

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

ELAINE PAULA GONÇALVES ALENCAR

**PENSAR BIOLOGICAMENTE É PENSAR EVOLUTIVAMENTE:
jogo didático como facilitador da aprendizagem dos conhecimentos em biologia
evolutiva e seleção natural, com base na teoria da aprendizagem significativa**

Maceió

2019

ELAINE PAULA GONÇALVES ALENCAR

**PENSAR BIOLOGICAMENTE É PENSAR EVOLUTIVAMENTE:
jogo didático como facilitador da aprendizagem dos conhecimentos em biologia
evolutiva e seleção natural, com base na teoria da aprendizagem significativa**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM apresentado ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde- ICBS, da Universidade Federal de Alagoas - UFAL, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Luiz Lopes da Silva

Maceió

2019

Catálogo na fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho

A368p Alencar, Elaine Paula Gonçalves.

Pensar biologicamente é pensar evolutivamente : jogo didático como facilitador da aprendizagem dos conhecimentos em biologia evolutiva e seleção natural, com base na teoria da aprendizagem significativa / Elaine Paula Gonçalves Alencar. – 2019.

103 f. : il. color.

Orientador: Jorge Luiz Lopes da Silva.

Dissertação (Mestrado em Ensino de Biologia) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Programa de Pós-Graduação Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional. Maceió, 2019.

Bibliografia: f. 76-78.

Apêndices: f. 79-98.

Anexos: f. 99-103.

1. Biologia (Ensino médio) 2. Evolução biológica. 3. Jogos no ensino de biologia. 4. Aprendizagem significativa. I. Título.

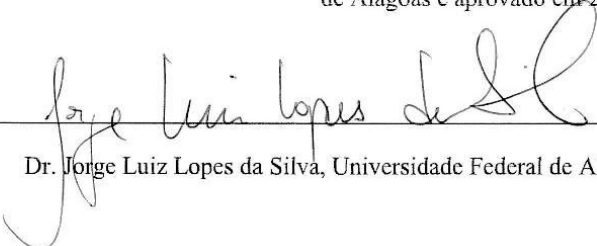
CDU: 573:371.695

Folha de aprovação

AUTORA: ELAINE PAULA GONÇALVES ALENCAR

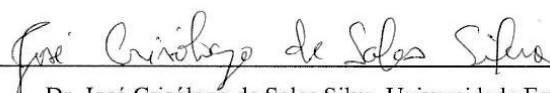
**PENSAR BIOLOGICAMENTE É PENSAR EVOLUTIVAMENTE:
jogo didático como facilitador da aprendizagem dos conhecimentos em biologia
evolutiva e seleção natural, com base na teoria da aprendizagem significativa**

Trabalho de Conclusão de Mestrado submetido
ao corpo docente do curso de Mestrado
Profissional em Ensino de Biologia em Rede
Nacional (PROFBIO) da Universidade Federal
de Alagoas e aprovado em 24 de julho de 2019.



Dr. Jorge Luiz Lopes da Silva, Universidade Federal de Alagoas

Banca Examinadora:



Dr. José Crisólogo de Sales Silva, Universidade Estadual de Alagoas



Dr. Gilberto Costa Justino, Universidade Federal de Alagoas

A Deus, à minha família, aos meus amigos companheiros do mestrado e, em especial, a todos os professores que tive ao longo da vida .

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, Senhor de todas as coisas, pela proteção e sabedoria que foi confiada durante toda minha existência.

À minha família pelo amor incondicional desde meu nascimento para que eu pudesse crescer com tranquilidade e segurança, em especial à minha mãe Edilane Alencar de Freitas, exemplo de mulher e profissional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Jorge Luiz Lopes da Silva, por ser mais que um professor, inspirando-me enquanto ser humano através do seu trabalho, da sua ética, dedicação, respeito e atenção.

Aos professores da comissão de acompanhamento do trabalho, Prof^ª. Dr^ª. Melissa Fontes Landell e Prof. Dr. Gilberto Costa Justino, por todas as sugestões dadas a cada qualificação para o aperfeiçoamento da pesquisa.

Ao professor José Crisólogo de Sales Silva, membro externo à UFAL da banca de defesa, por aceitar o nosso convite para a contribuição da pesquisa aqui desenvolvida.

A Universidade Federal de Alagoas (UFAL) por tornar exequível todas as atividades inerentes ao curso.

A todos os professores do PROFBIO - UFAL pelo conhecimento compartilhado, dedicação e paciência durante as atividades acadêmicas.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro dispensado durante todo o curso.

Aos companheiros de curso, pela amizade, aceitação, lealdade e carinho: Caio Rodrigo Moura Santos, Clebson Alexsandro Gama Cavalcanti, Fabiana Aguiar de Matos, Henrique de Souza Azevedo, Hérica de Oliveira Palmeira, Jaqueline Maria Nogueira Tavares da Silva, João Paulo da Silva Moura, Josefa Eva da Silva, Leandro da Rocha Vieira, Lucineide Fagundes de Lima, Marbyo José da Silva, Mavíael Lucas da Silva e Tácia Michelle dos Santos Silva.

À direção, coordenação e professores da Escola Estadual Professora Laura Maria Chagas de Assis pela compreensão e ajuda em todos os momentos ao longo do curso.

Ao Senhor Alberto Nepomuceno Agra Filho por manter-se sempre à disposição para tudo que fosse necessário ao andamento da pesquisa e permitir o desenvolvimento deste trabalho na sua reserva, a Tocaia.

Aos meus alunos que foram integrantes da pesquisa, pelo comprometimento e participação em todas as etapas, contribuindo para a realização da proposta com responsabilidade.

Ao amigo Gildimar Guilherme da Silva, companheiro de profissão e amigo pessoal pelo apoio, conversas e presença contribuindo durante todo o curso, partilhando de momentos desafiadores.

Ao amigo Ricarte Tavares pela participação na confecção do jogo aqui desenvolvido e ao grande irmão Ederlan Cunha pelo importante apoio na organização e cuidados na excursão à Tocaia.

Biologia é a ciência. A evolução é o
conceito que faz a biologia única.
Jared Diamond

RESUMO

Considerando a evolução como um eixo central e norteador de todas as áreas das ciências biológicas, discutiu-se, neste estudo, a importância da utilização de conhecimentos prévios dos alunos na prática docente, tendo como base os princípios teóricos da aprendizagem significativa. Os grandes desafios do ensino de evolução configuram-se no histórico duelo ciência *versus* religião, nas concepções erradas a respeito da aleatoriedade das mutações e no desconhecimento do real mecanismo da seleção natural. O objetivo deste trabalho é viabilizar a construção de um olhar evolutivo dos alunos, acerca da biologia, a partir de experiências pessoais e vivências dos mesmos. A metodologia aplicada foi uma estratégia didática que incluiu uma excursão guiada num ambiente preservado de Caatinga e a aplicação do jogo de tabuleiro “pensar biologicamente é pensar evolutivamente”, que simulou modificações populacionais em serpentes cascavéis em diferentes ambientes de Caatinga. A amostra final foi integrada por 78 alunos de 3º ano do Ensino Médio, divididos em grupo controle e experimental. Os dados foram coletados por meio de aplicação de questionários, registros fotográficos feitos pelos alunos e relatos escritos sobre cada etapa da metodologia. Os resultados, após análises qualitativa e quantitativa, permitiram concluir que houve uma melhor compreensão dos mecanismos de evolução, sobretudo das adaptações dos seres vivos da Caatinga, como a camuflagem da lagartixa do lajedo. Houve um aumento de 24% de respostas satisfatórias do grupo experimental em relação ao grupo controle, acerca da raridade de cascavéis albinas. Outros aspectos da teoria, principalmente os que envolvem evolução humana, necessitam ser reforçados através de estratégias específicas. Conclui-se que a estratégia didática aqui utilizada é adequada para ser aplicada na realidade dos alunos da amostra, porém o ideal é uma abordagem evolutiva de todos os conteúdos da biologia desde o 1º ano desta etapa de ensino.

