

Aceitação do uso de explicações teleo-funcionais e mecânico-causais entre os ingressantes do curso de Ciências Biológicas

Acceptance of the use of teleo-functional and mechanical-causal explanations among newcomers to the Biological Sciences

Vivian Machado Cusin El Dash

Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo
gemeaseldash@hotmail.com

Ingrid Machado Cusin El Dash

Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo
gemeaseldash@hotmail.com

Hamilton Haddad

Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo
haddad@usp.cbr

Resumo

A tendência teleológica de assumir que objetos existem para um determinado fim ou propósito é um elemento crucial do pensamento biológico. Esse estudo investigou diferenças na aceitação de juízos teleológicos e mecânico-causais entre os estudantes ingressantes no curso de Ciências Biológicas da USP. Foi apresentado um conjunto de afirmações a 115 estudantes, que foram divididos em dois grupos. Ao primeiro, os enunciados eram apresentados durante 3,5 segundos. O segundo grupo tinha o tempo que julgasse necessário para analisar as afirmações. Os resultados mostraram que, com a pressão de tempo, mais da metade dos participantes endossaram enunciados teleológicos incorretos. Sem essa pressão, esse número caiu para menos de um terço. Esse padrão não foi observado para as afirmações mecânico-causais, que apresentaram um índice de acerto de mais de 90%. Isso sugere que a tendência teleo-funcional está profundamente enraizada no esquema conceitual dos estudantes ao longo do desenvolvimento e da escolarização, e eventualmente nunca é abandonada.

Palavras chave: teleologia, explicações mecânicas, explicações funcionais, ensino de biologia

Abstract

The teleological tendency to assume that objects exist for a particular purpose or goal is a crucial element of the biological thought. This study investigated differences in the acceptance of teleological and mechanical-causal statements among newcomers to the course of Biological Sciences at USP. It was presented a set of assertions to 115 students, who were

divided in two groups. To the first, the statements were presented for 3.5 seconds. The second group had the time they considered necessary to analyze the statements. The results showed that under the pressure of time, more than half of participants endorsed incorrect teleological statements. Without this pressure, that number dropped to less than a third. This pattern was not observed for the mechanical-causal statements, which showed an index of success of over 90%. This suggests that the teleo-functional trend is deeply rooted in the conceptual schema of students throughout the development and schooling, and possibly is never abandoned.

Key words: teleology, mechanical explanations, functional explanations, biology teaching

Introdução: o uso de explicações teleológicas na biologia

A tendência teleológica de assumir que objetos existem para um determinado fim ou propósito é um aspecto fundamental do pensamento humano. Em grego, o termo *télos* significa fim, finalidade, pleno desenvolvimento. A palavra *teleologia*, inicialmente o “estudo dos fins”, acabou por designar qualquer doutrina que identifica a presença de metas, propósitos ou objetivos últimos guiando a natureza e a humanidade, considerando a finalidade como princípio explicativo fundamental na organização e nas transformações de todos os seres. Esta maneira de pensar é, em si, altamente funcional: ela nos ajuda a restringir nossas hipóteses sobre porque os objetos existem e possuem determinadas propriedades (Dennett, 1987). Ela também ajuda a guiar os nossas pressuposições sobre o comportamento futuro destes objetos.

Ao longo da história, a teleologia assumiu por vezes uma forma transcendente, quando os propósitos e os fins eram vistos como estando na mente de um deus, como no caso do demiurgo de Platão; outras vezes, ela foi concebida de forma imanente, ou seja, a finalidade seria inerente a todos os seres da natureza, como em Aristóteles (Haddad, 2007). Talvez devido à imensa presença aristotélica na história da biologia, a explicação teleológica tem sido identificada como típica da morfofisiologia, caracterizando a busca da finalidade, ou da função de um determinado órgão, estrutura ou sistema. Com a revolução científica, sobretudo após os trabalhos de Galileu na física, observou-se o banimento de explicações teleológicas da ciência, em favor de explicações mecânico-causais – uma busca de causas eficientes, para utilizar um termo aristotélico (Shapin, 1996). Na medida em que a teoria darwinista forneceu um algoritmo pelo qual os seres vivos e suas partes evoluíram, a biologia funcional moderna tende também a relativizar o uso de explicações teleológicas, e a considerar a função como uma atividade exercida por uma estrutura na manutenção de estados homeostáticos, que foram selecionados ao longo do processo evolutivo (Dennett, 1996).

