



VISÃO DE ESTUDANTES SOBRE EVOLUÇÃO BIOLÓGICA: RESULTADOS PARCIAIS E VALIDAÇÃO DO QUESTIONÁRIO

Camila Beatriz Moraes Contrucci de Souza⁹⁶ – Universidade Federal de São Paulo

Helga Gabriela Aleme⁹⁷ – Universidade Federal de São Paulo

Ana Maria Santos Gouw⁹⁸ – Universidade Federal de São Paulo

Resumo:

O ensino de evolução biológica, quando contextualizado, possibilita reflexões de cunho social e pode subsidiar discussões para uma educação transformadora, distante da memorização recorrente na disciplina de Biologia. Entretanto, estudos realizados no Brasil ao longo dos últimos trinta anos remontam conflitos para aceitação e compreensão de algumas noções elementares sobre evolução biológica. Assim, este estudo visa elaborar e validar um questionário sobre a percepção e compreensão de jovens recém-ingressos no ensino superior sobre evolução biológica, com o intuito de verificar quais concepções possuem após a educação básica. O instrumento foi composto por quarenta questões fechadas em escala tipo Likert de 4 pontos de concordância. O questionário passou por três etapas de validação e aplicação pré-teste antes de ser aplicado aos noventa e oito estudantes. Os resultados demonstraram aceitação dos estudantes frente à evolução biológica. Quanto à compreensão, foram observadas concepções de evolução como progresso e justificada pela lei de uso e desuso. Por meio da análise multivariada de componentes principais foram identificadas cinco componentes validadas pelo alpha de Cronbach. Estes resultados indicam que ainda é necessário um olhar cuidadoso para o ensino de evolução biológica na educação básica, tendo em vista a presença de compreensões equivocadas. Sendo a evolução biológica o fundamento da Biologia, pesquisas, materiais didáticos e estratégias que auxiliem o professor e o estudante na compreensão do tema ainda se fazem necessárias.

Palavras-chave: Biologia. Ensino Médio. Likert. Análise multivariada.

Abstract:

Teaching biological evolution in context enables social reflections and contributes to discussions for transformative education, distant from the recurrent memorization in the Biology course. However, Brazilian studies reveal conflicts for acceptance and understanding of some elementary notions about biological evolution in the last thirty years. Thus, this study aims to develop and validate a questionnaire about perception and understanding of evolution in freshmen undergraduate students, to verify which conceptions these students have after primary education. The instrument consisted of forty questions on a 4-point Likert scale of agreement. The questionnaire went through three steps of validation and pre-test application before being applied to ninety-eight students. Results showed students' acceptance of biological evolution. We observed misconceptions related to the understanding of evolution as progress and explained by use and disuse. Through Principal Component Analysis, five components validated by Cronbach's alpha were identified. These results indicate that it is still necessary to take a careful look at the teaching of biological evolution in primary education, given the persistent misunderstandings. Biological evolution is Biology's groundwork, therefore more research, teaching materials, and strategies are necessary to help teachers and students understand this subject.

Keywords: Biology. High School. Likert. Multivariate analysis.

⁹⁶ Mestranda do Programa Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática - Unifesp. E-mail: contrucci@live.com.

⁹⁷ Docente UNIFESP e pós doutora em Educação pela FE-USP na temática de Percepção Pública da Ciência. E-mail: hgaleme@unifesp.br

⁹⁸ Docente e orientadora do Programa Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática. E-mail: ana.gouw@unifesp.br



Introdução

Apesar de ser tema central na Biologia, o ensino de evolução biológica enfrenta um cenário complexo. No decorrer dos últimos trinta anos, diversas pesquisas nacionais retratam dificuldades para aceitação e equívocos na compreensão da teoria evolutiva (BIZZO, 1994; MOTA, 2013; OLIVEIRA, 2015; ARAÚJO, 2020). As concepções equivocadas de evolução são recorrentes em todos os níveis educacionais; na educação básica (BIZZO, 1994; OLIVEIRA; BIZZO, 2015), no ensino superior (BIZZO; ALMEIDA; FALCÃO, 2007; ARAÚJO, 2020) e entre professores de Biologia (TIDON; LEWONTIN, 2004; OLEQUES; BARTHOLOMEI-SANTOS; BOER, 2011).