Palavras-chave: Evolução. Jogo didático. Aprendizagem significativa.

ABSTRACT

Considering evolution as a central and guiding axis of all areas of the biological sciences, this study discussed the importance of using students' prior knowledge in teaching practice, based on the theoretical principles of meaningful learning. The great challenges of the teaching of evolution are the historical duel science versus religion, the misconceptions about the randomness of mutations and the lack of knowledge of the real mechanism of natural selection. The aim of this work is to enable the construction of an evolutionary look at biology for students, from their personal experiences. The applied methodology was a didactic strategy that included a guided tour of a preserved Caatinga environment and the application of the board game “thinking biologically is thinking evolutionarily”, which simulated population changes in rattlesnakes in different Caatinga environments. The final sample consisted of 78 students of the 3rd year of high school, divided into control and experimental groups. Data were collected through questionnaires, photographic records made by students and written reports about each step of the methodology. The results, after qualitative and quantitative analysis, allowed us to conclude that there was a better understanding of the mechanisms of evolution, especially the adaptations of the Caatinga living beings, such as the lizard's camouflage. There was a 24% increase in satisfactory responses from the experimental group over the control group regarding the rarity of albino rattlesnakes. Other aspects of the theory, especially those involving human evolution, need to be reinforced through specific strategies. It is concluded that the didactic teaching strategy used here is adequate to be applied to the real-life learning situations of the students of the sample, but the ideal method is an evolutionary approach to all the contents of biology from the first year of this stage of teaching.

Key words: Evolution. Educational game. Meaningful learning.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1 - Excursão guiada na Reserva Particular do Patrimônio Natural Tocaia, com o grupo experimental da presente pesquisa, no município de Santana do Ipanema - AL, 2018. a) Início da excursão ainda fora da Tocaia; b) Repasse de instruções iniciais pelo professor Ederlan Cunha sobre os cuidados durante a trilha; c e d) Alunos organizados em fila indiana de acordo com o seu grupo, sob supervisão dos sub-líderes; e) Registros de uma das paradas pré-estabelecidas no roteiro mais adequado à excursão; f) Final da subida, na parte mais alta da RPPN, após lanche coletivo. 24
- Figura 2 - Representação do processo de evolução humana comumente encontrada em livros e materiais didáticos das disciplinas de biologia e história..... 43
- Figura 3 - Registros de plantas da Caatinga, feitos pelos alunos do grupo experimental durante a excursão à reserva Tocaia. a) Cactácea; b e c) - Barrigudas em pontos diferentes da reserva (*Ceiba glaziovii*); d) Macambira (*Bromelia laciniosa*); e) Macambira- de-flecha (*Encholirium spectabile*). 47
- Figura 4 - Registros de plantas da Caatinga feitos pelos alunos do grupo experimental durante a excursão à reserva Tocaia. a) Xique Xique (*Pilocereus gounellei*); b) Quipá (*Tacinga inamoena*); c) Mandacarú (*Cereus jamacaru*). 48
- Figura 5 - Registros dos animais feitos pelos alunos do grupo experimental durante a excursão à reserva Tocaia. a, b e c) Lagartixas do lajedo (*Tropiduros semiteniatus*) totalmente camufladas nas rochas; d, e e f) Mariposas camufladas em troncos de árvores..... 50
- Figura 6 - Registros de vestígios de animais feitos pelos alunos do grupo experimental durante a excursão à reserva Tocaia. a) Fezes de Mocó (*Kerodon rupestris*); b) Resquícios de sangue, de uma possível predação; c e e) Penas de aves que vivem na Tocaia; d) Toca de animal de pequeno porte; f) Ninho de espécie não identificada; g) Teia e toca de aracnídeo.51
- Figura 7 - Registros das características da Caatinga da RPPN Tocaia ao longo do percurso da excursão. a) Vista da entrada da reserva, mostrando o reservatório artificial de água; b) Imagem feita no sopé da serra da reserva, iniciando a trilha; c) Imagem feita durante a subida da serra; d) Topo da reserva, com destaque para os lajedos e vegetação típica.53
- Figura 8 - Registros dos fatores abióticos feitos pelos alunos ao longo do percurso da excursão à RPPN Tocaia. a, b e c) Incidência solar durante a subida da serra; d) Solo árido, ao fundo reservatório artificial de água da reserva. 54
- Figura 9 - Aplicação do jogo “pensar biologicamente é pensar evolutivamente” ao grupo experimental da amostra da pesquisa, na Escola Estadual Professora Laura Maria Chagas de Assis em Santana do Ipanema (AL), 2018. a, b e d) Alunos no momento da primeira rodada do jogo aplicado; c) Momento de solicitações de explicação adicional sobre as regras do jogo à professora e autora do trabalho; e) Autora do trabalho com todo o grupo experimental da pesquisa; f) Aluna juíza de uma equipe interrogando colega integrante representando uma variação de cascavel..... 58

Figura 10 - Registro fotográfico feito pelos alunos em excursão à reserva Tocaia que foi utilizado no questionário pós-teste, para elaboração de uma questão. Destacada em vermelho, a lagartixa do lajedo (*Tropiduros semiteniatus*), 2018. 66

LISTA DE GRÁFICOS

- Gráfico 1 – Resultados dos questionários utilizados para verificação dos conhecimentos prévios dos alunos do 3º ano do Ensino Médio incluídos na pesquisa, acerca do comportamento evolutivo das cascáveis (*Crotalus*), 2018. 30
- Gráfico 2 – Concepções sobre os teóricos que contribuíram na construção da teoria sintética da evolução, obtidas através de questionários utilizados para verificação dos conhecimentos prévios dos alunos do 3º ano do Ensino Médio da amostra da pesquisa, 2018. 31
- Gráfico 3 – Percepção de alunos do 3º ano do Ensino Médio sobre o grau de parentesco das espécies com o ser humano, 2018. 42
- Gráfico 4 – Percepção de alunos do 3º ano do Ensino Médio sobre ilustração, comum em livros didáticos da educação básica, sobre o processo evolutivo da espécie humana, 2018..... 43
- Gráfico 5 - Percentual de alunos que marcaram incorretamente no questionário de conhecimento prévio as questões sobre o comportamento silencioso da cascavel (questão 1) e sobre os cientistas que contribuíram para a atual teoria da evolução (questão 2), por grupo da pesquisa, e marcaram corretamente no questionário pós-teste 63
- Gráfico 6 - Avaliação qualitativa de respostas de alunos do grupo controle da pesquisa acerca da camuflagem da lagartixa do lajedo (*Tropiduros semiteniatus*). 67
- Gráfico 7 - Avaliação qualitativa de respostas de alunos do grupo experimental da pesquisa acerca da camuflagem da lagartixa do lajedo (*Tropiduros semiteniatus*). 68
- Gráfico 8 - Avaliação qualitativa de respostas de alunos do grupo experimental da pesquisa acerca da raridade de cascavéis albinas. 71
- Gráfico 9 - Avaliação qualitativa das respostas de alunos do grupo controle da pesquisa, acerca da raridade de cascavéis albinas. 71

