, grifo meu).	Etiológica
		2	[...] o aparelho auditivo utiliza vários tipos de vibrações, que preparam o estímulo <b>para</b> que as células ciliadas possam captá-lo (p. 280, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		3-10	Os componentes do aparelho auditivo e suas <b>funções</b> : canal auditivo externo, tímpano, martelo, bigorna, estribo, janela oval, endolinfa, cóclea (p. 281, grifo meu). [Aqui, oito atribuições funcionais].	Organizacional <sup>1</sup>
		11	A visão e os receptores situados nos tendões e músculos nos <b>permitem</b> perceber os movimentos do corpo, mas a colaboração do aparelho vestibular, existente no ouvido interno, aperfeiçoa essa percepção, pois nos dá a noção de equilíbrio do corpo (p. 282, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		12	Cobras que caçam à noite, como a jararaca, têm, de cada lado da cabeça, uma depressão provida de terminações nervosas que agem como órgãos termorreceptores. Isso lhes <b>permite</b> perceber [...] (p. 284).	Organizacional <sup>4</sup>



Tabela 9. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		13	Sobre as costas de sua mão, primeiro de pertinho, depois de longe. Você pôs em funcionamento os termorreceptores [...]. Não é preciso que você ponha o dedo em água fervendo, ao mesmo tempo que chupa gelo, para convencer-se de que os termorreceptores cumprem bem a <b> tarefa </b> de informar o cérebro se tudo vai bem [...] (p. 284, grifo meu).	Organizacional

Tabela 10. Frota-Pessoa, O.: 2005, *Biologia*, Scipione, São Paulo. Volume 2

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
1	<i>A poluição global</i>	0	*	*
2	<i>Problemas localizados</i>	0	*	*
3	<i>A Destruição das Matas</i>	0	*	*
4	<i>Ambientes Variados</i>	1	Qualquer que seja o ponto de partida, a sucessão <b>evolui para</b> a comunidade clímax típica da região (p. 71, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
5	<i>Os Biomas</i>	0	*	*
6	<i>Os Ciclos</i>	4	As plantas verdes são produtoras, pois usam a energia do Sol <b>para</b> produzir matéria orgânica por fotossíntese (p. 94, grifo meu).	Organizacional
		2	As plantas, por sua vez, não se alimentam de outros vegetais. Por maior que seja uma árvore, a única matéria orgânica que <b>contribuiu para</b> formar seu corpo, ela própria fabricou autotroficamente (p. 95, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		3	A energia que um produtor, como uma árvore, recebe do Sol é aplicada na síntese de matéria orgânica, que é armazenada principalmente como glicose e amido. Essas substâncias podem ser decompostas <b>para</b> fornecerem energia utilizável pelo produtor, sempre que é preciso executar [...] (p. 96, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		4	Os consumidores digerem a matéria orgânica proveniente de produtores ou de outros consumidores e produzem com ela glicogênio e gordura, que são armazenados. Eles têm meios <b>para</b> decompor essas substâncias e usar a energia resultante para sínteses especiais, crescimento e movimentos intracelulares (p. 97, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>

Tabela 10. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
7	<i>Em Busca da Sobrevivência</i>	3	Os predadores usam os órgãos de que dispõem <b>para</b> capturar a presa. As galinhas bicavam e engoliam, aos pedaços, as lagartas que infestaram meu pé de maracujá, mas um belo percevejo que apareceu tinha técnica diferente: enfiava a tromba nas lagartas, como uma agulha de injeção, <b>para</b> sugá-las (p. 109, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
		2	As <b>estratégias para</b> obter alimento e escapar de virar alimento são parte do jogo da sobrevivência (p. 109, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		3	<b>Para</b> infestar novos hospedeiros, muitos parasitas contam com curiosas <b>adaptações</b> . Um recurso comum é usar uma segunda espécie (hospedeiro intermediário) <b>para</b> o transporte até o hospedeiro definitivo (p. 120, grifo meu).	Etiológica
8	<i>As Endemias</i>	1	Nenhum de nós estaria vivo, se não fosse um conjunto de células sanguíneas, que fazem parte do sistema imunitário, <b>encarregado de</b> nos defender dos micróbios e outras células estranhas ao nosso organismo (p. 126, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
9	<i>Grandes Endemias</i>	2	<b>Para</b> contaminar outra pessoa, [o plasmódio] precisa, primeiro, perfurar a parede do estômago do mosquito e, depois, migrar para suas glândulas salivares (p. 130, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		2	Como os tripanossomos passam de uma pessoa para outra? Isso é <b>tarefa</b> do barbeiro, que, ao sugar o doente, leva os tripanossomos com o sangue para seu intestino, onde eles se multiplicam (p. 133, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
10	<i>Simbioses Harmoniosas</i>	2	Nesse caso, <b>a evolução pode tomar dois rumos</b> . Se o parceiro explorado também descobre um meio de explorar seu explorador, caminha-se para o mutualismo; se isso não ocorre, o comensal pode tornar-se mais exigente, passando a prejudicar seu parceiro, o que origina um parasitismo, com ou sem hospedeiro intermediário (p. 149).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		2	De fato, é <b>bom para</b> o parasita prejudicar o mínimo possível sua vítima, pois, se o hospedeiro morrer, o parasita morre junto. Por isso, as mutações que tornam o parasita menos nocivo são favorecidas pela seleção natural (p. 150).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
11	<i>A Vida em Sociedade</i>	2	De fato, um de seus [dos agricultores] maiores problemas são as saúvas, que, da noite para o dia, depenam um arbusto do pomar. É que elas também são agricultoras, pois usam as folhas que cortam <b>para</b> adubar suas hortas subterrâneas (p. 153).	Organizacional <sup>4</sup>

