

Conhecimento sobre evolução biológica: um estudo com graduandos em ciências biológicas da universidade do estado do Rio Grande do Norte-UERN

Knowledge about biological evolution: a study with undergraduates in biological sciences from the university of the state of Rio Grande do Norte-UERN

Magnólia Fernandes Florêncio de Araújo¹
Maria da Conceição Vieira de Almeida Menezes²
Natanael Charles da Silva³
Kleberson de Oliveira Porpino⁴

Resumo

O estudo objetivou identificar, nos graduandos ingressantes no curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual do Rio Grande do Norte, o conhecimento que eles apresentam sobre evolução biológica. A pesquisa qualitativa contou com a participação de 37 estudantes e fez uso de um questionário produzido em três fases: exploratória, revisão e consolidação. Os resultados apontam que os conhecimentos dos alunos sobre seleção natural e adaptação estão embasados nas ideias lamarckistas, e à deriva genética é um assunto pouco compreendido pelos discentes. No que se refere à adaptação, prevaleceram as ideias de que o indivíduo se adapta ao ambiente e que incorpora características adaptativas. Assim, considera-se fundamental que a abordagem da seleção natural, adaptação e deriva genética nos livros didáticos seja isenta de termos que induzam o aluno a reforçar uma ideia equivocada ou errônea sobre esses assuntos, e que os docentes deem preferência a estratégias de ensino e uso de recursos didáticos diversificados que sejam delimitados e elaborados numa concepção de aprendizagem crítica e reflexiva para o aluno.

Palavras-chave: Ensino de evolução biológica; Formação docente; Recursos metodológicos diversificados.

Abstract

The study aimed to identify the knowledge of undergraduate students entering the Biological Sciences program at the State University of Rio Grande do Norte regarding biological evolution. This qualitative research involved 37 students and utilized a questionnaire developed in three phases: exploratory, review, and consolidation. The results reveal that Lamarckian ideas heavily influence the students' understanding of natural selection and

¹ Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN) | magffaraujo@gmail.com

² Universidade estadual do Rio Grande do Norte | mariaalmeida@uern.br

³ Universidade Federal do Rio Grande do Norte | natanaelcharles@gmail.com

⁴ Universidade Estadual do Rio Grande do Norte | klebersonporpino@uern.br

adaptation, and genetic drift is a poorly understood concept. Regarding adaptation, many students believe that individuals adapt to the environment and incorporate adaptive characteristics. Given these findings, the presentation of natural selection, adaptation, and genetic drift in textbooks must avoid terms that might reinforce misconceptions. Additionally, educators should prioritize teaching strategies and diverse didactic resources to foster critical and reflective learning. This approach will help correct misunderstandings and promote a deeper, more accurate understanding of evolutionary concepts among students.

Keywords: Teaching of biological evolution; Teacher training; Diversified methodological resources.

Introdução

A Teoria da Evolução Biológica é amplamente disseminada no contexto do ensino de Biologia para o estudo e explicação científica da origem e da diversidade dos organismos. A importância atribuída à obrigatoriedade do conteúdo de evolução a ser ensinado nos diferentes níveis de ensino deve-se às explicações de natureza científica de conceitos da teoria evolutiva que dimensionam a compreensão das Ciências Biológicas. Em outras palavras, a teoria contribui para o entendimento dos demais assuntos desse campo de conhecimento, sendo considerada como eixo unificador (Costa *et al.*, 2011; Oleques *et al.*, 2011). Pesquisas realizadas sobre o ensino e aprendizagem desse conteúdo, a partir da compreensão de alunos e das concepções de professores, têm evidenciado que o ensino dos conceitos de Evolução Biológica apresenta algumas dificuldades para que sejam de fato compreendidos (Oleques *et al.*, 2011; Valença; Falcão, 2012).

Alguns motivos podem estar relacionados à influência cultural-religiosa e à falta de uma base de conteúdos conceituais que serviriam de pré-requisitos para o entendimento da temática. Muitas vezes, isso não é alcançado durante o processo de ensino e aprendizagem no contexto educativo, devido à falta de aquisição aprofundada e significativa desse assunto no ensino básico, certamente em decorrência do pouco domínio desse conteúdo pelo professor. Esse fato pode contribuir para o estabelecimento de concepções equivocadas, levando à rejeição de explicações na perspectiva científica (Meghioratti *et al.*, 2006; Corrêa *et al.*, 2010; Pazza *et al.*, 2010; Silva; Paula; Mazaro-Costa, 2020).