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Divisão numérica no delineamento da amostra da pesquisa em grupo experimental e grupo controle, mediante sorteio realizado na sala de aula, em agosto de 2018.	19
Quadro 2 - Descrição das atividades de registros fotográficos propostas para a excursão guiada na RPPN Tocaia, com o grupo experimental da pesquisa.	22
Quadro 3 - Relação entre as variações de cascavel, utilizadas no jogo didático "pensar biologicamente é pensar evolutivamente" e as pressões seletivas oferecidas nas fisionomias do ambiente de caatinga.	26
Quadro 4 – Concepções dos alunos do 3º ano do Ensino Médio, da amostra da pesquisa, sobre questões inerentes ao conteúdo da teoria da evolução e seleção natural, 2018.	32
Quadro 5 - Resumo geral das respostas usadas como justificativas às proposições da questão com afirmativas sobre a teoria da seleção natural e afins, por turma participante da pesquisa, em agosto de 2018.	41
Quadro 6 - Resultado, ao final da primeira rodada, do jogo aplicado ao grupo experimental da pesquisa, na Escola Estadual Professora Laura Maria Chagas de Assis, 2018.	56
Quadro 7 - Médias das notas das atividades de conhecimento prévio e atividade pós-teste, corrigidas com atribuição de zero a 10 pontos, por grupo (experimental e controle) da amostra da pesquisa, em 2018.	61
Quadro 8 - Resultado comparativo entre as médias gerais obtidas através dos questionários aplicados, com atribuição de zero a 10 pontos, por turma participante da presente pesquisa, em 2018.....	62
Quadro 9 - Quantidade de erros e acertos de uma questão utilizada tanto na atividade para verificação de conhecimento prévio quanto pós-teste, comparativa entre os dois grupos de alunos participantes da pesquisa (experimental e controle), da Escola Estadual Professora Laura Maria Chagas de Assis, em 2018.	63

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	METODOLOGIA.....	18
2.1	Amostra	18
2.2	Bases metodológicas	20
2.3	Aplicação da atividade de conhecimento prévio	20
2.4	Aulas teóricas	21
2.5	Excursão guiada na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Tocaia	21
2.6	O jogo de tabuleiro como Produto Educacional	25
2.7	Aplicação da atividade pós-teste	27
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.1	Resultados e discussão da atividade de conhecimento prévio	29
3.2	Resultados e discussão da excursão de campo à Tocaia	46
3.3	Resultados e discussão da aplicação do jogo	56
3.4	Resultados e discussão da atividade pós-teste	61
4	CONCLUSÕES.....	74
	REFERÊNCIAS.....	76
	APÊNDICES.....	79
	ANEXO	99

1 INTRODUÇÃO

“Nada na Biologia faz sentido a não ser sob a luz da evolução”: esta afirmação do geneticista e biólogo evolucionista ucraniano-estadunidense, Theodosius Dobzhansky, ilustra com clareza a importância do pensamento evolutivo na compreensão de todos os processos biológicos, onde o pensamento evolutivo é o eixo organizador do conhecimento da vida. De autoria de Meyer e El-Hani (2005), a expressão “pensar biologicamente é pensar evolutivamente” (utilizado no título deste trabalho) representa todo o pensamento de que a evolução não é somente mais um conteúdo dessa ciência, e sim o conteúdo central de toda a biologia.

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio evidenciam a importância da origem e evolução da vida como tema central no ensino de Biologia e, dado isso, devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas. Isto não significa diluir o tema evolução, mas sim a sua articulação com outros assuntos, como elemento central e unificador (BRASIL, 2006).

Apesar da grande importância, tanto no ensino médio como nos cursos de graduação em Ciências Biológicas (também nas licenciaturas), tem-se observado que a abordagem sobre o conteúdo de evolução e seus mecanismos, sobretudo a seleção natural - o principal mecanismo evolutivo que pode ser denominado segundo Futuyma (2002, p. 10) como “qualquer diferença consistente que esteja relacionada à taxa de sobrevivência e de reprodução de uma espécie” - não acontece de forma conectada a outros conceitos importantes. O tratamento destas concepções não ocorre com a devida amplitude e clareza. Geralmente, esses temas são tratados apenas com uma base conceitual e histórica das teorias, não explicitando a magnitude do seu alcance em todo e qualquer fenômeno biológico.

Neste contexto, a escolha do tema para este trabalho decorreu justamente destas dificuldades na abordagem sobre evolução, devido a diversos fatores que interferem no ensino/aprendizagem. Entre eles, destaca-se o conflito gerado com a visão de mundo sob a ótica religiosa dos alunos, no momento em que o professor apresenta a visão científica sobre evolução e origem das espécies.

Stephen J. Gould, um defensor da teoria evolucionista, destacou sua aflição aos biólogos sobre o estado atual da educação neste tema. Ele observou que um grande percentual do público rejeitava a evolução em razão de um conflito percebido entre religião e ciência. Ele insistiu, apesar das suas próprias crenças agnósticas, que a comunidade científica

tomassem medidas para aliviar a tensão entre as comunidades científicas e religiosas, a fim de avançar neste aspecto. Caso contrário, não seria possível uma mudança nas taxas de rejeição da teoria. Embora às vezes pareça que existam apenas duas posições extremas, há espaço para a conciliação entre evolução e religião (BARNES; BROWNELL, 2018).

Em função disto, a história da evolução tem sido considerada, erroneamente numa visão fragmentada e antropocêntrica, como um grande progresso em direção ao surgimento da humanidade. Além dessas dificuldades, a inadequação do material didático inviabiliza o sucesso na aprendizagem do tema (TIDON; LEWONTIN, 2003; PEREIRA 2009; MELLO, 2008).

Mas, como viabilizar a aprendizagem de um conhecimento tão importante para a compreensão do mundo biológico e, ao mesmo tempo, tão polêmico, complexo e controverso? Pensando nisso, todas as atividades que foram desenvolvidas e utilizadas neste trabalho, tiveram como base a teoria desenvolvida por David Ausubel (1918-2008): a aprendizagem significativa.

O fator mais importante para a aprendizagem significativa é aquilo que o aprendiz já sabe, o conhecimento já existente em sua estrutura cognitiva com clareza, estabilidade e diferenciação; conseqüentemente, o ensino deve levar em conta tal conhecimento e, para isso, é necessário averiguá-lo previamente. Interação, entre conhecimentos novos e prévios, é a característica chave da aprendizagem significativa (MOREIRA, 2012).

A partir desta perspectiva, este trabalho ocupou-se em elaborar e aplicar uma estratégia pedagógica que valorizou a integração da evolução com fatos já conhecidos e assimilados pelos alunos, a fim de propiciar uma maior compreensão desse tema e, assim, de toda a biologia. Os conhecimentos prévios considerados tiveram a Caatinga como base, que apesar de representar, aproximadamente, a metade do território alagoano, poucas são as unidades de conservação do bioma. Dentre estas, destaca-se a pioneira deste bioma em Alagoas, a Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Tocaia, localizada no município de Santana do Ipanema.