A resistência e a não compreensão da perspectiva evolutiva é inquietante para o ensino, visto que a evolução permite os estudantes discutirem questões sociais, ambientais e de saúde (FUTUYMA, 2009). Conhecer a teoria da evolução biológica, bem como seus desdobramentos, auxilia os educandos desenvolverem pensamento crítico, a tomar decisões responsáveis e evita o proselitismo ideológico (BIZZO, 1994; TIDON; VIEIRA, 2009). Assim, pesquisas de percepção pública são uma maneira de aprofundar nas discussões sobre as concepções do tema por parte dos estudantes a partir de seus interesses, conhecimentos e atitudes (VOGT, 2005).

As pesquisas de percepção pública de evolução biológica investigam principalmente a aceitação e a compreensão de Evolução Biológica, comparando diversos países ou analisando as concepções ao longo das décadas (MILLER; SCOTT; OKAMOTO, 2006; MILLER et al., 2021). Nesse sentido, é importante distinguir aceitação de compreensão, visto que aceitação é o ato de considerar uma afirmação verdadeira a partir de sua plausibilidade e consistência, enquanto compreensão é o ato de identificar os conceitos e implicações que compõe uma afirmação (NADELSON; SOUTHERLAND, 2010; GELMAN; RHODES, 2012).

A relação entre aceitação-compreensão de evolução biológica é distinta da maioria dos outros conteúdos. Segundo Dunk et al. (2019):

Ao contrário da maioria dos outros assuntos, o nível de aceitação que um indivíduo possui sobre evolução nem sempre depende do seu nível de compreensão. Uma pessoa que compreende pouco sobre as evidências evolutivas pode aceitar a evolução como uma questão de consenso científico, enquanto outra pessoa pode rejeitá-la devido à religião ou outras razões não científicas, apesar de ter boa compreensão sobre (DUNK et al., 2019, p. 327, tradução nossa).

Allmon (2011), em uma revisão bibliográfica sobre o tema, discorre sobre uma multiplicidade de causas para a não aceitação da evolução biológica. Os obstáculos apontados pelo autor são de diferentes esferas, como científica, devido à falta de compreensão; religiosa,



devido ao rompimento da teoria darwiniana com a visão de mundo ocidental baseada no dogma cristão; e psicológica, devido aos obstáculos cognitivos da evolução ser contraintuitiva, confrontando explicações simplistas baseadas no essencialismo e na teleologia.

Nesse sentido, as pesquisas de percepção podem contribuir em discussões para uma educação contextualizada, significativa e distante do ensino fundamentado na memorização recorrente na Biologia. Considerando este cenário, este estudo, que corresponde aos resultados parciais de uma dissertação de mestrado em andamento, visa a elaborar e validar um questionário sobre a percepção e compreensão que os jovens concluintes da educação básica possuem sobre a evolução biológica.

2. Metodologia

No que concerne à natureza metodológica, o presente estudo apresenta abordagem quantitativa (LAKATOS; MARCONI, 2017). Com a finalidade de investigar as percepções e a compreensão sobre evolução biológica, foi elaborado um questionário baseado nas pesquisas nacionais de Percepção Pública da Ciência e Tecnologia (VOGT, 2005; 2011; CGEE, 2017; 2019), do ROSE Brasil (SANTOS GOUW, 2013; MOTA, 2013) e do Barômetro (OLIVEIRA, 2015).

2.1 Construção do instrumento

O instrumento foi composto por quarenta questões fechadas em escala *tipo* Likert⁹⁹ de 4 pontos de concordância, além da caracterização do sujeito. Os primeiros três itens representavam afirmações gerais sobre a teoria evolutiva (Tabela 1), com intuito de investigar a aceitação desta teoria como modelo explicativo pelos participantes.

Os trinta e sete itens restantes continham assertivas, conceitualmente corretas e incorretas, alicerçadas nos sete princípios fundamentais da teoria da evolução biológica, propostos por Scheiner (2010): descendência com modificação, especiação, origem única/ancestralidade comum, gradualismo, variabilidade, seleção natural e contingência. Neste estudo, os princípios são considerados como noções elementares necessárias para uma compreensão do conteúdo de evolução biológica na educação básica.