A dificuldade para ensinar a teoria da evolução não se restringe apenas ao ensino médio, mas também se apresenta no ensino superior, certamente com conotações diferentes em relação aos professores e alunos (Oleques *et al.*, 2011; Valença; Falcão, 2012). Entre professores do ensino médio, há problemas que vão desde questões religiosas até questões epistemológicas quando o assunto trabalhado é Evolução Biológica. Para o professor do ensino superior, as dificuldades estão mais relacionadas à abordagem desse conteúdo, que requer do aluno a relação com outros temas estudados, como genética, ecologia e paleontologia, pois nem sempre ele apresenta domínio de conceitos trabalhados nesses conteúdos (Oleques *et al.*, 2011; Valença; Falcão, 2012).

Algumas dificuldades para o ensino de Evolução Biológica no contexto escolar estão relacionadas a fatores como: a) erros e equívocos conceituais presentes nos livros didáticos; b) escassez de material didático; c) concepções de alunos ligadas a crenças religiosas; d) capacidade de abstração do conteúdo; e) a ordem sequencial na qual o conteúdo se encontra estruturado nos livros didáticos de Biologia do ensino médio. É preciso superar esses

obstáculos para melhorar a aprendizagem sobre o tema (Corrêa *et al.*, 2010; Agnoletto; Bellini, 2012; Moura; Silva-Santana, 2012; Colli; Bastos; Andrade, 2022).

Araújo (2020) reforça que o ensino de Evolução Biológica não deve ser simplesmente pautado em descrever o processo de seleção natural e o conceito de adaptação, é preciso considerar uma apresentação mais completa de todos os mecanismos evolutivos básicos descritas pela comunidade científica e o confronto das concepções equivocadas no contexto de ensino. Com isso, recai sobre o professor a responsabilidade de ensinar esse campo do conhecimento, considerando a teoria evolutiva para explicar processos biológicos. No entanto, sabe-se que, muitas vezes, as próprias concepções dos professores sobre a evolução dos seres vivos não coincidem com as explicações científicas, fato que pode estar relacionado com a formação profissional do professor (Lunardi; Marques; Schetinger, 2023).

Nesse sentido, faz-se necessário que o professor trabalhe mais intensivamente com exemplos e textos complementares sobre as outras evidências da Evolução Biológica, para que não seja petrificada na concepção dos alunos a ideia de que apenas o registro fóssil se estabelece como prova desse processo, o que já é sobremaneira reforçado pelos livros didáticos. As questões que se colocam sobre esses temas estão no entendimento de que pode haver problemas relacionados à aprendizagem desses conteúdos no ensino médio. Para tanto, questiona-se: O que os alunos que ingressaram nos Cursos de Ciências Biológicas (licenciatura e bacharelado) da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, já sabem sobre os assuntos de seleção natural, adaptação e deriva genética? Nesse sentido, o objetivo do estudo foi identificar, nos graduandos ingressantes no curso de Ciências Biológicas da Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, o conhecimento que eles apresentam sobre os assuntos de seleção natural, adaptação e deriva genética.

Percurso metodológico

A pesquisa adotou uma abordagem metodológica qualitativa (Minayo, 2008; Creswell, 2010) e utilizou um questionário para identificar as questões pretendidas com o objetivo do estudo, para evidenciar as ideias prévias que os aprendizes trazem para a sala de aula

Para o estudo, utilizamos um instrumento de coleta (questionário) composto por questões fechadas, divididas em três grupos, sobre Evolução Biológica. No primeiro grupo, havia imagens das capas de oito livros didáticos de Biologia aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) utilizados no Ensino Médio, com seus respectivos autores, para que o aluno identificasse e marcasse a figura correspondente ao livro que utilizou, com o objetivo de estudar o conteúdo de Evolução Biológica. No segundo grupo, incluímos questões de múltipla escolha para que os participantes indicassem e escolhessem a alternativa correta sobre os temas seleção natural, adaptação e deriva genética. No terceiro grupo, apresentamos perguntas com alternativas de verdadeiro ou falso sobre os temas acima.

O questionário consistiu em três fases:

a) Fase exploratória – Revisão de estudos de questionários semelhantes e elaboração da primeira versão;

b) Fase de revisão – O questionário foi submetido a uma revisão científica por um especialista da área de Evolução Biológica para correções e sugestões;

c) Fase de consolidação – Após as correções, o instrumento foi validado por um especialista da área de Evolução Biológica e, em seguida, submetido ao comitê de ética da

Universidade do Estado do Rio Grande do Norte, onde foi aprovado (CAAE: 34655214.9.0000.5294) e deliberado para ser aplicado aos estudantes.

A amostra contou com 37 (trinta e sete) estudantes dos cursos de graduação em Ciências Biológicas da UERN, nas modalidades licenciatura e bacharelado. Na época da pesquisa, os alunos estavam cursando o primeiro, segundo e terceiro períodos, nos turnos matutino e vespertino. Optou-se por esses períodos porque a disciplina de Evolução Biológica não estava incluída na oferta para os ciclos referenciados, o que evitou influenciar as respostas dos alunos.