Em virtude desta importância, a Tocaia configurou-se como um local perfeito para o desenvolvimento de uma das etapas da estratégia - excursão de campo guiada - por sua importância ecológica e seu estado de conservação. Segundo Guarino e Porto (2010), a escolha dos locais onde são realizadas as excursões também é relevante e vários fatores são importantes para que o objetivo seja alcançado. Nesta atividade, procurou-se estimular a observação dos alunos para a fauna e flora da área, identificar as pressões seletivas que o

ambiente exerce sobre esses organismos e refletir sobre as adaptações que os seres vivos apresentam de forma a sobreviver e reproduzir na Caatinga.

Os jogos - a segunda etapa da estratégia aqui utilizada - podem surgir como facilitadores, permitindo a compreensão de forma lúdica (CARVALHO, 2015). O jogo didático “pensar biologicamente é pensar evolutivamente” foi estruturado a partir da realidade e dos conhecimentos prévios dos alunos sobre as características dos seres vivos da Caatinga, conhecidos por eles.

Com a preocupação em desenvolver estratégias didáticas que facilitem uma aprendizagem com mais significado da evolução com foco na seleção natural como principal mecanismo, o objetivo geral desta pesquisa é viabilizar a construção de um olhar evolutivo dos alunos, acerca da biologia, a partir das experiências pessoais e vivências dos mesmos.

A hipótese deste trabalho afirma que esta estratégia didática que considera os conhecimentos prévios dos envolvidos e que inclua, além de aulas teóricas sobre o tema, uma excursão guiada a um ambiente natural preservado de Caatinga e a aplicação de um jogo de tabuleiro didático, enfatizando a seleção natural como principal mecanismo evolutivo, aumenta a compreensão sobre o tema e favorece um olhar evolutivo sobre o conhecimento biológico, sem necessariamente confrontar a crença religiosa do aluno.

Para esta finalidade, foi necessário priorizar uma maior participação nas reflexões e discussões das temáticas envolvendo a evolução. Adicionalmente, buscou-se identificar as dificuldades de compreensão dos mesmos sobre os conteúdos que permeiam a temática trabalhando estratégias didáticas na forma de um jogo educativo sobre as teorias evolutivas para facilitar a compreensão do tema por parte das turmas do 3º ano do Ensino Médio.

O trabalho está estruturado em quatro capítulos. A presente seção (introdução) descreve o trabalho de uma forma geral. A seção 2 descreve as metodologias utilizadas durante toda a pesquisa, desde a amostra até a aplicação do jogo desenvolvido. A seção 3 apresenta os respectivos resultados de cada uma das etapas da metodologia, em subseções distintas, ao mesmo tempo em que promove uma discussão com as principais pesquisas na área. A seção 4 conclui a pesquisa. Nos apêndices constam as ferramentas utilizadas para avaliação da proposta e dados adicionais, bem como o jogo criado e aplicado nesta estratégia.

Este Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido no Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde (ICBS), da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), sob a orientação do Prof. Dr. Jorge Luiz Lopes da Silva, e contou com o apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES).

2 METODOLOGIA

A metodologia seguiu uma ordem pré-estabelecida dentro do planejamento do calendário letivo e dos conteúdos previstos, adequada à realidade da escola e dos alunos na qual a proposta foi aplicada.

2.1 Amostra

A pesquisa foi realizada com alunos da Escola Estadual Professora Laura Maria Chagas de Assis, localizada na zona urbana do município de Santana do Ipanema - AL. É a maior das escolas, localizada na 6ª Gerência Regional de Educação (GERE) e conta com o Programa Alagoano de Ensino Integral (PALEI).

Os sujeitos envolvidos nesta pesquisa foram alunos pertencentes às quatro turmas do terceiro ano do Ensino Médio formadas para o ano letivo de 2018, pois os conteúdos sobre evolução são contemplados nesta etapa.

Todas as turmas estudaram o mesmo conteúdo anterior à unidade que trata sobre evolução, conforme sugerido no livro didático adotado na escola no ano anterior (2017). Porém, a sequência metodológica desenvolvida nesta pesquisa (excursão guiada a uma reserva de Caatinga e aplicação de jogo de tabuleiro didático) foi desenvolvida apenas para alguns alunos de cada uma destas turmas (grupo experimental). Deste modo, em cada turma houveram alunos pertencentes ao grupo experimental e alunos pertencentes ao grupo controle, escolhidos através de sorteios feitos em sala de aula, na presença dos alunos.

A escolha desta forma de delineamento da unidade amostral ocorreu para assegurar a imparcialidade durante todo o processo, principalmente durante as aulas teóricas de biologia ao longo do ano. Sendo assim, as duas etapas que diferiram entre os dois grupos de alunos (experimental e controle) foram as que representam a metodologia apresentada e aplicada nesta pesquisa: a visita a um ambiente de Caatinga preservado (a RPPN Tocaia) e a participação do jogo de tabuleiro didático “pensar biologicamente é pensar evolutivamente”, que configura o Produto Educacional aqui proposto.

Primeiramente, conforme exigência da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), aplicaram-se termos de consentimento e de assentimento para que os alunos maiores e menores de 18 anos (adicionalmente foi necessária a autorização dos pais, neste último caso), confirmassem a ciência da participação dos mesmos como amostra da pesquisa, incluindo todas as informações. Por este motivo, a quantidade de alunos participantes de cada turma variou conforme estas autorizações.

Foram utilizados como critérios de inclusão os seguintes fatores: alunos de todos os gêneros, devidamente matriculados na escola com idade entre 15 e 21 anos e que compareciam regularmente às aulas. Da mesma forma, os critérios de exclusão se configuraram em alunos que se recusaram a participar da pesquisa ou que não tiveram a devida autorização de seu responsável, que não participaram de todo o processo metodológico da pesquisa (ou seja, os que não responderam os questionários para coleta de dados e que não participaram da excursão guiada na RPPN Tocaia e/ou não participaram do jogo didático que foi desenvolvido - no caso do grupo experimental).

A amostra inicial era de 80 alunos, mas devido à exclusão de um aluno de cada grupo da pesquisa em momentos importantes após a aplicação do questionário de conhecimento prévio (um aluno do grupo controle não respondeu ao questionário pós-teste e um aluno do grupo experimental não participou do momento do jogo), a unidade amostral do grupo pós-teste resultou em 78 alunos, sendo 39 em cada grupo.

O quadro 1 mostra o número de alunos do grupo experimental, do grupo controle e o número total por turma participante, escolhidos através de sorteio realizado no dia 23 de outubro de 2018, em sala de aula.

Quadro 1 - Divisão numérica no delineamento da amostra da pesquisa em grupo experimental e grupo controle, mediante sorteio realizado na sala de aula, em agosto de 2018.

	Grupo experimental	Grupo controle	Total
3º ano A	9	13	22
3º ano B	10	10	20
3º ano C	10	12	22
3º ano D	10	4	14
Total	39	39	78

Fonte: dados da pesquisa.

Para fins de identificação nos resultados da pesquisa, especialmente nas citações de relatos de alunos sobre as duas etapas da estratégia aqui aplicada (seções 3.2 e 3.3), cada um dos alunos recebeu um código composto por uma letra e um número. A letra de acordo com o

3º ano no qual estava matriculado, sendo maiúscula para grupo experimental e minúscula para grupo controle. O número foi utilizado de acordo com a ordem alfabética da lista geral de cada turma. Exemplo: A1 é aluno(a) do grupo experimental do 3º ano A, sendo o primeiro deste grupo da lista de chamada fornecida pela escola.

2.2 Bases metodológicas

A metodologia utilizada tem como base a Teoria da Aprendizagem Significativa, de David Ausubel (2003), pois foram valorizados os conhecimentos prévios dos alunos através da aplicação e avaliação de questionários.