⁹⁹ Escala que expressa o grau de concordância ou níveis em que se enquadra um comportamento sugerido em uma afirmação.



2.2 Validação de conteúdo

A validade de conteúdo é definida como “grau em que um instrumento aparentemente mede o que foi projetado para medir” (VIEIRA, 2009, p. 147). O questionário para este estudo passou por três etapas de validação: entre pares, no grupo de pesquisa *Perspectivas para o Ensino do Conhecimento Biológico* da Unifesp; entre pesquisadores de percepção sobre evolução biológica; e entre professores da disciplina de Biologia no Ensino Médio. Ainda, houve uma aplicação pré-teste para evidenciar possíveis falhas como ambiguidade da linguagem ou inconsistência dos itens. Em cada um destes momentos o instrumento passou por modificações, tendo em vista seu aprimoramento.

2.3 Confiabilidade

Vieira (2009, p. 142) define confiabilidade como “grau em que um instrumento mede seja lá o que deva medir de forma consistente”. A confiabilidade das questões do instrumento de pesquisa foi testada pela consistência interna com o Alpha (α) de Cronbach (CRONBACH, 1951). O valor do alpha pode variar de 0 a 1, sendo que quanto mais próximo de 1, maior a confiabilidade do instrumento de pesquisa ou do grupo de itens. Segundo Hair et al. (2009), o valor mínimo aceitável para o α é de 0,7, apesar de 0,6 também ser considerado em pesquisas exploratórias. Para os trinta e sete itens relativos às noções elementares encontrou-se $\alpha=0,860$, acima do valor de referência.

2.4 Análise descritiva

Todas as análises foram realizadas usando o programa SPSS Statistics, versão 26.0. Os resultados foram primeiramente explorados por estatística descritiva através das frequências absolutas e relativas das respostas. Todos os itens foram submetidos ao teste Shapiro-Wilk e, após averiguar a não normalidade, foram comparados segundo gênero e dependência administrativa da escola do Ensino Médio, por meio do teste não paramétrico Mann-Whitney (FÁVERO; BELFIORE, 2017). Os testes de hipóteses foram aplicados em comparação bicaudal para o intervalo de confiança de 95% e nível de significância 5% (MORETTIN; BUSSAB, 2017). Contudo, não foram identificadas diferenças estatisticamente significativas para nenhum dos itens nas comparações realizadas ($p>0,05$).

2.5 Análise de Componentes Principais

A Análise das Componentes Principais (ACP) foi usada para agrupar indivíduos de acordo com sua variância e reduzir as variáveis em componentes. As análises foram realizadas



no SPSS Statistics usando a rotação varimax. Além disso, os critérios usados para a execução da ACP foram: 1) Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) maior que 0,6; 2) Teste de esfericidade de Bartlett significativo; 3) Componentes (CP) com autovalor maior ou igual a 1; 4) Comunalidade superior a 0,5; 5) Variância Explicada maior que 50%; 6) Valores das componentes na matriz rotacionada maior que 0,5. Por fim, as variáveis originais agrupadas em cada componente foram submetidas ao cálculo do Alpha de Cronbach (CRONBACH, 1951). Os valores mínimos aceitos para o Alpha de Cronbach é 0,7 e pode ser reduzido a 0,6 em alguns casos como pesquisa exploratória (HAIR et al., 2009).

3. Resultados e Discussão

A amostra contou com 98 ingressantes no ensino superior a partir do ENEM no ano de 2020. Os questionários foram aplicados por meio do *Microsoft Forms* e envolveram estudantes do estado de São Paulo de universidades públicas e privadas.

A média de idade dos participantes foi de 20 anos ($\pm 1,5$), com idade máxima de 25 anos e mínima de 18 anos, sendo a maioria (53,1%) do sexo masculino. A maioria dos estudantes (57,1%) realizaram Ensino Médio em escolas públicas, sendo que 66,3% finalizaram essa etapa em 2019. A amostra apresentou prevalência (71,4%) de ingressantes de universidades públicas.