Antes de responder ao questionário, o participante leu e assinou o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE). Após a coleta desse documento, como garantia para preservar o anonimato dos respondentes, o questionário e uma caneta fornecida pelo pesquisador responsável foram entregues aos participantes. Estes se mostraram disponíveis, e não houve qualquer rejeição em responder o instrumento.

Resultados e discussão

A primeira pergunta referia-se ao livro didático no qual o aluno havia estudado o conteúdo de Evolução Biológica no Ensino Médio. O livro mais citado foi o de Amabis e Martho, seguido pelos livros de César, Sezar e Nelson (Figura 1).

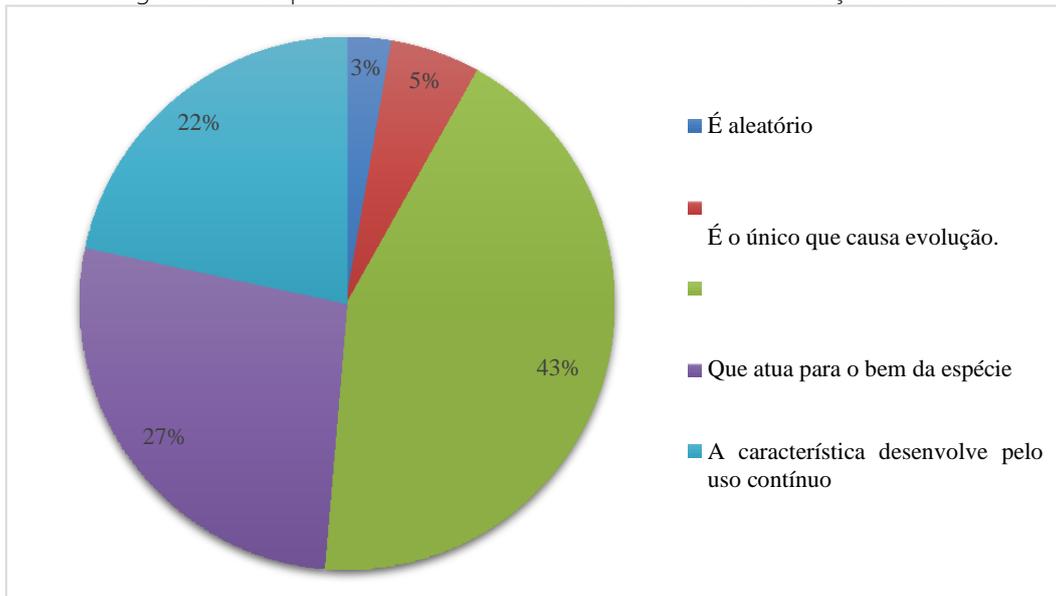
Figura 1 – Livros didáticos estudados pelos alunos no Ensino Médio



Fonte: Dados da pesquisa

Com relação à questão que investigou o conhecimento dos discentes sobre seleção natural, 43% acertaram a pergunta (Figura 2). Esses alunos responderam que a seleção natural atua sobre a variabilidade existente nas populações, favorecendo os indivíduos que apresentam características hereditárias mais vantajosas em um determinado ambiente.

Figura 2 – Compreensão dos discentes sobre o conceito de seleção natural



Fonte: Dados da pesquisa

Por outro lado, 22% dos respondentes afirmaram que a seleção natural é um processo no qual o indivíduo desenvolve uma característica a partir de seu uso contínuo, decorrente das necessidades impostas pelas condições ambientais. Esse resultado é importante, pois revela que o entendimento de Evolução Biológica relacionado à seleção natural por esses sujeitos está centrado na perspectiva lamarckista (Lawson; Thompson, 1988; Bishop; Anderson, 1990).

É importante destacar que discutir as ideias evolucionistas de Lamarck é relevante do ponto de vista histórico, esclarecendo que a base explicativa utilizada pelo cientista (lei do uso e desuso e da herança das características adquiridas) não foi bem-sucedida em elucidar as mudanças evolutivas. (Willmer *et al.*, 2005; Freeman; Herron, 2009; Futuyma, 2009).

O entendimento de que a seleção natural atua para o bem da espécie aparece em 27% das respostas dadas pelos alunos. Esse fato pode estar relacionado à ideia persistente entre os educandos de que a seleção natural fornece aos organismos o que eles precisam, como se o ambiente previsse as necessidades dos indivíduos. Sabe-se que não há uma intenção no processo de seleção natural para a sobrevivência do organismo; o que ocorre é a atuação da seleção natural sobre a variação genética da população (Coyne, 2012; El-Hani *et al.*, 2015). As ideias persistentes entre os alunos sobre a evolução, centradas no pensamento lamarckista e na intencionalidade, revelam que o ensino desse conteúdo no Ensino Médio tem sido tratado de maneira superficial, não permitindo seu aprofundamento. Para melhorar a compreensão da evolução, seria necessário avançar na forma como o assunto é abordado, ajudando os alunos a entenderem que o estudo da evolução não se restringe apenas ao exemplo do pescoço da girafa atribuído a Lamarck, amplamente difundido nos livros didáticos, e que a evolução não é sinônimo de progresso e melhoria da espécie (Tidon; Vieira, 2009).