Tabela 10. (continuação)

Capítulos	Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem	
	2	Muitas formigas usam os afídeos (pulgões) como fornecedores de alimento. <b>Para</b> induzi-los a expelir uma gota de líquido açucarado pelo ânus, elas os “acariciam” com as antenas. Outras utilizam insetos do grupo dos membracídeos com o mesmo objetivo de aproveitar suas excreções açucaradas e, em troca, lhes dão proteção contra inimigos (p. 154, grifo meu).	Organizacional	
12	<i>A Comunicação Entre as Abelhas</i>	0	*	
13	<i>Multiplicação</i>	1	Ao longo da evolução, germe e soma se separaram. A seleção natural fixou genes que determinaram cada vez maior proteção em torno do germe. Novos genes introduziram aperfeiçoamentos no soma em todas as direções e, assim, foram geradas as inumeráveis espécies habitantes da Terra (p. 171).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
14	<i>Somas que se Atraem</i>	1	Em sua parte mediana anterior, entre os pequenos lábios, está o clitóris, uma saliência erétil, que, como o pênis, fica intumescido durante a excitação sexual. A <b>função</b> do clitóris é produzir excitação e prazer sexual (p. 178, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
15	<i>Sexo Seguro</i>	0	*	
16	<i>Os Prelúdios da Fecundação</i>	2	A originalidade do cavalo-marinho ( <i>Hippocampus</i> ) não resulta apenas de sua forma. Pode-se dizer que ele adotou a postura ereta, pois fica com a cabeça acima da cauda e nada sempre na vertical. Pode ser criado em aquários, em ambientes com pedras e corais. A cauda pode prender-se na areia, em algas ou à cauda de um companheiro. Como costuma ficar imóvel, usando camuflagem <b>para</b> proteção contra predadores, dá <b>uma impressão “filosófica”</b> (em que estarão pensando?) (p. 194).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		2	O espermatozóide contém mitocôndrias, que produzem energia <b>para</b> sua locomoção, à custa de nutrientes existentes no esperma e nas mucosas da genitália feminina (p. 198, grifo meu).	Organizacional
17	<i>Variações e Alternativas</i>	5	O preço da fecundação externa é o risco altíssimo de morte dos ovos, larvas e alevinos, que constituem excelente alimento, pouco protegido, para os predadores. A <b>adaptação</b> mais comum <b>para</b> enfrentar essa situação é o enorme número de gametas que os peixes desovam de uma só vez (p. 201, grifo meu).	Etiológica