Os três primeiros itens do questionário versaram sobre a aceitação de evolução biológica por meio da escala *tipo* Likert com quatro pontos de concordância, sendo: 1 — Discordo Totalmente (DT), 2 — Discordo Parcialmente (DP), 3 — Concordo Parcialmente (CP) e 4 — Concordo Totalmente (CT). Os estudantes pesquisados demonstraram aceitação da teoria evolutiva como modelo explicativo por ampla maioria, como pode ser observado na Tabela 1.

Tabela 1 — Aceitação da Teoria da Evolução Biológica

	Itens	DT	DP	CP	CT
Q01	A teoria da evolução biológica explica o surgimento de novas espécies através do processo de descendência com modificação.	6,1%	1,0%	13,3%	79,6%
Q02	A evolução biológica é uma teoria que consiste na mudança das características hereditárias ao longo das gerações.	1,0%	0,0%	21,4%	77,6%
Q03	A teoria da evolução biológica oferece uma explicação sobre a diversidade dos organismos vivos no planeta.	1,0%	1,0%	11,2%	86,7%

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022. O destaque representa a maior concentração das respostas (concordância, discordância ou pontos parciais).

Os resultados encontrados coincidem com o ROSE Brasil (MOTA, 2013) que investigou a influência da religião frente às atitudes de alunos do Ensino Médio sobre evolução



biológica e constatou que, mesmo com alto índice de religiosidade ativa, os estudantes aceitaram a evolução, apresentando uma visão de mundo compatível com a ciência. Esses dados são otimistas, visto que, como apontam Tidon e Lewontin (2004), o movimento criacionista tem crescido no Brasil e o fundamentalismo religioso é um fator de rejeição da teoria evolutiva no cenário internacional (RUTLEDGE; MITCHELL, 2002).

Smith (1994) ressalta que a aceitação da teoria é importante para que os estudantes estejam dispostos a engajar no processo de aprendizagem sobre o assunto. Contudo, a aceitação não garante a compreensão da temática (BISHOP; ANDERSON, 1990). Para avaliar a compreensão a partir das noções elementares, a escala *tipo* Likert foi reduzida em acerto e erro, de maneira que a concordância (parcial ou totalmente) com uma proposição conceitualmente correta indica acerto, enquanto a concordância com uma proposição incorreta indica erro. A frequência de acertos e erros encontrados em cada noção elementar constam na Tabela 2.

Tabela 2 — Porcentagem de acertos e erros para os princípios fundamentais da teoria da evolução

Noções elementares	Porcentagem (%)	
	Acertos	Erros
Descendência com modificação	82,2	17,8
Especiação	79,9	20,1
Ancestralidade comum / origem única	88,0	12,0
Gradualismo	72,7	27,1
Variabilidade	76,9	23,1
Seleção natural	92,5	7,5
Contingência	90,0	10,0

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022.

Os dados revelaram elevadas taxas de acertos entre os participantes, principalmente sobre seleção natural (92,5%) e contingência (90%). Os ingressantes universitários reconheceram que seleção natural não é sinônimo de evolução biológica (92,9% de acertos em Q32), e exerce papel fundamental tanto na resistência de insetos a pesticidas (98% de acertos em Q30) quanto na resistência de bactérias a antibióticos (99% de acertos em Q31). Já quanto à contingência, os estudantes identificaram a imprevisibilidade e a aleatoriedade do processo evolutivo (94,9% acertos em Q38), inclusive quando envolve a espécie humana (71,43% acertos em Q40).

As noções elementares com menores índices de acertos foram gradualismo (72,7%) e variabilidade (76,9%). Na noção de gradualismo, a quantidade de acertos foi baixa porque os



estudantes se dispersaram na resposta sobre a evolução ser um processo que ocorre atualmente (69,4% de acertos em Q19) e apresentaram dificuldades em diferenciar evolução de aperfeiçoamento e melhoria (40,8% de acertos em Q20). Outro equívoco observado e responsável pelo menor número de acertos quanto a variabilidade, foi na justificativa das mudanças a partir da lei de uso e desuso dos órgãos, em que apenas 14,29% reconheceram esse item (Q29) como errado, ou seja, houve apenas 14,29% de acertos.