Percebe-se, assim, que a tendência teleológica-funcional para ver objetos e eventos como “projetados para uma finalidade” é um elemento crucial da elaboração de teorias biológicas. O estudo do pensamento teleológico tornou-se uma parte importante de um amplo programa de pesquisa que se preocupa com a origem e desenvolvimento de domínios e capacidades teóricas específicas (Greif *et al.*, 2006; Inagaki & Hatano, 2002; Lombrozo & Carey, 2006). Diversos pesquisadores têm se dedicado a investigar a origem e a ontogenia cognitiva desse tipo de explicação. Keil, por exemplo, sugere que a postura teleológica é inata, e que crianças tendem a ver objetos como “desenhados para um propósito” desde os primeiros passos do desenvolvimento (Keil, 1992). De acordo com Atran (1998), os pressupostos teleológicos e essencialistas formam o núcleo de um módulo cognitivo inato sobre as coisas vivas. Esse módulo seria uma adaptação evolutiva responsável pela

capacidade de classificação e inferência biológicas. O raciocínio teleo-essencialista que operaria nesse módulo levaria as crianças a acreditarem que “as propriedades morfológicas dos organismos são causadas por essências subjacentes, e que essas propriedades desempenham um papel funcional para o organismo” (Lombrozo & Carey, 2006). Outros pesquisadores, como Carey (1985), defendem a visão de que esse tipo de raciocínio aparece muito mais tarde no repertório explicativo de crianças. Como Piaget, ela sugere que, antes dos 10 anos de idade, crianças fazem previsões sobre, e explicam os fenômenos biológicos com base na psicologia intuitiva, ou seja, numa causalidade intencional. Outros estudos demonstram ainda que, ao contrário de adultos, crianças tendem a usar explicações teleológicas de forma “promíscua” e não-seletiva, atribuindo finalidade a objetos físicos inanimados, por exemplo (Keleman, 1999).

Poucos trabalhos têm se dedicado a investigar os efeitos da educação científica – formal e informal – na aceitação e uso de explicações teleológico-funcionais em jovens e adultos. Estudos recentes indicam a possibilidade de que, em vez de fazer parte apenas de um estágio da infância, as explicações teleológicas continuam a ser um padrão explicativo ao longo do desenvolvimento e da escolarização (Casler & Keleman, 2008; Keleman & Rosset, 2009). Ou seja, enquanto a aquisição de explicações mecânico-causais passa a suprimir juízos teleológicos, elas eventualmente não os substituem. Assumir isso gera a previsão de que mesmo adultos escolarizados podem apresentar, sob condições especiais, intuições teleológicas cientificamente injustificadas sobre fenômenos naturais.

Objetivos do estudo

O objetivo do presente estudo foi investigar diferenças na aceitação de juízos teleológicos e mecânico-causais entre os estudantes ingressantes no curso de Ciências Biológicas da Universidade de São Paulo. Para tanto, avaliamos os efeitos do prejuízo de processamento cognitivo, causado por restrição do tempo de resposta, na aceitação dessas explicações.

Materiais e métodos

Nossa metodologia baseou-se na adotada por Keleman e Rosset (2009). 115 estudantes do curso de Ciências Biológicas do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, calouros dos períodos integral e noturno, ingressantes no ano de 2013, foram avaliados na primeira semana de aula. Eles foram divididos em dois grupos e testados separadamente. A ambos os grupos foi exibido um conjunto de 72 afirmações, que eram projetadas sequencialmente numa tela na sala de aula. Os estudantes eram instruídos a julgar essas afirmações como sendo adequadas ou não, isto é, se concordavam ou não com elas. As respostas foram colhidas numa folha de papel contendo as opções SIM (concordo), ou NÃO (discordo). A única diferença entre os grupos experimentais foi o tempo de apresentação de cada sentença na tela. A um dos grupos (que denominamos “*sem tempo*”), as afirmações foram apresentadas durante 3,5 segundos, intervalo de tempo no qual eles deveriam ler, interpretar e julgar a afirmação. No outro grupo (que denominamos “*com tempo*”), os estudantes tinham o tempo que julgassem necessário para analisar as afirmações.

Dentre as afirmações utilizadas, algumas foram traduzidas de Keleman e Rosset (2009), e outras foram idealizadas pelos pesquisadores envolvidos. O conjunto de 72 afirmações era dividido em 4 categorias:

(1) *Teleológicas incorretas* – composta por dois conjuntos de afirmações:

(1a) Um conjunto continha afirmações nas quais a atribuição de propósito ou finalidade entre os fenômenos abordados as torna cientificamente inaceitáveis (ex.: „as minhocas escavam a terra para aerar o solo” ou „as árvores produzem oxigênio para que os animais possam respirar”). Esse conjunto de afirmações era nosso conjunto *teste*, pois é a relação teleológica que as torna cientificamente incorretas. Nosso principal objetivo foi verificar se os estudantes endossavam esse tipo de afirmação em diferentes condições de processamento cognitivo – com e sem tempo para resposta.