Reconhece-se que uma mudança conceitual não ocorre rapidamente, mas exige trabalho pedagógico que implemente atividades desafiadoras, capazes de colocar o aluno em situações de aprendizagem que o façam refletir e enfrentar cognitivamente a construção conceitual, a qual pode não corresponder ao saber cientificamente estabelecido (Giordan; Vecchi, 1996). Nesse sentido, uma abordagem mais eficaz da seleção natural com os alunos

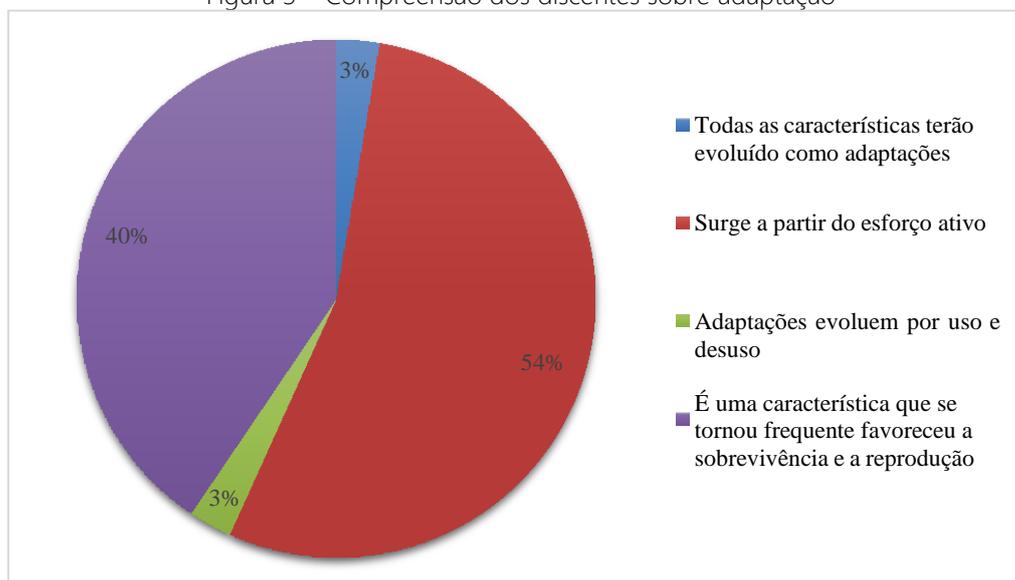
do ensino médio pode ser feita através de estratégias que os desafiem, como, por exemplo, propondo uma questão-problema (Pozo, 2002). É importante destacar que a realidade do problema a ser proposto deve estar próxima do conhecimento prévio do educando sobre o assunto, para que ele possa confrontar suas ideias e avaliá-las em relação à teoria científica estabelecida (Sinatra *et al.*, 2008; El-Hani *et al.*, 2015).

Os resultados indicam que, apesar de um percentual de alunos ter acertado a questão, ainda há um entendimento da Evolução Biológica por seleção natural que precisa ser aprimorado. É necessário, portanto, romper a ideia de seleção natural como um processo com finalidade (Gregory, 2009; Pazza *et al.*, 2010; Coyne, 2012).

Compreender o conceito de seleção natural é fundamental para entender a biologia evolutiva, embora se saiba que esse processo não é o único que explica as mudanças em populações naturais. No entanto, ele nos ajuda a entender como com genes que produzem adaptações mais adequadas para um determinado ambiente se tornam mais frequentes ao longo do tempo, contribuindo para a compreensão dos processos evolutivos (Futuyma, 2009; Gregory, 2009; Pazza *et al.*, 2010; Coyne, 2012).

Sobre adaptação, 54% dos alunos responderam que é uma característica que surge a partir do esforço ativo dos indivíduos para melhor aproveitar os recursos do ambiente em que vivem (Figura 3). Nessa percepção, identifica-se um equívoco bastante comum quando se fala do tema, que é a ideia de que o indivíduo tenta se adaptar ao meio, ou seja, que há esforço, vontade ou tentativas para que ele se adapte (Gregory, 2009; Werth, 2012).