A partir da análise das respostas que expuseram este conhecimento dos alunos participantes, as aulas puderam ser ajustadas, de um modo geral, para todas as turmas participantes, para uma aprendizagem mais significativa do aluno. Só assim houve a integração desse conhecimento prévio sobre a teoria evolutiva, denominado “conhecimento subsunçor” por Ausubel, aos novos saberes que foram construídos ao longo do desenvolvimento das aulas e das práticas metodológicas aqui aplicadas.

Dois aspectos relevantes da metodologia desta pesquisa com a finalidade de que os conhecimentos subsunçores, também denominados “conhecimentos âncora” por Ausubel, fossem respeitados e utilizados a favor da aprendizagem foram: a escolha do ambiente de Caatinga (bioma no qual os alunos estão inseridos) para excursão guiada e também como cenário do jogo de tabuleiro didático, em suas diferentes fisionomias; e a escolha das variações de serpente cascavel como indivíduos da população para criação do jogo didático, por ser um réptil conhecido por todos os alunos e com claras adaptações ao ambiente natural em que vive.

Conjuntamente, esta escolha das cascavéis como animais para o jogo aqui proposto ocorreu para quebrar o preconceito acerca das serpentes, vistas como seres amaldiçoados e ruins. Participando do momento do jogo, os alunos tiveram a chance de conhecer as adaptações, bem como as noções da fisiologia do animal e de sua importância ecológica.

2.3 Aplicação da atividade de conhecimento prévio

Antes de iniciar as aulas sobre o tema, foram aplicadas atividades para verificação dos conhecimentos prévios (apêndice A), de todos os alunos participantes, sobre o conceito de evolução dos seres vivos e evolução humana, seleção natural, cientistas envolvidos ao longo do tempo na construção da teoria neodarwinista e afins.

A aplicação ocorreu com os grupos teste e controle de cada turma juntos, sem intervenção para as respostas. Todas as perguntas do questionário aplicado antes das aulas tinham caráter objetivo, algumas com única alternativa correta, e outras com afirmações para que o aluno julgasse concordar ou não. Estas últimas tinham um campo específico para que o aluno pudesse justificar seu julgamento.

O objetivo das questões com um campo específico para justificar, durante a aplicação de uma atividade para verificação de conhecimento prévio, foi conhecer o pensamento do aluno no momento de responder “sim”/“não” ou “verdadeiro”/ “falso”. De forma que as justificativas escritas pelos alunos proporcionaram um maior entendimento das concepções de cada proposição.

2.4 Aulas teóricas

Em razão da existência de alunos do grupo experimental e do grupo controle em cada turma, as aulas tiveram um caráter unificador em relação ao conteúdo sobre evolução e seleção natural. O conteúdo foi explicado na sala de aula de forma expositiva e tradicional. Baseou-se nas evidências científicas que sustentam a teoria, sobretudo as paleontológicas, morfológicas, biogeográficas, embriológicas e bioquímicas.

Os principais materiais e estratégias didáticas utilizados foram: o livro didático, aulas expositivas com utilização do projetor multimídia, abordagem histórica e ênfase no mecanismo de seleção natural e nas adaptações de mimetismo, camuflagem e coloração de advertência. Também foi levantado o conteúdo sobre evolução humana, gerando um longo debate acerca do parentesco com os primatas.

Finalizando as aulas comuns aos dois grupos, foram resolvidas questões e atividades sobre os aspectos gerais da teoria neodarwinista que se encontra em vigor hoje e sobre os mecanismos de adaptação ao ambiente natural.

2.5 Excursão guiada na Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Tocaia

A inclusão da excursão a um ambiente natural conservado de Caatinga, na metodologia aplicada, ocorreu para que os alunos vivenciassem a experiência visando uma melhor compreensão e aprendizagem significativa dos conceitos de seleção natural e adaptação propostos no jogo didático com as populações de cascavéis (*Crotalus durissus*) e suas variações (sendo elas reais ou não).

A área foi visitada três vezes anteriormente à excursão realizada, sem os alunos, para conhecer o ambiente, fazer o delineamento da trilha, observar as espécies vegetais e animais avistadas com mais frequência (principalmente aves, pequenos répteis e até pequenos mamíferos), estipular o tempo médio de trilha e pontos de parada para exploração do local e descanso/lanche. Também foi necessário abrir mais espaço na vegetação nativa para que os alunos pudessem percorrer o caminho com maior segurança e eficiência.

O atual proprietário e administrador da reserva, o senhor Alberto Nepomuceno Agra Filho, informou, em uma destas visitas preliminares, as espécies animais e vegetais já encontradas na área em anos anteriores e atualmente (apêndices C e D).

Houve um encontro preliminar com os alunos do grupo experimental das quatro turmas de terceiro ano, na mesma semana em que ocorreu a excursão, para explicitar a importância dos cuidados antes e durante a realização da atividade, como os cuidados com a alimentação e hidratação adequadas, as vestimentas apropriadas e as condutas seguras em um ambiente natural. E ainda tratou-se sobre a história e importância da RPPN Tocaia, sobre as características da Caatinga (incluindo aspectos geomorfológicos e biodiversidade), bem como algumas adaptações dos seres que nela vivem.

No dia anterior à excursão e após essas discussões em sala, dividiu-se a turma em quatro sub-grupos com líderes escolhidos pelos próprios alunos, a fim de otimizar a organização e o repasse de eventuais informações no momento da excursão. Considera-se também esta uma excelente oportunidade para desenvolver outras habilidades como a cooperação, a organização e o comportamento de equipe dos alunos.

Para que os alunos não ficassem dispersos e também gerassem material de percepção ambiental, eles foram orientados a não usarem materiais para anotações. As atividades propostas foram baseadas em fotografias sobre o que os mesmos considerariam importante para serem observadas e compartilhadas depois. O quadro 2 descreve como a realização dos registros foi delegada aos sub-grupos.

Quadro 2 - Descrição das atividades de registros fotográficos propostas para a excursão guiada na RPPN Tocaia, com o grupo experimental da pesquisa.

Turma	Registros propostos	Objetivos
Grupo experimental turma A	Fotografar plantas da Caatinga.	Identificar as adaptações visíveis. Discutir as adaptações prováveis.

continuação do quadro 2

Grupo experimental turma B	Fotografar animais encontrados na Caatinga ou seus vestígios (como tocas, fezes e pegadas).	Refletir como as adaptações favorecem a sobrevivência dos animais no ambiente de Caatinga.
Grupo experimental turma C	Fotografar cenários diferentes da Caatinga dentro da RPPN Tocaia.	Identificar as fisionomias da Caatinga na RPPN Tocaia. Verificar se o ambiente é homogêneo ou se existe diferença entre o ambiente de baixo da reserva e do topo da reserva, durante a subida e no topo.
Grupo experimental turma D	Fotografar os fatores abióticos da Caatinga na Tocaia como solo, incidência solar, ausência ou presença de água.	Inferir sobre umidade do ar, calor, sensação térmica, cor, aspecto e composição do solo. Verificar se há reservatório natural de água dentro da reserva.

Fonte: dados da pesquisa.

Após a chegada de todos os alunos à escola conforme o horário combinado para às 7h da manhã, ocorreu um lanche servido pela própria escola e em dois grupos de 19 alunos cada um, seguiu-se para a RPPN Tocaia, uma curta viagem de oito minutos. A excursão aconteceu em um dia letivo que não haviam aulas de Biologia em nenhuma das turmas participantes, não prejudicando a aprendizagem dos conteúdos do grupo controle.