Após a análise pela estatística descritiva partiu-se para a avaliação de similaridade das variáveis usando a Análise de Componentes Principais. A partir das 40 variáveis originais encontrou-se seis componentes principais, com um total de 60% de variância explicada do modelo. Posteriormente calculou-se o Alpha de Cronbach para todas os componentes, de modo a verificar se havia consistência interna entre cada agrupamento das variáveis originais. Dentre os valores obtidos, apenas o componente 6 apresentou um valor inferior a 0,5 e não foi usada nas etapas posteriores da pesquisa. A Tabela 3 contém um detalhamento dos componentes obtidas a partir da Análise de Componentes Principais, com seus respectivos valores de Alpha de Cronbach.

Tabela 3 — Detalhamento das componentes a partir do instrumento de coleta de dados.

Código	Nome da componente	Alpha de Cronbach	Variáveis
Componente 1	Concepções evolucionistas	0,803	Q17, Q28, Q19, Q22, Q40, Q14
Componente 2	Mudanças na variabilidade geram diversidade	0,775	Q35, Q03, Q29, Q21, Q25, Q32
Componente 3	Mudanças hereditárias e especiação	0,781	Q11, Q06, Q02, Q15, Q27, Q33
Componente 4	Efeito de resistência pela seleção natural	0,672	Q31, Q13, Q30
Componente 5	Evolução ocorre por contingência	0,686	Q36, Q38, Q34

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022.

Pela Tabela 3 foi possível notar que o componente “Concepções evolucionistas” foi o de maior valor de Alpha de Cronbach (0,803), indicando uma boa consistência interna das variáveis usadas na construção desse componente. Já a componente de menor valor de alpha (0,672) foi o denominado “Efeito de resistência pela seleção natural”, e agrupou três questões que tiveram um elevado percentual de concordância total dos estudantes.

O Componente 1 agrupou seis proposições conceitualmente incorretas sobre a concepção antropocêntrica (o homem como ser mais evoluído), a ideia de que a evolução não ocorre atualmente ou que as espécies não mudam ao longo do tempo (visão antievolucionista)



e de que apenas seres parecidos compartilham ancestral comum. Para a amostra desta pesquisa, de ingressantes universitários, esses itens tiveram elevada discordância, isto é, os estudantes acertaram mais esses itens, não apresentando concepções antropocêntricas e nem antievolucionistas. Contudo, esse resultado contrasta com a literatura, em especial quanto à visão antropocêntrica, recorrente nas pesquisas (BIZZO, 1994; BIZZO; ALMEIDA, 2007; MOTA, 2013; OLIVEIRA, 2015).

Em suma, compreensões equivocadas sobre evolução biológica foram encontradas na nossa amostra. Foram identificadas a ideia de evolução sendo sinônimo de progresso e ocorrendo através da lei de uso e desuso dos órgãos. Essas ideias representam o entendimento de evolução em nível individual e não considerando o pensamento populacional. Assim, interpretações do fenômeno evolutivo como direcional, linear e finalista persistem nos(as) estudantes após a educação básica e, este estudo reforça a necessidade de um olhar cuidadoso para o ensino de evolução biológica nas escolas.

Considerações finais

Esta pesquisa teve como finalidade construir e validar um questionário sobre evolução biológica, tendo em vista a centralidade deste tema na Biologia e a persistência de concepções equivocadas sobre em diversos níveis educacionais. Assim, o questionário foi elaborado a partir de pesquisas de percepção pública e englobou sete noções elementares de evolução biológica (descendência com modificação, origem única, especiação, gradualismo, variabilidade, seleção natural e contingência). O instrumento passou por três etapas de validação e pré-teste antes de ser aplicado à noventa e oito ingressantes universitários.

Os resultados indicaram aceitação geral sobre evolução biológica do público pesquisado. Apesar da amostra apresentar boa noção geral sobre evolução, foram identificadas a compreensão de evolução como progresso e da lei de uso e desuso dos órgãos como mecanismo explicativo. Ainda, foram encontradas e validadas cinco componentes principais por meio da análise multivariada sendo a Componente 1 sobre concepções evolucionistas. A amostra desta pesquisa se distingue da literatura rejeitar tais ideias.

Por fim, como a evolução biológica é tema integrador da Biologia, é necessário pesquisas, materiais didáticos e estratégias que auxiliem o professor e o estudante na compreensão deste assunto. Mais ainda, é importante desenvolver a consciência destas concepções equivocadas com a finalidade de superá-las.