Figura 3 – Compreensão dos discentes sobre adaptação



Fonte: Dados da pesquisa

O entendimento de adaptação, no contexto evolutivo, está diretamente relacionado com a compreensão de seleção natural. No âmbito da Evolução Biológica, a adaptação é uma característica que aumenta a capacidade de sobrevivência e reprodução de um indivíduo em comparação com aqueles que não a possuem (Freeman; Herron, 2009). O aumento da frequência dos indivíduos portadores dessa característica é elucidado pela seleção natural, que explica as adaptações (Freeman; Herron, 2009; Futuyma, 2009).

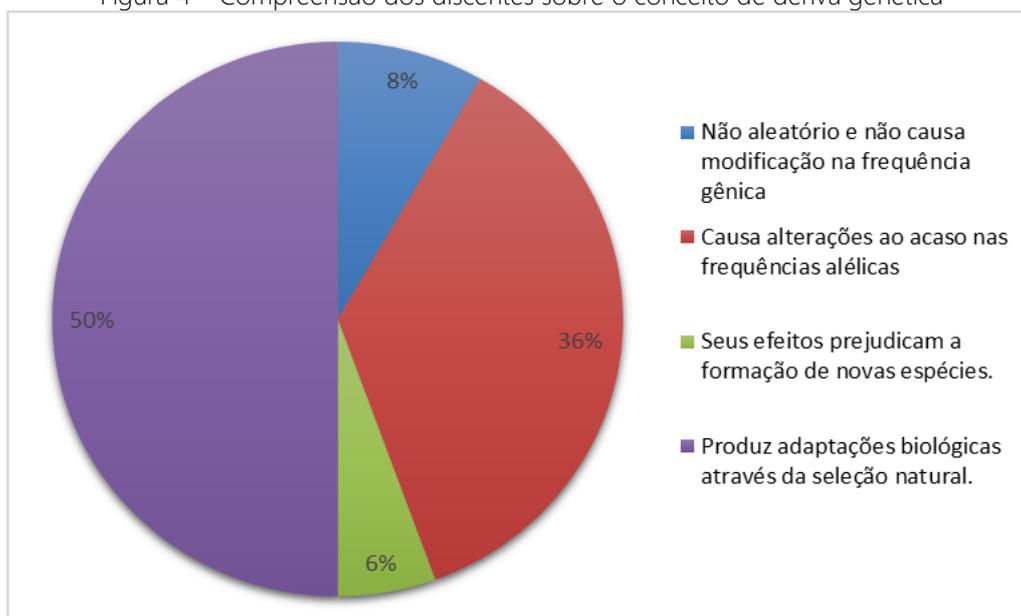
A partir desse resultado, pode-se inferir que, ao responder que a adaptação consiste no esforço do indivíduo para se adaptar ao meio, os alunos não compreendem como essa adaptação é produzida através da seleção natural. Na verdade, a seleção natural atua sobre a variabilidade genética dentro de uma população, favorecendo características que aumentam a capacidade de sobrevivência e reprodução dos indivíduos (Freeman; Herron, 2009; Coyne, 2012).

Compreender como a adaptação de um indivíduo ocorre é fundamental para perceber os processos evolutivos, e isso pode ser explicado pela seleção natural. Portanto, o aluno deve entender que o aumento da capacidade reprodutiva de um indivíduo é o que permite que uma adaptação evolua; ou seja, é a reprodução, e não apenas a sobrevivência, que garante que certos genes sejam passados para as gerações futuras e, assim, contribua para a evolução (Freeman; Herron, 2009; Coyne, 2012).

Diante dos resultados descritos, surge uma questão importante: é necessário superar o entendimento predominante entre os estudantes de que a adaptação é um esforço ou vontade do organismo para permanecer no ambiente. A persistência dessa ideia será sempre um obstáculo para compreender que a evolução através da seleção natural não ocorre para produzir o melhor adaptado ou para o bem da espécie; o processo apenas seleciona os indivíduos que aumentam sua aptidão através da adaptação (Willmer *et al.*, 2005; Freeman; Herron, 2009).

Os resultados sobre a deriva genética mostram que 36% dos alunos acertaram a questão (Figura 4), mas 64% demonstram uma confusão conceitual sobre o tema. Dentre esses, 50% afirmaram que a deriva genética é um mecanismo evolutivo que produz adaptações biológicas através da seleção natural. Entretanto, embora ambos estejam relacionados à evolução, tratam-se de processos distintos. Esse dado é preocupante, uma vez que a deriva genética é tão importante para explicar os processos evolutivos quanto a seleção natural (Freeman; Herron, 2009; Futuyma, 2009).

Figura 4 – Compreensão dos discentes sobre o conceito de deriva genética



Fonte: Dados da pesquisa

Assim, a deriva genética não produz adaptações, embora possa influenciar a evolução destas. O que ocorre é que esse processo pode alterar a frequência de alelos, independentemente de ser benéfico ou prejudicial para o indivíduo, ao contrário da evolução por seleção natural. Compreender a importância da deriva genética é fundamental para reconhecer outros mecanismos de evolução, desmitificando a ideia de que os processos evolutivos ocorrem apenas por seleção natural (Coyne, 2012).