(1b) O outro conjunto de afirmações teleológicas incorretas continha enunciados de caráter absurdo, que eram incorretos não pela teleologia envolvida, mas pela relação de causa e efeito não ser justificada (ex.: „os animais desenvolveram orelhas para cheirar as coisas”, ou „vacas produzem leite com o propósito afugentar seus inimigos”). Esse conjunto de afirmações era um controle para o conjunto 1a.

(2) *Teleológicas corretas* – composta por afirmações cientificamente aceitáveis que possuíam caráter intencional (ex.: „formigas atacam invasores para proteger o formigueiro”) ou tratavam de artefatos construídos pelo homem (ex.: „os relógios existem com o propósito de indicar as horas”).

(3) *Causais corretas* – composta por afirmações mecânico-causais cientificamente aceitáveis (ex.: „o exoesqueleto de quitina protege os artrópodes” ou „as folhas são verdes porque contém pigmento clorofila”).

(4) *Causais incorretas* – composta por afirmações cientificamente inaceitáveis (ex.: „as zebras possuem listras pretas porque comem carvão”, ou „os ursos polares são brancos devido à descoloração causada pelo Sol”).

Dessa forma, havia um total de 36 afirmações de caráter *teleológico* e 36 de caráter *causal*, e um total de 36 explicações cientificamente *corretas* e 36 cientificamente *incorretas*. Essa distribuição equiparava o número de afirmações teleológicas e causais, bem como de corretas e incorretas. Isso impedia possíveis vieses entre os estudantes: evitou-se que eles tomassem como adequada qualquer afirmação de caráter causal e como inadequada qualquer afirmação de caráter teleológico (ou vice-versa), com base apenas na estruturação do enunciado.

A apresentação das afirmações foi dividida em 6 blocos de 12 afirmações cada, sendo o primeiro um bloco de aquecimento (estando os voluntários cientes desse fato), com intervalos de descanso entre cada bloco. As categorias não ficaram evidentes para os alunos, uma vez que as afirmações de diferentes categorias foram divididas de forma equiparada entre os 6 blocos, e aleatorizadas em cada bloco para dificultar o reconhecimento de padrões. Os estudantes foram devidamente instruídos de que suas respostas não constituíam nenhuma forma de avaliação para quaisquer disciplinas de sua formação acadêmica, sendo, também, anônima e sigilosa sua participação. Todos participaram de maneira voluntária e preencheram um termo de consentimento livre e esclarecido.

Resultados e Discussão

Os resultados obtidos estão expressos na **Tabela 1**, na qual está representada a média da porcentagem de „acertos” por categoria de afirmações; isto é, quando os estudantes endossavam ou rejeitavam corretamente um determinado enunciado nos dois grupos estudados. A média da porcentagem de acertos para as questões das categorias 1b, 2, 3 e 4

ficou acima dos 90% (em azul) nos dois grupos estudados (com e sem restrição de tempo), indicando que os participantes eram capazes de ler, compreender, julgar e responder as afirmações apresentadas, mesmo na situação sem tempo. Esse resultado era esperado, dado que eram afirmações bastante fáceis de julgar – como „os animais desenvolveram orelhas para cheirar as coisas“ (1b), „as presas fogem com o intuito de escapar dos predadores“ (2), „alimentos estragados provocam enjoos“ (3) ou „os insetos evoluíram a partir de aves ancestrais“ (4). Esse fato valida o procedimento utilizado.

	TELEOLÓGICAS			CAUSAIS	
	incorretas testes (1a)	absurdas (1b)	corretas (2)	incorretas (4)	corretas (3)
<i>sem tempo</i>	48,8%	95,7%	93,3%	93,6%	94,8%
<i>com tempo</i>	73,7%	99,1%	92,5%	97,9%	92,7%

Tabela 1: Média da porcentagem de „acertos“ por categoria de afirmações.

A média de acertos das categorias 1b, 2, 3 e 4 agrupadas foi de 94,1% no grupo sem tempo e 95% no grupo com tempo. Já no grupo contendo as afirmações *teleológicas testes* (1a), a variação foi de 48,8% para 73,7% (em vermelho). Ou seja, com a pressão de tempo, mais da metade dos participantes endossaram incorretamente esse tipo de afirmações. Sem essa pressão, e com tempo livre para refletir, esse número caiu para menos de um terço (**Figura 1**). Uma análise de qui-quadrado revelou que essa diferença foi significativa entre os dois grupos ($p < 0,001$). De todas as afirmações testes (1a) apresentadas, 87,5% apresentaram diferença significativa entre os dois grupos. Já entre todas as demais afirmações (1b, 2, 3 e 4), apenas 11,9% apresentaram diferença significativa entre os dois grupos.