Antes de adentrar à reserva, todas as informações foram reforçadas sobre as permissões e proibições dentro de uma RPPN, inclusive com a leitura da placa que identifica a reserva. Foram feitos também um breve alongamento e um momento de hidratação, guiado pelo instrutor e professor licenciado em Educação Física Ederlan Cunha, com ampla experiência em atividades ao ar livre. A figura 1 ilustra alguns momentos da excursão.

Figura 1 - Excursão guiada na Reserva Particular do Patrimônio Natural Tocaia, com o grupo experimental da presente pesquisa, no município de Santana do Ipanema - AL, 2018. a) Início da excursão ainda fora da Tocaia; b) Repasse de instruções iniciais pelo professor Ederlan Cunha sobre os cuidados durante a trilha; c e d) Alunos organizados em fila indiana de acordo com o seu grupo, sob supervisão dos sub-líderes; e) Registros de uma das paradas pré-estabelecidas no roteiro mais adequado à excursão; f) Final da subida, na parte mais alta da RPPN, após lanche coletivo.



Fonte: dados da pesquisa.

A trilha delimitada possui um percurso de 1,287 km. Apesar do percurso total ser pequeno, o declive do terreno demandou cuidados especiais, sobretudo na subida. Em razão disto, ocorreram paradas específicas já definidas para exploração do ambiente, para descanso/hidratação e para lanche coletivo.

Até metade do percurso da subida, foram feitas quatro paradas pré-estabelecidas para discussão e debate dos fatores encontrados na paisagem. Depois deste momento, os alunos ficaram liberados das atividades fotográficas que foram solicitadas e puderam vivenciar com mais atenção a experiência do ambiente da Caatinga. No topo da reserva, ocorreu o lanche coletivo e ainda uma roda de conversa com a participação dos alunos sobre o que perceberam no percurso.

A descida ocorreu em menor tempo, sem atividades específicas à metodologia aqui proposta. A excursão guiada teve duração de 2h04min (iniciou às 8h35min e finalizou às 10h39min).

O material fotográfico dos alunos foi enviado para o grupo do WhatsApp criado apenas para este objetivo e foi utilizado para projeção e discussão em sala de aula, onde cada grupo expôs suas percepções. Uma foto (figura 10, na seção 3.4) deste material produzido pelos alunos foram utilizadas no questionário pós-teste.

2.6 O jogo de tabuleiro como Produto Educacional

A ferramenta didática criada no decorrer deste trabalho e utilizada como produto final da dissertação é o jogo intitulado “pensar biologicamente é pensar evolutivamente”, nome dado ao título do capítulo 5 do livro “Evolução, o sentido da Biologia”, de Diogo Meyer e Charbel Niño El-Hani (2005).

O jogo (apêndice E) foi aplicado num dia em que não haviam aulas de biologia, para que não houvesse prejuízo para os alunos do grupo controle. Ele consiste em um tabuleiro com 42 casas e ao longo delas ocorrem quatro fisionomias do bioma: caatinga na estação seca, brejos de altitude, caatinga com predominância de lajedos e caatinga no período chuvoso.

As cascavéis (*Crotalus durissus*) são os animais utilizados para ter suas frequências populacionais variadas ao longo do jogo, com sete características: a) população sem mutação; b) população albina; c) população com capacidade de adaptação de cor ao ambiente; d) população mais esverdeada; e) população sem a fosseta loreal; f) população sem o chocalho e g) população com o veneno mais eficiente (mais tóxico).

Os dois princípios básicos do jogo seguem uma só ideia: a da mudança. Meyer e El-Hani (2005) esclarecem que “a permanência, quando ocorre, é uma exceção”, pois a ideia básica do evolucionismo é a de que o estado natural de todas as coisas que existem é que elas mudem. Desta forma, as mudanças que ocorrem na Caatinga ao longo do ano (e até mesmo as fisionomias da Caatinga) e as mutações presentes em qualquer população - das cascavéis, no caso - são a base do funcionamento do jogo aplicado.

Ao longo de cada rodada, podem participar até 7 alunos, pois as populações de cobras cascavéis aqui utilizadas apresentam este número de variações. Algumas destas variações não existem na natureza, mas simularam a ocorrência de uma mutação genética gerando novas variações, que podem ter vantagens e desvantagens ao longo do jogo, conforme o quadro 3.

Quadro 3 - Relação entre as variações de cascavel, utilizadas no jogo didático “pensar biologicamente é pensar evolutivamente”, e as pressões seletivas oferecidas nas fisionomias ambiente de Caatinga.

Variação de cascavel	Vantagem de sobrevivência	Desvantagem de sobrevivência
População sem mutação	Em todas as Caatingas	Em todas as Caatingas do jogo
População albina	Não há no decorrer do jogo	Em todas as Caatingas do jogo
População com capacidade de adaptação de cor ao ambiente	Em todos as Caatingas	Não há no decorrer do jogo
População mais esverdeada	Brejos de altitude Caatinga no período chuvoso	Caatinga na estação seca Caatinga com predominância de lajedos
População sem a fosseta loreal	Não há no decorrer do jogo	Em todos as Caatingas do jogo
População sem o chocalho	Não há no decorrer do jogo	Em todos as Caatingas do jogo
População com o veneno mais eficiente (maior toxicidade)	Em todos as Caatingas do jogo	Não há no decorrer do jogo

Fonte: dados da pesquisa.

O trecho a seguir da obra de Meyer e El-Hani (2005, p.67) descreve bem o princípio que rege a dinâmica do jogo:

Considerando que o ambiente está sempre se modificando, tanto em decorrência de processos que não dependem dos organismos, por exemplo alterações geológicas, como por causa da ação contínua dos seres vivos sobre ele. A evolução por seleção natural é um processo que persegue um “alvo móvel”: as condições ambientais que estabelecem os desafios aos quais os organismos responderão estão continuamente mudando.

Sendo assim, ficou explícita a importância da variação genética (tendo a mutação como causa primária) para que a seleção natural atue sobre as populações. Conforme citam Almeida e Feijó (2011, p. 13), “a variabilidade é considerada a matéria-prima da evolução”.

Desta forma, ao lançar o dado e o aluno chegar até uma casa enumerada, a carta correspondente a essa casa terá as alterações e explicações para ganhos ou perdas de indivíduos na população, de acordo com o tipo de mutação correspondente.

De um modo geral, a dinâmica do jogo foi baseada em três fatores: 1) as vantagens e desvantagens de sobrevivência de cada variação de cascavel em cada uma das fisionomias do ambiente natural, 2) o conhecimento sobre o conteúdo através das perguntas e 3) a sorte ao lançar o dado. (ver manual do jogo no apêndice E).

No dia da aplicação do jogo, os alunos organizaram-se de maneira aleatória e jogaram duas rodadas, cada uma com duração média de 15 a 25 minutos. Na maioria das vezes, os alunos que não venceram as rodadas (ou seja, terminaram com menos indivíduos) representavam as populações de cascavéis sem o chocalho, sem a fosseta loreal ou as cascavéis albinas.

Ao final da aula, discutiu-se sobre o porquê dos resultados, sobre como a variabilidade genética é causada pelas mutações, a forma como o ambiente agiu para selecionar positivamente ou negativamente as populações, a importância das adaptações para a sobrevivência dos indivíduos (também com especificidade sobre as cascavéis) e a evolução biológica.