Tabela 10. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		2	Algumas espécies de peixes recorrem a <b>artifícios para</b> proteger a prole, como enterrar os ovos, fazer ninhos ou montar guarda, afugentando os predadores (p. 202, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
		3	Certos peixes, caso dos tubarões, evoluíram como os mamíferos <b>para</b> a reprodução vivípara, que exige fecundação interna (p. 202).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		4	<b>Para</b> recolher a excreção, o embrião forma outra o saco, o alantóide. Quando o ovo eclode, o alantóide e seu conteúdo são abandonados com a casca. O alantóide desempenha mais uma <b>função</b> importante: funda-se, em parte, com outra membrana, o córion, formando uma espécie de pulmão provisório, rico em vasos sanguíneos, que troca oxigênio e gás carbônico com a ampola de ar dentro da casca (p. 204, grifo meu).	Organizacional
		5	Os demais mamíferos são os eutérios, ou mamíferos placentários, pois têm útero completamente desenvolvido e formam placenta. Foram esses mamíferos, que contam com proteção máxima para o embrião, que completaram a conquista do ambiente terrestre. <b>Avanços evolutivos</b> como esses resultaram da combinação das mutações genéticas, que promovem a variação, com a seleção natural, que aumenta a frequência dos indivíduos mais bem adaptados (p. 206, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
18	<i>Os Estilos dos Invertebrados</i>	1	As larvas aquáticas das libélulas nada se parecem com os adultos. Um grupo delas respira por brânquias localizadas, não na parte anterior do corpo, como nos peixes, mas dentro do reto, cujos músculos movimentam a água para dentro e para fora pelo ânus. Esse sistema é aproveitado também <b>para</b> a locomoção da larva por propulsão a jato, quando a água é expulsa com força (p. 216).	Organizacional
19	<i>A Mensagem e o Produto</i>	2	Os genes, feitos de DNA, contém, em código bioquímico, as receitas <b>para</b> as células do embrião sintetizarem as proteínas que orientarão seu desenvolvimento (p. 223)	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 10. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		2	O arquivo de DNA de nossas células, que poderíamos denominar <i>Homosap.doc</i> , é o documento básico <b>para</b> construir o <i>Homo sapiens</i> . Esse arquivo não é como a maquete de uma cidade, que tem suas ruas e prédios representados em miniatura. É mais como uma gigantesca receita de bolo, que indica as reações químicas que devem ocorrer, na ordem certa para criar cada um de nós. Além disso, esse <i>software</i> , vindo de nossos antepassados e aperfeiçoado pela seleção natural, se duplica e passa para os nossos descendentes (p. 224).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
20	<i>Temas Reiterados</i>	2	Também ao longo da linha mediana dorsal, porém abaixo do tubo neural, forma-se, a partir do mesoderma, a notocorda, que <b>funciona como</b> um eixo de sustentação que percorre o dorso do embrião e, nos vertebrados adultos, é substituída pela coluna vertebral (p. 232, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		2	Chamam-se homólogos órgãos que têm a mesma origem embrionária nos dois sexos (ou em duas espécies), desempenhando ou não a mesma <b>função</b> (p. 235, grifo meu).	Organizacional <sup>4</sup>
21	<i>O Controle do Desenvolvimento</i>	1	Provavelmente, todas as células embrionárias ou não, regulam suas <b>funções</b> por vias de sinais químicos de dois tipos: a) as que agem na mesma célula em que foram produzidas, regulando suas <b>funções</b> ; b) as vias [...] (p. 238, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
22	<i>A Iniciação Sexual das Plantas</i>	2	Em geral, as plantas têm troncos e raízes de sustentação e folhas chatas, lamínosas, que coletam o máximo de luz com um mínimo de tecido. Os animais são volumosos, porque não usam o Sol como fonte direta de energia e precisam de órgãos <b>para</b> apreender e digerir o alimento orgânico (p. 249).	Teleologia Deliberativa (adequada)
		2	A <b>função</b> que mais sobrecarrega as plantas é a reprodução. Os animais entregam os gametas masculinos pessoalmente, enquanto as plantas, como são sedentárias, tiveram de usar mais frequentemente a reprodução sem sexo e desenvolver engenhosas <b>estratégias</b> de reprodução sexuada (p. 250).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
23	<i>A Revolução Diplóide</i>	0	*	*
24	<i>Variações em Torno do Tema</i>	3	Na evolução das plantas, o sexo foi <b>canalizado para</b> o domínio crescente do esporófito sobre o gametófito (p. 266, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)

Tabela 10. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		2	Os animais capazes de descobrir o líquido mais depressa levavam vantagem. Os que apresentavam mutações que aperfeiçoam sua visão ou olfato alimentavam-se melhor e deixavam mais filhos. Assim, a seleção natural favoreceu alterações no corpo e no comportamento dos polinizadores (p. 268).	Etiológica
		3	A reprodução assexuada ocorre, principalmente, entre animais aquáticos, em que a <b>especialização de funções</b> não atingiu alto grau. Por exemplo, podemos fragmentar certas esponjas, ou mesmo passá-las por uma peneira, sem destruí-las: as células vivas restantes se juntam e regeneram o animal (p. 271, grifo meu).	Etiológica