Uma porcentagem de alunos (8%) afirmou que a deriva genética é um processo não-aleatório e que não causa modificação na frequência de alelos, quando, na verdade, é justamente o contrário. Isso reforça o desconhecimento sobre o assunto. Além disso, 6% dos alunos confirmaram que os efeitos da deriva genética prejudicam a formação de novas espécies, o que também demonstra falta de compreensão sobre como esse processo se desenrola. Os resultados sugerem que o tema parece ser pouco explorado no ensino de Evolução Biológica, o que é preocupante, pois indica que a teoria evolutiva pode estar sendo abordada de forma restrita e fragmentada no Ensino Médio.

Compreender a evolução através da deriva genética pode ajudar os alunos a perceberem que, na biologia evolutiva, não há um componente intencional nas explicações para certos processos biológicos, e que o acaso e a aleatoriedade podem contribuir para processos evolutivos. Outro ponto importante é que o estudo evolutivo não se restringe apenas às ideias de Darwin e/ou Lamarck (Mead; Scott, 2010; Yates; Marek, 2013).

Reconhece-se que ensinar deriva genética para alunos do Ensino Médio não é uma tarefa fácil. Devido ao seu caráter eminentemente abstrato, torna-se desafiador para o professor abordá-la, reforçando a necessidade de utilizar diferentes ferramentas pedagógicas como meios facilitadores da aprendizagem.

Os resultados deste estudo sugerem que o conhecimento dos alunos sobre Evolução Biológica na perspectiva lamarckista pode estar relacionado ao fato de que, no Ensino Médio, o aprendizado desse conteúdo frequentemente se concentra nas ideias de Lamarck. O clássico exemplo do pescoço da girafa é amplamente explorado, especialmente em livros didáticos, o que pode levar à internalização dessas ideias na memória dos alunos (Meyer; El-Hani, 2005; Corrêa *et al.*, 2010; Franco; Kato, 2015).

Ressalta-se, entretanto, que não se trata de negar a importância das ideias de Lamarck ou considerar que sejam menos científicas, mas o ensino de evolução na escola básica não pode se restringir apenas a esse aspecto. Os conteúdos devem ser abordados de forma a permitir que o aluno compreenda como o conhecimento e a validação das teorias ocorrem em um determinado momento histórico, sendo essas teorias refutadas à medida que novos achados são comprovados e sustentados pela Ciência (Meyer; El-Hani, 2005; Franco; Kato, 2015).

Com relação às afirmativas em que os participantes deveriam responder com verdadeiro ou falso, os resultados evidenciam que a compreensão conceitual sobre seleção natural de um percentual significativo de alunos está incorreta. Isso é ressaltado pelas respostas dadas, cujas ideias explicativas, também baseadas na teoria de Lamarck, contrastam com o que ocorre no processo de seleção natural. (Gregory, 2009; Corrêa *et al.*, 2010; Pazza *et al.*, 2010; Yates; Marek, 2013). Outro fator que pode influenciar os alunos a manterem a ideia de evolução baseada no pensamento lamarckista está relacionado às próprias concepções que os professores têm sobre evolução (Valença; Falcão, 2012).

As respostas confirmam que um percentual significativo de alunos dessa amostra apresenta ideias de Evolução Biológica na perspectiva do pensamento lamarckista. Esse fato

reforça que o ensino de evolução tem sido centrado em uma perspectiva que se distancia do que é proposto cientificamente, revalidando a teoria da evolução como uma explicação plausível para as diferentes formas adaptativas presentes no ambiente (Willmer *et al.*, 2005; Freeman; Herron, 2009; Futuyma, 2009).

Para Sepúlveda e El-Hani (2014), é desafiador para o ensino de evolução fazer com que o aluno compreenda o conceito de adaptação, considerando alguns pontos importantes. A adaptação é fundamental para entender os aspectos evolutivos na perspectiva darwinista, e o próprio termo é polissêmico, o que contribui para confundir a percepção do aprendiz.

Constata-se, no presente estudo, que parte dos alunos conseguiu relacionar a característica adaptativa de uma espécie com a seleção natural. Entretanto, identificou-se também que 35% ainda não compreendem plenamente o conceito de adaptação. A importância do ensino de Evolução Biológica no Ensino Médio não se limita apenas à apropriação desse saber científico, mas também à compreensão de questões que estão em discussão no meio social, como o avanço de doenças provocadas por vírus, a resistência de bactérias a certos antibióticos e a resistência de insetos a inseticidas (Meyer; El-Hani, 2005).