2.7 Aplicação da atividade pós-teste

O questionário pós- teste (apêndice B) foi voltado para as questões relacionadas à seleção natural e aos mecanismos de adaptação de seres vivos, em especial aos seres vivos da Caatinga. Acreditou-se que seria uma forma de aumentar a aprendizagem dos alunos de forma significativa, sem confrontar a crença religiosa dos mesmos, o que implicaria em resistência ao conteúdo e possíveis danos à aprendizagem significativa.

Devido ao fato de apenas três das questões da atividade de conhecimento prévio e dos pós teste serem iguais, procurou-se mensurar a relevância da metodologia aplicada com a média das notas do pós-teste do grupo experimental e do pós-teste do grupo controle. Ambas as atividades foram aplicadas no mesmo momento para o grupo experimental e para o grupo controle da mesma turma, para evitar possíveis interferências e inviabilizar os resultados da pesquisa.

Os questionários de conhecimento prévio e pós-teste foram verificados e a eles atribuídos os valores de zero a dez pontos de acordo com o desempenho do aluno, para que se pudesse fazer a comparação dos dados. E também se fez uma análise de natureza qualitativa, usando-se como parâmetro a qualidade das respostas para as perguntas abertas.

Outro parâmetro utilizado para verificar a eficiência da metodologia aplicada foi o número de erros e acertos de cada aluno de três questões idênticas na atividade de conhecimento prévio e na atividade pós-teste.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

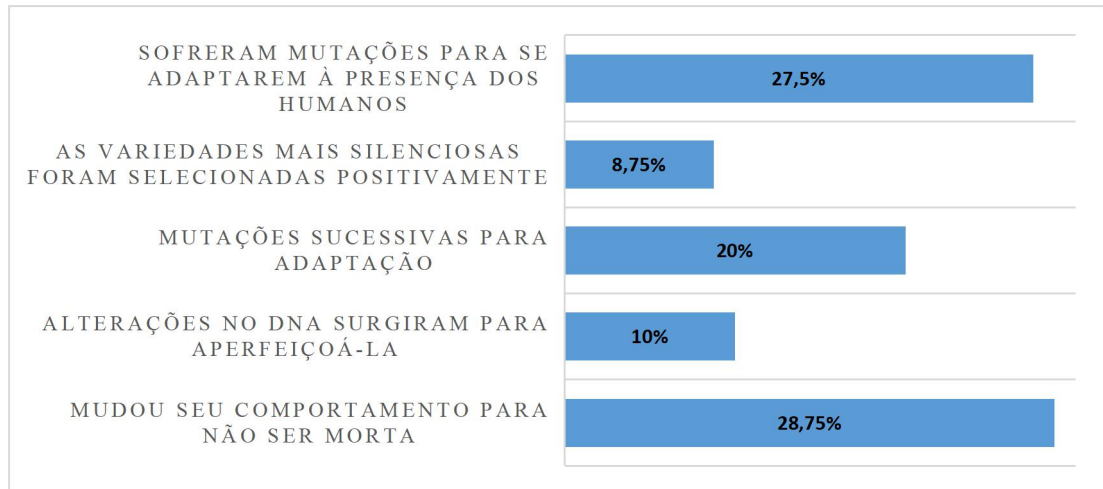
Os resultados estão apresentados em seções, seguindo a ordem de ocorrência das etapas da metodologia. Além dos dados coletados através da aplicação dos questionários antes e após aplicação das estratégias (apêndices A e B), estão também os materiais fotográficos produzidos pelos alunos e seus relatos. Paralelamente, fez-se a discussão de todos os resultados obtidos, usando as principais pesquisas e autores que discorrem sobre o tema.

3.1 Resultados e discussão da atividade de conhecimento prévio

Os resultados iniciais deste trabalho referem-se apenas aos dados coletados com a aplicação da atividade de conhecimento prévio, de um total de 80 alunos. Os resultados deste questionário subsidiaram e nortearam grande parte da pesquisa, pois anunciou o conhecimento que os alunos da amostra apresentavam sobre os conteúdos relacionados à teoria evolutiva. Essa aplicação foi realizada antes do sorteio feito para definição dos dois grupos: controle e experimental.

A primeira questão desta atividade referiu-se à questão do comportamento de adaptação das serpentes cascavéis diminuindo a frequência da vibração da sua cauda (como um chocalho), tornando-as cada vez mais silenciosas. De acordo com o gráfico 1, apenas 8,75% (7 alunos) marcaram a letra correta (representada na letra d) e mostraram ter melhor compreensão do fenômeno exposto na questão.

Gráfico 1 – Resultados dos questionários utilizados para verificação dos conhecimentos prévios dos alunos do 3º ano do Ensino Médio incluídos na pesquisa, acerca do comportamento evolutivo das cascáveis (*Crotalus*), 2018.



Fonte: dados da pesquisa.

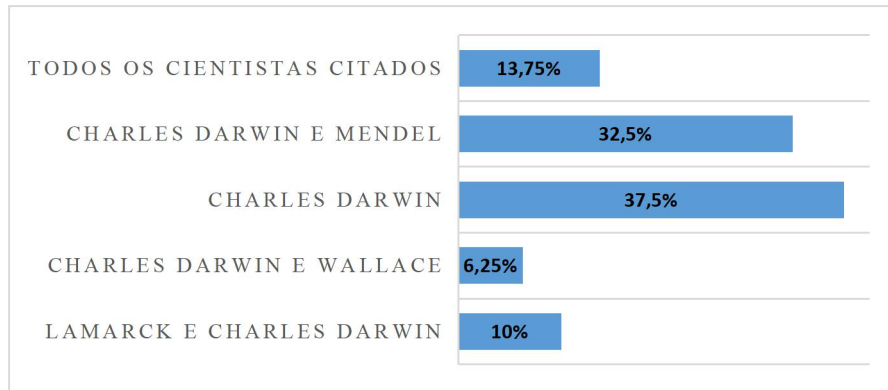
Grande parte dos alunos, 28,75%, acredita que a cascavel mudou seu comportamento para não ser morta e 27,5% acredita na mudança de um ser vivo com o objetivo de gerar adaptação. Somando esses dois percentuais, percebe-se que mais da metade da amostra apresentou uma visão lamarckista e desconhece a natureza genética da variabilidade das populações, necessária à seleção positiva ou negativa por um determinado fator ambiental.

A maior “dificuldade” dos alunos está em compreender que os seres vivos que apresentam características que lhes permitem uma melhor adaptação sobrevivem, deixam mais descendentes e os seus caracteres tornam-se mais frequentes dentro da população e que os menos adaptados deixam menos descendentes e os seus genes vão desaparecendo (ALMEIDA; FEIJÓ, 2011).

Roldi *et al.* (2018) desenvolveram uma sequência didática com alunos da 3ª série do Ensino Médio, da rede estadual de ensino do estado do Espírito Santo e preconizaram que entender como essas espécies se modificaram originando outras espécies, as suas adaptações que justificam sua sobrevivência e reprodução, a razão das extinções e as relações de parentesco e as diferenças entre elas, emergem como algumas das questões que não só a biologia evolutiva, mas também a antropologia e a arqueologia tentam explicar por meio do estudo da evolução das espécies.

A segunda questão investigou a concepção que os alunos participantes apresentavam sobre os cientistas que contribuíram para a construção do neodarwinismo (gráfico 2).

Gráfico 2 – Concepções sobre os teóricos que contribuíram na construção da teoria sintética da evolução, obtidas através de questionários utilizados para verificação dos conhecimentos prévios dos alunos do 3º ano do Ensino Médio da amostra da pesquisa, 2018.