Agradecimentos

Esta pesquisa está sendo realizada com o financiamento da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, apoio fundamental para o desenvolvimento do projeto. Ademais, agradecemos também o grupo *Perspectivas para o Ensino do Conhecimento Biológico* da Universidade Federal de São Paulo que estão colaborando com o andamento deste estudo.

Referências

- ALLMON, W. D. Why don't people think evolution is true? Implications for teaching, in and out of the classroom. *Evolution: Education and Outreach*, v. 4, n. 4, 2011. p. 648-665.
- ARAÚJO, L. A. L. Concepções equivocadas sobre evolução biológica: um estudo comparativo entre graduandos em ciências biológicas e Pós-graduandos. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 25, n. 2, 2020. p. 332-346.
- BISHOP, B. A.; ANDERSON, C. W. Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of research in science teaching*, v. 27, n. 5, 1990. p. 415-427.
- BIZZO, N. From down house landlord to Brazilian high school students: what has happened to evolutionary knowledge on the way?. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, n. 5, 1994. p. 537-556.
- BIZZO, N.; ALMEIDA, A. V.; FALCÃO, J. T. R. A compreensão de estudantes dos modelos de evolução biológica: duas aproximações. *Atas do VI Encontro da Associação Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências*, Florianópolis, 2007.
- CGEE, Percepção Pública da C&T no Brasil – 2015. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2017.
- CGEE, Percepção pública da C&T no Brasil – 2019. Resumo executivo. Brasília, DF: Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, 2019.
- CRONBACH, L. J. Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, v. 16, n. 3, 1951. p. 297-334.
- DUNK, R. et al. Evolution education is a complex landscape. *Nature ecology & evolution*, v. 3, n. 3, 2019. p. 327-329.
- FÁVERO, L. P.; BELFIORE, P. *Manual de Análise de Dados - Estatística e Modelagem Multivariada com Excel®, SPSS® e Stata®*. São Paulo: Grupo GEN, 2017.
- FUTUYMA, D. J. *Biologia Evolutiva*. 3 ed. Ribeirão Preto: FUNPEC–Editora. 2009.



- GELMAN, S.; RHODES, M. Two-thousand years of stasis. In: ROSENGREN, Karl et al. (Ed). *Evolution challenges: Integrating research and practice in teaching and learning about evolution*. Nova York: Oxford University Press, 2012.
- HAIR, J. F.; BLACK, W. C.; BABIN, B. J.; ANDERSON, R. E.; TATHAM; R. L. *Análise multivariada de dados*. 6 ed. São Paulo: Bookman, 2009.
- LAKATOS, E. M.; MARCONI, M. A. *Metodologia Científica*, 7 ed. São Paulo: Grupo GEN, 2017.
- MILLER, J. D.; SCOTT, E. C.; OKAMOTO, S. Public acceptance of evolution. *Science*, v. 313, n. 5788, 2006. p. 765-766.
- MILLER, J. D. et al. Public acceptance of evolution in the United States, 1985–2020. *Public Understanding of Science*, v. 31, n. 2, 2021. p. 223-238.
- MOTA, H. S. *Evolução biológica e religião: atitudes de jovens estudantes brasileiros*. 2013. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. *Estatística básica*. 7 ed. São Paulo: Editora Saraiva, 2017.
- NADELSON, L.; SOUTHERLAND, S. Examining the Interaction of Acceptance and Understanding: How Does the Relationship Change with a Focus on Macroevolution?. *Evo Edu Outreach*, n. 3, 2010. p. 82-88.
- OLEQUES, L. C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L.; BOER, N. Evolução biológica: percepções de professores de biologia. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 10, n. 2, 2011. p. 243-263.
- OLIVEIRA, G. S. *Estudantes e a evolução biológica: conhecimento e aceitação no Brasil e Itália*. 2015. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.
- OLIVEIRA, G.; BIZZO, N. Evolução biológica e os estudantes brasileiros: conhecimento e aceitação. *Investigações em Ensino de Ciências*, v. 20, n. 2, 2015. p. 161-185.
- RUTLEDGE, M. L.; MITCHELL, M. A. High school biology teachers' knowledge structure, acceptance & teaching of evolution. *The American biology teacher*, 2002. p. 21-28.
- SANTOS GOUW, A. M. *As opiniões, interesses e atitudes dos jovens brasileiros frente à ciência: Uma avaliação em âmbito nacional*. 2013. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- SCHEINER, S. Toward a conceptual framework for biology. *The Quarterly review of biology*, v. 85, n. 3, 2010. p. 293-318.