Em estudo realizado por Araújo (2022), ficou evidenciado que o nível de formação em Biologia, especificamente a graduação, não contribui para um conhecimento mais amplo da teoria da evolução. Esse fato se torna preocupante quando confrontado com os dados encontrados no presente trabalho, pois os estudantes já demonstram uma certa defasagem de conhecimentos sobre Evolução Biológica no início da formação. Diante dessa constatação, deve-se considerar o impacto das abordagens metodológicas que serão utilizadas tanto na formação acadêmica a nível de graduação, quanto na Educação Básica a respeito do ensino de Evolução Biológica, uma vez que as pesquisas apontam a existência de conceitos errôneos sobre a evolução sendo ensinados.

Assim, é oportuno que os docentes da área biológica e os estudantes em formação estejam atentos e motivados para a superação dos problemas apontados no estudo de Araújo (2020), que afirma que a graduação em Ciências Biológicas (tanto no início, quanto na fase avançada) não parece modificar, de fato, as concepções equivocadas sobre seleção natural e adaptação que os estudantes trazem do Ensino Médio. Nesse sentido, é importante oferecer cursos de formação continuada sobre Evolução Biológica para os professores da rede básica de ensino, além de desenvolver, por meio de projetos institucionais, oficinas pedagógicas com os estudantes. Também é crucial melhorar a formação inicial dos professores de Biologia para superar concepções equivocadas sobre evolução, permitindo, inclusive, que o conteúdo apresentado nos livros didáticos seja visto por eles de forma crítica.

Considerações finais

Os resultados contribuíram para elucidar alguns pontos importantes sobre os conhecimentos apresentados por estudantes do Curso de Ciências Biológicas da UERN a respeito da Evolução Biológica. O objetivo inicial foi alcançado ao evidenciar que os conhecimentos dos alunos sobre seleção natural e adaptação estão baseados em ideias lamarckistas, e que a deriva genética é um assunto pouco compreendido pelos discentes. No que se refere à adaptação, prevaleceram as ideias de que o indivíduo se adapta ao ambiente e que incorpora características adaptativas.

São apresentadas, neste estudo, as seguintes sugestões para o ensino dos assuntos seleção natural, adaptação e deriva genética no contexto do Ensino Médio: a) Abordagem

nos Livros Didáticos: Apresentar os temas da seleção natural, adaptação e deriva genética nos livros didáticos de forma isenta de termos que induzam o aluno a reforçar ideias prévias equivocadas ou errôneas sobre estes assuntos; b) Recursos Visuais: Incluir recursos visuais, como desenhos, fotografias e esquemas sobre seleção natural, adaptação e deriva genética, de maneira coerente com o texto e as legendas, no sentido de melhorar a compreensão do caráter abstrato desses conceitos; c) Estratégias de Ensino: desenvolver e utilizar recursos didáticos diversificados, elaborados com uma concepção de aprendizagem crítica e reflexiva. Em qualquer caso, é necessário definir claramente os objetivos de ensino a serem alcançados.

Espera-se que o presente estudo possa contribuir para a reflexão de professores e alunos sobre o processo de ensino e aprendizagem em Evolução Biológica, incentivando uma análise crítica quanto à utilização de recursos educativos, como os livros didáticos, para promover uma aprendizagem significativa.

Referências

- AGNOLETTO, R.; BELLINI, M. Representação social do conceito de evolução de Darwin por professores de Biologia. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 5, n. 1, p. 12-31, 2012.
- AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. *Biologia das populações*. São Paulo: Moderna, 2010. v. 3.
- 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, p. 332-346, 2020.
- ARAÚJO, L. A. L. Evolução como eixo central da biologia: um curso para graduandos e pós-graduandos em ciências biológicas. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 28, p. e22010, 2022.
- BELLINI, L. M. Avaliação do conceito de evolução no livro didático. *Estudos em Avaliação Educacional*, v. 17, n. 33, 2012.
- BISHOP, B. A.; ANDERSON, C. W. Student conceptions of natural selection and its role in evolution. *Journal of Research in Science Teaching*, n. 27, p. 415-427, 1990.
- COLLI, P. L. G.; BASTOS, V. C.; ANDRADE, M. A. B. S. O papel da Evolução biológica no ensino de Biologia a partir da visão de professores. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v. 18, n. 41, p. 237-254, 2022.
- CORRÊA, A. L. et al. História e Filosofia da Biologia como ferramenta no Ensino de Evolução na formação inicial de professores de Biologia. *Filosofia e História da Biologia*, v. 5, n. 2, p. 217-237, 2010.
- COSTA, L. O. et al. Reflexões acerca das diferentes visões de alunos do ensino médio sobre a origem da diversidade biológica. *Ciência & Educação*, v. 17, n. 1, p. 115-128, 2011.
- COYNE, J. A. *A evidência da evolução: porque é que Darwin tinha razão*. [S. l.]: Ed tintada-china, 2012.
- CRESWELL, J. W. *Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto*. 3. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.
- EL-HANI, C. N. et al. Conceptual Profiles: Theoretical-methodological Grounds and Empirical Studies. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, v. 167, p. 15-22, 2015.