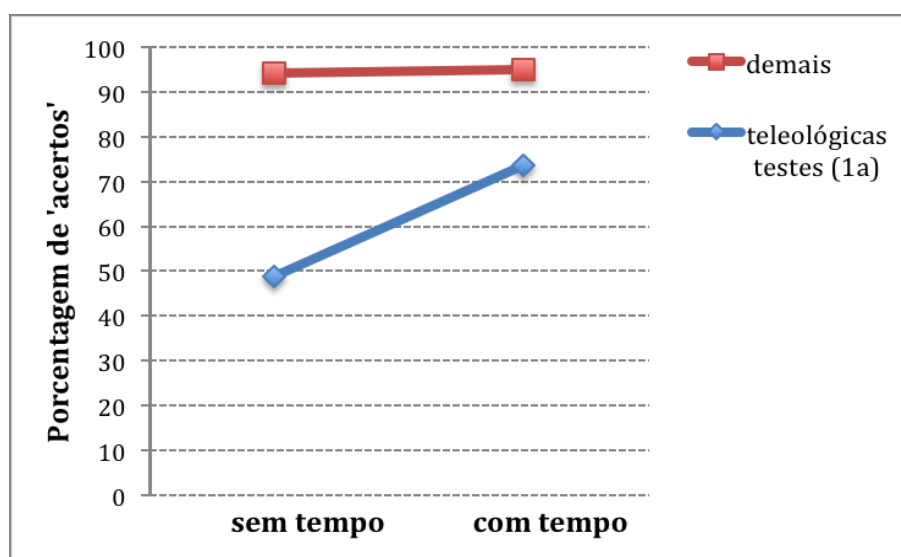


Figura 1: Médias da porcentagem de „acertos“ obtidas a partir das respostas dos alunos dos grupos com e sem restrição de tempo. A variação da porcentagem de acertos da categoria contendo as afirmações teleológicas testes (1a) foi de 48,8% para 73,7%. A média das demais categorias variou de 94,1% para 95,0%.

Esses dados indicam que, sob a pressão do tempo, alunos tendem a aceitar afirmações teleológicas – como „a decomposição ocorre visando à reciclagem de nutrientes“ – que não o

fariam caso pudessem avaliar melhor. Isso sugere que intuições teleológicas ainda estão presentes em seus esquemas conceituais de explicação, podendo ser, inclusive, o sistema padrão („default“) de explicação biológica, como sugerem alguns autores. Na restrição de tempo para pensar, essa concepção primária prevalece e é utilizada. Os resultados obtidos neste trabalho estão de acordo com a visão expressa por Kelemen e Rosset (2009), na qual a tendência a aceitar explicações teleológicas, mesmo que não tenham base científica, não se restringe apenas a crianças, mas está presente durante os estágios adultos do desenvolvimento. Portanto, essa teleologia “promíscua” não seria substituída por uma visão físico-causal à medida que a exposição ao ensino formal e informal progride, mas seria apenas suprimida por ele (Casler & Kelemen, 2008, Kelemen & Rosset, 2008).

Esses resultados apontam para uma continuidade da tendência a aceitar explicações de caráter finalista e intencional entre crianças e adultos, bem como de ver o mundo natural sob esta óptica teleo-funcional (Keil, 1992; Greif *et al.*, 2006, Casler & Kelemen, 2008). Isso diverge da visão de descontinuidade proposta por Piaget (1972), que afirmou que as crianças seriam *artificialistas*, utilizando sua própria experiência intencional para concluir que as coisas são feitas por pessoas para determinados propósitos. Isso seria fruto de uma incapacidade pré-causal de conceber de causas físicas como operando no mundo natural. Segundo Piaget, as crianças confundiriam os fenômenos naturais com os criados pelo homem, enquanto que nos adultos, essa visão de mundo seria superada e substituída por uma mais fidedigna. Ou seja, essa tendência desapareceria completamente à medida que o indivíduo se torna adulto, independentemente do grau de escolaridade. Na verdade, um estudo realizado por Casler e Kelemen (2008) com uma população de ciganos, na qual havia adultos com diferentes graus de escolaridade, demonstrou que, diferentemente do que foi proposto por Piaget, os adultos com baixa exposição à educação formal endossavam com mais frequência explicações de caráter teleológico quando comparados com adultos da mesma comunidade, porém com maior exposição ao ensino formal.