SMITH, M. U. Counterpoint: Belief, Understanding, and the Teaching of Evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, Chapel Hill, v. 31, n. 5, p. 591–597, 1994.

TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. *Genetics and molecular biology*, v. 27, n. 1, 2004. p. 124-131.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. *ComCiência*, n. 107, 2009.

VIEIRA, S. *Como elaborar questionários*. São Paulo: Atlas. 2009.

VOGT, C (Coord). Capítulo 12: Percepção pública da ciência e da tecnologia no Estado de São Paulo. In. FAPESP, *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo, 2004*. São Paulo: FAPESP, 2005.

_____. Capítulo 12: Percepção pública da ciência e da tecnologia no Estado de São Paulo. In. FAPESP, *Indicadores de ciência, tecnologia e inovação em São Paulo, 2010*. São Paulo: FAPESP, 2011.



**APÊNDICE – Frequências relativas dos itens do questionário – 2020
(continua)**

	Itens	DT*	DP*	CP*	CT*
Aceitação da Evolução Biológica					
Q01	A teoria da evolução biológica explica o surgimento de novas espécies através do processo de descendência com modificação.	6,1%	1,0%	13,3%	79,6%
Q02	A evolução biológica é uma teoria que consiste na mudança das características hereditárias ao longo das gerações.	1,0%	0,0%	21,4%	77,6%
Q03	A teoria da evolução biológica oferece uma explicação sobre a diversidade dos organismos vivos no planeta.	1,0%	1,0%	11,2%	86,7%
Descendência com modificação					
Q04	Os fósseis são evidências de seres vivos que viveram no passado.	6,1%	7,1%	6,1%	80,6%
Q05	Os organismos mudam com o objetivo de se adaptarem ao meio em que vivem.	21,4%	18,4%	12,2%	48,0%
Q06	Os seres vivos são selecionados pelo ambiente em que vivem.	5,1%	2,0%	21,4%	71,4%
Q07	O sucesso reprodutivo de uma espécie é fundamental para transmissão de suas características para as próximas gerações.	2,0%	2,0%	10,2%	85,7%
Q08	A mutação é um mecanismo evolutivo que produz mudanças nas características dos seres vivos.	2,0%	2,0%	17,3%	78,6%
Especiação					
Q09	Todas as espécies de seres vivos surgiram ao mesmo tempo.	68,4%	11,2%	5,1%	15,3%
Q10	Os seres humanos são descendentes dos macacos.	78,6%	13,3%	3,1%	5,1%
Q11	Novas características surgem por meio da modificação de características herdadas.	6,1%	2,0%	10,2%	81,6%
Q12	Os seres humanos compartilham um ancestral comum com os macacos.	11,2%	5,1%	10,2%	73,5%
Q13	A sobrevivência é um fator importante que contribui para o sucesso reprodutivo dos seres vivos.	0,0%	0,0%	11,2%	88,8%
Q14	Características físicas (aparência) são uma forma eficiente para determinar se indivíduos são da mesma espécie ou não.	16,3%	16,3%	26,5%	40,8%

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022. Legenda: Os itens em negrito representam proposições conceitualmente incorretas. *DT – Discordo Totalmente. DP – Discordo Parcialmente. CP – Concordo Parcialmente. CT – Concordo Totalmente.