- FRANCO, R. A. G.; KATO, D. S. As concepções sobre as teorias evolutivas em licenciandos em ciências biológicas e suas implicações para o ensino. *Educação*, v. 5, n. 1, p. 9-24, 2015.
- FREEMAN, S.; HERRON, J. C. *Análise evolutiva*. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.
- FUTUYMA, D. J. *Evolution*. 2. ed. [S. l.]: Sinauer Associates, 2009.
- GIORDAN, A.; VECCHI, G. *As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos*. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.
- GREGORY, T. R. Understanding Natural Selection: Essential Concepts and Common Misconceptions. *Evolution: Education and Outreach*, v. 2, p. 156-175, 2009.
- LAWSON, A. E.; THOMPSON, L. D. Formal reasoning ability and misconceptions concerning genetics and natural selection. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 25, p. 733-746, 1988.
- LUNARDI, L.; MARQUES, K. C. D.; SCHETINGER, M. R. C. Ensino de evolução biológica e formação docente: uma análise dos trabalhos publicados no ENPEC e no ENEBIO. *Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio*, p. 1468-1490, 2023.
- MEAD, L. S.; SCOTT, E. C. Problem concepts in evolution part II: cause and chance. *Evolution: Education and Outreach*, v. 3, p. 261-264, 2010.
- MEGLHIORATTI, F. A.; CALDEIRA, A. M. A.; BORTOLOZZI, J. Recorrência da ideia de progresso na história do conceito de evolução biológica e nas concepções de professores de biologia: interfaces entre produção científica e contexto sócio-cultural. *Filosofia e História da Biologia*, n. 1, p. 107-123, 2006.
- MEYER, D.; EL-HANI, C. N. *Evolução: o sentido da biologia*. São Paulo: UNESP, 2005. MINAYO, M. C. S. (org). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. 27. ed. Petrópolis: Vozes, 2008.
- MOURA, J. C.S.; SILVA-SANTANA, C. C. A evolução humana sob a ótica do professor do ensino médio. *Revista metáfora educacional*, v. 13, p. 93-108, 2012.
- OLEQUES, L. C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L.; BOER, N. Evolução biológica: percepções de professores de biologia. *Revista Eletrônica de Ensino de Ciências*, v. 10, n. 2, p. 243-263, 2011.
- PAZZA, R.; PENTEADO, P. R.; KAVALCO, K. F. Misconceptions About Evolution in Brazilian Freshmen Students. *Evolution: Education and Outreach*, v. 3, p. 107-113, 2010.
- POZO, J. I. *Aprendizes e mestres: a nova cultura da aprendizagem*. Porto Alegre: Artmed, 2002.
- POZO, J. I.; CRESPO, M. A. G. *Aprendizagem e o ensino de ciências: do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico*. 5. Ed. Artmed: Porto Alegre, 2009.
- RIVAS, M. P.; TEIXEIRA, A. C. B.; KREPISCHI, A. C. V. Epigenética: conceito, mecanismos e impacto em doenças humanas. *Genética na Escola*, v. 14, n. 1, p.14-25, 2019.
- SEPÚLVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Obstáculos epistemológicos e sementes conceituais para a aprendizagem sobre adaptação: uma interpretação epistemológica e sociocultural dos desafios no ensino de evolução. *Acta Scientiae Canoas*, v. 16, n. 2, p. 237-263, 2014.
- SILVA, T. F.; PAULA, K. L. M.; COSTA, R. M. O estudo da evolução biológica por meio de uma abordagem diferenciada. *Com a Palavra, o Professor*, v. 5, n. 12, p. 237-251, 2020.

SINATRA, G. M.; BREM, S. K.; EVANS M. E. Changing minds? Implications of conceptual change for teaching and learning about biological evolution. *Evolution: Education and Outreach*, v. 1, p. 189–195, 2008.

TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da Evolução Biológica: um desafio para o século XXI. *Com Ciência: revista eletrônica de jornalismo científico*, n. 107, 2009.

VALENÇA, C. R.; FALCÃO, E. B. M. Teoria da evolução: Representações de professores pesquisadores de biologia e suas relações com o ensino médio. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, v. 11, n. 2, p. 471-486, 2012.

WILLMER, P.; STONE, G.; JOHNSTON, I. *Environmental physiology of animals*. 2. ed. Oxford: Blackwell Publishing, 2005.

YATES, T. B.; MAREK, E. A. Is Oklahoma really OK? A regional study of the prevalence of biological evolution-related misconceptions held by introductory biology teachers. *Evolution: Education and Outreach*, v. 6, p. 6, 2013.