Tabela 11. Frota-Pessoa, O.: 2005, *Biologia*, Scipione, São Paulo. Volume 3

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
1	<i>A Genética Molecular: Dissecando o Gene</i>	3	Mais notável ainda é o caso do gene da insulina, hormônio que <b>ajuda a</b> regular o metabolismo do açúcar (p. 25, grifo meu).	Organizacional
		2	O cromossomo é formado pela molécula de DNA entremada de proteínas, de ponta a ponta. Essas proteínas são essenciais para proteger os genes e regular sua <b>função</b> , determinando que genes devem ou não permanecer ativos (p. 29, grifo meu).	Organizacional <sup>1</sup>
		3	Existem também trechos da molécula que não parecem codificar nada. São, provavelmente, “genes mortos”, que, ao longo da evolução, perderam a <b>função</b> e a capacidade de produzir proteína. Ou, então, exercem alguma <b>função</b> ainda não desvendada (p. 29).	Organizacional <sup>2</sup>
2	<i>Do DNA à Proteína</i>	4	<b>Para</b> a duplicação começar, muitas moléculas de uma enzima, chamada helicase, metem-se entre as duas hélices e as separam em uma pequena extensão, cortando as ligações de hidrogênio que unem as bases nitrogenadas (p. 33, grifo meu).	Organizacional
		2	Durante a transcrição, se ambas as hélices <b>servissem de</b> molde para o RNA, resultariam proteínas diferentes a partir de um mesmo gene. É <b>função</b> da polimerase evitar que isso aconteça. De fato, é ela que reconhece qual das duas hélices de DNA deve servir de molde para gerar a fita única de RNA, ficando a mensagem da outra hélice sem se expressar (sem formar proteína) (p. 39, grifo meu).	Organizacional

Tabela 11. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
		3	O ribossomo é como uma fábrica. <b>Para</b> produzir proteína, deve receber a matéria-prima, que são os aminoácidos, sempre abundantes no citoplasma, porque chegam com os nutrientes (p. 39, grifo meu).	Organizacional & Analogia-Metáfora
		4	<b>Cabe</b> ao RNAt “pescar” as moléculas de aminoácidos no citoplasma, trazê-las para um ribossomo e alinhá-las nos pontos exatos em que devem ficar para formar a proteína (p. 39, grifo meu).	Teleologia Deliberativa (inadequada)
3	<i>O DNA Recombinante</i>	0	*	*
4	<i>As Leis de Mendel</i>	0	*	*
5	<i>Análise do Mendelismo</i>	1	Em nossa espécie, vários genes <b>contribuem para</b> a estatura do adulto, combinando seus efeitos com fatores ambientais (exercício, alimentação, etc.) (p. 66).	Organizacional <sup>4</sup>
6	<i>Outros Mecanismos</i>	0	*	*
7	<i>Genes em ação</i>	0	*	*
8	<i>Sexo: Causas e Consequências</i>	0	*	*
9	<i>O Comportamento</i>	0	*	*
10	<i>Melhoramento Genético</i>	1	À medida que se consegue melhorar uma espécie, alterando seu genótipo, estamos necessariamente “desadaptando-a” ao ambiente <b>para</b> o qual foi ajustada através da evolução (p. 113).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
11	<i>O Vigor Híbrido</i>	0	*	*
12	<i>A Nova Engenharia</i>	0	*	*
13	<i>Variação e Seleção Natural</i>	1	As espécies atuais resultaram de uma longa evolução, que selecionou combinações genéticas convenientes para os organismos viverem em seu ambiente. Nesse sistema, já <b>ultra-aperfeiçoado</b> , uma nova mutação tem grande probabilidade de ser desastrosa. É como se trocássemos, ao acaso, uma ligação em um computador, na esperança de que ele passasse a <b>funcionar</b> melhor (p. 142).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
14	<i>Raças e Espécies</i>	1	A seleção natural só faz variar a frequência de genes importantes <b>para</b> a sobrevivência ou a fecundidade. Já a deriva genética atua com igual a eficácia sobre alelos neutros, que têm o mesmo valor adaptativo de seu antagonico (p. 148).	Organizacional <sup>4</sup>
15	<i>A Evolução do Evolucionismo</i>	0	*	*
16	<i>O Testemunho das rochas</i>	0	*	*