**APÊNDICE – Frequências relativas dos itens do questionário – 2020
(continua)**

	Itens	DT	DP	CP	CT
Origem única / Ancestralidade comum					
Q15	Espécies atuais de animais e plantas descendem de outras espécies do passado.	5,1%	0,0%	9,2%	85,7%
Q16	Os organismos estão classificados em grupos que refletem seu grau de parentesco.	0,0%	1,0%	26,5%	72,4%
Q17	Somente seres vivos fisicamente parecidos possuem o mesmo ancestral comum.	52,0%	8,2%	12,2%	27,6%
Q18	A árvore da vida (filogenia) descreve como todos os seres vivos do planeta estão relacionados.	1,0%	1,0%	29,6%	68,4%
Gradualismo					
Q19	A evolução biológica é um processo que não acontece atualmente, ocorreu apenas no passado.	64,3%	5,1%	5,1%	25,5%
Q20	A evolução biológica é um processo que promove a melhora e aperfeiçoamento dos seres vivos.	18,4%	22,4%	32,7%	26,5%
Q21	Todas as espécies existentes são igualmente evoluídas.	15,3%	7,1%	12,2%	65,3%
Q22	As espécies não sofrem mudanças ao longo do tempo.	71,4%	14,3%	6,1%	8,2%
Q23	As mudanças evolutivas nos seres vivos ocorrem com o passar das gerações.	4,1%	5,1%	11,2%	79,6%
Variabilidade					
Q24	Sem variação genética não pode haver evolução biológica.	5,1%	7,1%	30,6%	57,1%
Q25	As diferenças entre os vários tipos de seres vivos os tornam mais adaptados ou menos adaptados ao ambiente.	2,0%	2,0%	12,2%	83,7%
Q26	A maioria das mutações surgem de erros na replicação do código genético.	3,1%	2,0%	12,2%	82,7%
Q27	O homem se originou da mesma forma que as demais espécies de seres vivos.	6,1%	2,0%	15,3%	76,5%
Q28	Quanto mais semelhante ao homem, mais evoluído é o ser vivo.	64,3%	12,2%	11,2%	12,2%
Q29	O uso frequente ou a falta de uso de um órgão por ser vivo produz mudanças que podem ser transmitidas aos descendentes.	12,2%	2,0%	16,3%	69,4%

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022. Legenda: Os itens em negrito representam proposições conceitualmente incorretas. *DT – Discordo Totalmente. DP – Discordo Parcialmente. CP – Concordo Parcialmente. CT – Concordo Totalmente.



**APÊNDICE – Frequências relativas dos itens do questionário – 2020
(conclusão)**

	Itens	DT	DP	CP	CT
Seleção natural					
Q30	A resistência de insetos a certos tipos de pesticidas é um exemplo de seleção natural.	0,0%	2,0%	7,1%	90,8%
Q31	O uso excessivo de antibióticos pode provocar seleção natural em uma população de bactérias.	0,0%	1,0%	8,2%	90,8%
Q32	A seleção natural não é sinônimo de evolução e sim um mecanismo evolutivo que edita a biodiversidade.	4,1%	3,1%	17,3%	75,5%
Q33	As espécies atuais não são as mesmas que existiram há milhões de anos.	12,2%	10,2%	17,3%	60,2%
Q34	As adaptações de um ser vivo em determinado ambiente aumentam suas chances de sobrevivência e reprodução.	2,0%	1,0%	11,2%	85,7%
Q35	A domesticação de plantas e animais feitas pelo homem é resultado de um processo de seleção artificial.	6,1%	3,1%	4,1%	86,7%
Contingência					
Q36	Populações de seres vivos geograficamente isoladas, após certo tempo, podem acumular diferenças que levam ao isolamento reprodutivo.	1,0%	5,10%	15,3%	78,6%
Q37	A evolução não implica necessariamente no perfeioamento dos organismos, e sim na mudança dos mesmos ao longo das gerações.	7,1%	2,0%	12,2%	78,6%
Q38	A evolução biológica é um processo inevitável e aleatório, que pode ocorrer em qualquer espécie de ser vivo.	3,1%	2,0%	9,2%	85,7%
Q39	O meio ambiente está intimamente relacionado com a evolução dos organismos, podendo favorecer ou não a sua sobrevivência.	0,0%	1,0%	17,3%	81,6%
Q40	O homem é o ser vivo mais evoluído do planeta.	56,1%	15,3%	10,2%	18,4%

Fonte: Elaborado pelas autoras, 2022. Legenda: Os itens em negrito representam proposições conceitualmente incorretas. *DT – Discordo Totalmente. DP – Discordo Parcialmente. CP – Concordo Parcialmente. CT – Concordo Totalmente.