Coaduna-se com nossos achados também o fato de que uma maior aceitação de explicações teleológicas a fenômenos biológicos foi descrita em pacientes que sofrem de Alzheimer (uma demência que causa fragmentação da base de conhecimento semântico físico-causal), em relação a idosos não acometidos pela doença (Lombrozo *et al.*, 2007), corroborando a hipótese de que ocorre supressão – e não substituição – das explicações teleológicas presentes na infância pelas explicações físico-causais.

Finalmente, embora não fosse nosso objetivo inicial testar especificamente essa hipótese, nossos resultados reforçam de certa forma o modelo de perfil conceitual proposto por Mortimer (1995, 2001). De acordo com esse modelo, o ensino de ciências não dependeria de uma real mudança conceitual – processo de substituição de concepções espontâneas (ou alternativas) por concepções científicas – tal como proposta por Posner e colaboradores (1992), mas terminaria por promover a coexistência de concepções diferentes no esquema conceitual do aprendiz.

Conclusão

Embora o acesso a uma visão de mundo mecânico-causal seja um dos principais objetivos do ensino de ciências, nossos resultados sugerem que a tendência teleológica está profundamente enraizada no esquema conceitual dos estudantes ao longo do desenvolvimento e escolarização, e eventualmente nunca é abandonada. Dessa maneira, explicações mecânico-causais cientificamente elaboradas acerca de fenômenos naturais parecem suprimir, em vez de substituir, essas intuições teleo-funcionais.

Referências

- ATRAN, S. Folk biology and the anthropology of science: Cognitive universals and cultural particulars. **Behavioral and Brain Sciences**. V. 21, n.4, 1998, p. 547-609.
- CAREY, S. **Conceptual change in childhood**. MIT Press, 1985.
- CASLER, F. & KELEMEN, D. Developmental continuity in teleo-functional explanation: reasoning about nature among Romanian Romani adults. **Journal of Cognition and Development**. V. 9, n. 3, 2008, p. 340-362.
- DENNETT, D. **The intentional stance**. MIT Press, 1987.
- DENNETT, D. **Darwin's dangerous idea: Evolution and the meanings of life**. Simon & Schuster, 1996.
- GREIF, M. L., NELSON, D. G. K., KEIL, F. C. & GUTIERREZ, F. What do children want to know about animals and artifacts? Domain-specific requests for information. **Psychological Science**. V. 17, n. 6, 2006, p. 455-459.
- HADDAD, H. Uma breve história da Fisiologia. In: **Fisiologia**. Mello-Aires, M (Ed.). Guanabara-Koogan, 2007, p. 1-35.
- INAGAKI, K. & HATANO, G. **Young children's naive thinking about the biological world**. Psychology Press, 2002.
- KEIL, F. C. The origins of an autonomous biology. In: **Modularity and constraints in language and cognition: The Minnesota Symposia on Child Psychology**. V. 25. Lawrence Erlbaum Associates, 1992, p. 103-137.
- KELEMEN, D. Function, goals and intention: Children's teleological reasoning about objects. **Trends in Cognitive Science**. V. 3, n. 12, 1999, p. 461-468.
- KELEMEN, D. & ROSSET, E. The human function compunction: Teleological explanation in adults. **Cognition**. V. 111, n. 1, 2009, p. 138-143.
- LOMBROZO, T. & CAREY, S. Functional explanation and the function of explanation. **Cognition**. V. 99, 2006, p. 167-204.
- LOMBROZO, T., KELEMEN, D. & ZAITCHIK, D. Inferring design: Evidence of a preference for teleological explanations in patients with Alzheimer's disease. **Psychological Science**. V. 18, n. 11, 2007, p. 999-1006.
- MORTIMER, E. F. Conceptual Change or Conceptual Profile Change? **Science and Education**. V. 4, n. 3, 1995, p. 267-285.
- MORTIMER, E. F. Perfil conceptual: formas de pensar y hablar en las clases de ciencias. **Infancia y Aprendizaje**. 24, n. 4, 2001, p. 475-490.
- PIAGET, J. **The child's conception of the world**. Littlefield Adams, 1972.
- POSNER, G. J. STRIKE, K. A. HEWSON, P. W. GERZOG, W. A. (1982). Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. **Science Education**. V. 66, n. 2, 1992, p. 211-227.
- SHAPIN, S. **The Scientific Revolution**. University of Chicago Press, 1996.