Tabela 11. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
17	<i>Comparações</i>	2	Órgãos de espécies diferentes, que se originaram do mesmo esboço embrionário, são chamados homólogos, por diferentes que sejam suas <b>funções</b> (p. 180).	Organizacional
		2	Há órgãos que são análogos, isto é, desempenham a mesma <b>função</b> , sem serem homólogos (p. 181).	Organizacional
18	<i>A Medida da Evolução</i>	0	*	*
19	<i>O Início da Vida</i>	4	Microsfemas dentro de outra maior sintetizam organelas com <b>funções</b> próprias, envolvidas por membranas. Se aumenta o número de proteínas formadas por diferentes moléculas de RNA e se diversificam suas <b>funções</b> , chegamos a um modelo de célula extremamente simples, que por isso mesmo ainda precisava de muitos aperfeiçoamentos para se parecer com uma célula de verdade (p. 200).	Organizacional <sup>7</sup>
		2	É comum, ao longo da evolução, que um órgão perca sua <b>função</b> original e adquira outra. Imagina-se que as linhagens de pulmonados que acabaram se adaptando à vida marítima passaram a usar cada vez menos os pulmões, que se tornaram vestigiais sem <b>função</b> , se não fossem uma utilidade nova, o controle da flutuação. Assim, os pulmões evoluíram, transformando-se em bexiga natatória (p. 235, grifo meu).	Etiológica
		3	A transformação das nadadeiras dos crossopterígio em membros capazes de promover a locomoção em terra foi o passo decisivo no surgimento dos anfíbios (p. 237).	Etiológica
		4	A respiração pulmonar dos anfíbios nunca se <b>aperfeiçoou</b> a ponto de tornar-se exclusiva e dispensar a respiração cutânea: seus pulmões são sacos simples, com superfície respiratória relativamente pequena (p. 239).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
20	<i>Os Eucariotos</i>	1	Os ciliados são protozoários cobertos de cílios locomotores. Eles têm um macronúcleo, que comanda as <b>funções</b> da célula e se fende em dois, durante a reprodução assexuada; e um micronúcleo, que troca DNA com outro indivíduo de sua espécie, durante a conjugação (p. 207).	Organizacional <sup>7</sup>
21	<i>Animais Aquáticos</i>	0	*	*



Tabela 11. (continuação)

Capítulos		Número de ocorrências	Explicações teleológicas e funcionais	Abordagem
22	<i>Terra e Ar</i>	2	Os primeiros animais conquistadores dos continentes foram os artrópodes, que já estavam pré-adaptados, por seu revestimento quitinoso, <b>para</b> resistir à dessecação, ao ficarem expostos ao ar (p. 231, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		2	Os placodermos tinham também o corpo revestido de placas ósseas, mas foi sem dúvida a aquisição de maxilares que lhes <b>permitiu</b> dominar as águas e produzir grande variedade de predadores bem-sucedidos, que atingiam enormes tamanhos (p. 233, grifo meu).	Etiológica
23	<i>O Ovo Terrestre</i>	4	<b>Para</b> correr, [os arcossauros] levantavam a parte dianteira do corpo e usavam as patas traseiras como pernas, enquanto o rabo, longo e forte, ajudava a equilibrar o corpo (p. 243, grifo meu).	Organizacional
		2	Os problemas de engenharia que a natureza teve de enfrentar <b>para</b> construir tais colossos [ <i>Brachiosaurus</i> ] são formidáveis. Embora as patas desses animais fossem grossos pilares de sustentação, duvida-se que pudessem sustentá-los em terra (p. 244, grifo meu).	Teleologia Não-Deliberativa (inadequada)
		3	Essas características [temperatura constante e coração de quatro cavidades] são <b>necessárias para</b> sustentar um trabalho muscular de eficiência superior (p. 248).	Organizacional <sup>4</sup>
		4	O voo <b>permite</b> escapar melhor dos inimigos e procurar alimento numa região mais extensa, o que sugere que os predadores e a escassez de comida devem ter sido os principais fatores que tornaram vantajosa a aquisição de asas (p. 248).	Etiológica
24	<i>Os Ancestrais do Homem</i>	1	Por que a braquiação (modo que tem o primata de transitar de galho em galho pendurado pelos braços) pode ter sido importante <b>para</b> o estabelecimento da marcha bípede? (p. 261).	Etiológica