Fonte: dados da pesquisa.

Conforme observa-se no gráfico acima, um percentual de 37,5% (30 alunos) acredita que apenas Charles Darwin foi o cientista responsável pela teoria da evolução como se conhece hoje e que não houve contribuição de outros cientistas para sua versão atual, seguido de um percentual de 32,5% de alunos que considera que Mendel, juntamente com as descobertas de Darwin, também contribuiu através de seus estudos para o que conhecemos hoje sobre a teoria.

Um dado importante é que o percentual de alunos que acredita que Charles Darwin e Lamarck contribuíram para a teoria da evolutiva como se conhece hoje (10%) é maior que o percentual que considera Darwin e Wallace como contribuintes (6,5%). Esse resultado comprova a influência do material didático como direcionador da aprendizagem do aluno.

Alfred Wallace formulou a teoria da seleção natural e comunicou as suas ideias ao colega Charles Darwin, coincidindo com que este já tinha redigido a sua própria teoria da evolução. As conclusões de ambos são similares e complementares (ALMEIDA; FEIJÓ, 2011). Apesar desta importância, pouco é citado nos materiais didáticos sobre ele na teoria que, incontestavelmente, deveria se intitular “teoria de Darwin-Wallace”.

Em suma, a síntese evolutiva foi construída com base em uma fusão do darwinismo com o mendelismo, visto que os conhecimentos que Darwin e Wallace tinham na época não permitiam compreender todos os acontecimentos do mundo biológico. Lamarck também foi um grande estudioso dos conhecimentos acerca das espécies. Mesmo antes de Darwin, o criador da lei do uso e desuso usou a palavra “evolução” para descrever o desenvolvimento embrionário de um ser vivo (MEYER;EL-HANI, 2005; SANTOS;DIAS, 2013).

Consoante com os mesmos autores, ela pode ser conceituada, de forma simples, como a modificação das espécies ao longo do tempo. E como toda teoria científica, vem sendo testada e modificada, além de receber novas evidências de diferentes experimentações e observações empíricas.

Na terceira questão, proposições foram apresentadas aos alunos para julgarem de acordo com os seus conhecimentos, como verdadeiras ou falsas. Em cada alternativa existia também um campo para a justificativa da resposta. O ato de solicitar uma justificativa dos alunos em todas as proposições deste quesito revelou-se uma ferramenta importantíssima para conhecer, com mais clareza, o conhecimento prévio do aluno e os conceitos pré-estabelecidos.

As afirmações empregadas nesta questão foram elaboradas considerando as principais dificuldades e equívocos dos alunos de um modo geral, através de revisão bibliográfica anterior. Tendo como base o que se conhece hoje sobre a teoria evolutiva, consideramos como corretas as respostas “falso” para todas as afirmações. O quadro 4 mostra os resultados encontrados para cada uma delas.

Quadro 4 – Concepções dos alunos do 3º ano do Ensino Médio, da amostra da pesquisa, sobre questões inerentes ao conteúdo da teoria da Evolução e seleção natural, 2018.

Proposições	Verdadeiro	Falso	Não respondeu
A) O ser humano veio do macaco.	48,75% (39)	51,25%(41)	---
B) Charles Darwin era ateu.	68,75% (55)	28,75% (23)	2,5% (2)
C) O ser humano é o animal mais evoluído de todos.	92,5% (74)	7,5%(6)	---
D) Não é possível ver o processo de evolução acontecendo.	28,75% (23)	70% (56)	1,25%(1)
E) Os seres vivos mudam para adaptarem-se ao meio em que vivem.	92,5% (74)	7,5% (6)	---
F) O resultado da evolução é a perfeição das espécies.	53,75% (43)	43,75%(35)	2,5% (2)
G) A Evolução é uma teoria baseada apenas em suposições, não em evidências.	28,75% (23)	70% (56)	1,25%(1)

Fonte: dados da pesquisa.

O resultado das respostas à proposição da letra (a) **O ser humano veio do macaco**, do 3º quesito, revelou que a maioria dos alunos participantes da pesquisa têm uma visão fixista. Apesar de maior parte dos alunos afirmarem que não acreditam que o ser humano veio do macaco (51,25%), as principais justificativas para a proposição é a de que Deus criou todas as coisas atreladas a uma visão antropocêntrica do mundo. Nos exemplos citados abaixo, podemos ver estes fortes aspectos na concepção religiosa sobre a origem das espécies nas justificativas para as respostas “falso”.

“Levando em consideração que os macacos são animais mais parecidos com os humanos há grande probabilidade desta evolução.” (A.F.S.D. - D1)

“Segundo os cientistas essa informação é correta, mas na minha opinião foi Deus quem criou os humanos.” (M.K.J.S. - D2)

“Acredita-se que o ser humano tenha vindo da mesma espécie que o macaco, porém o ser humano conseguiu evoluir mais.” (J.V.D.L. - c3)

“De acordo com a teoria da evolução, do macaco gerou o humano”. (M.U.M.S. - c8)

“Pois eu acredito na teoria criacionista.” (L.A.A.S. - C7)

“Pois o ser humano é exclusivo, é o único ser que pensa.” (B.R.N. - C6)

“Sou católica.” (M.W.S.B. - A3)

“De acordo com o que se é mostrado nos livros, sim.” (E.K.T.O. - a4)

Neste caso da questão em especial, percebe-se que a justificativa mais comum para a resposta “falso” para esta afirmativa foi defendendo que Deus criou o mundo e o homem. Poderíamos supor, se não houvesse campo para a justificativa, que este resultado aconteceu por conta de um conhecimento aprofundado sobre a teoria evolutiva, e não por uma tendência criacionista da maioria dos alunos.

Pesquisadores que estudam o ensino das ciências reconhecem, há tempos, que os alunos chegam à escola já com explicações formadas para os fenômenos da natureza, e que nem sempre são compatíveis com a realidade científica. Essas explicações prévias podem estar fortemente assentadas na educação familiar, e na própria experiência de vida do jovem (ORSI, 2017).

Barnes e Brownell (2018), em seu trabalho, descreveram um conjunto de práticas no intuito de ajudar professores a reduzir o conflito percebido pelos alunos entre evolução e religião. Para as autoras, a mensagem de conflito é frequentemente propagada em salas de

aula, instituições religiosas, cultura popular e mídia por cientistas, professores, líderes religiosos e políticos. Elas sugerem que uma possibilidade para a quebra desse paradigma é que muitos indivíduos religiosos percebam um conflito entre suas crenças religiosas e a evolução.

Seguem também outras justificativas para as respostas corretas, demonstrando conhecimento sobre o grau de parentesco dos seres vivos.

“Eu ouvi em uma aula de Biologia no 1º ano que o ser humano descende de um primata que tem semelhanças com o macaco, mas não é um.” (J.R.L. - d2)

“São parentes, mas de espécies diferentes. Assim como os felinos. Ex.: gato e leão.” (R.F.R. - C10)

“Não é que viemos do macaco, certamente os dois podem ter surgido de um mesmo ancestral.” (C.S.S. - C1)

Para o fixista, de acordo com Meyer e El-Hani (2005), a pergunta sobre a relação entre o humano e o macaco tem uma resposta: cada uma das características que vemos é considerada resultado de um ato de criação, com cada parte dos organismos planejada para exercer uma função específica. Porém, com base em suas evidências, a teoria evolutiva defende que chimpanzés e humanos são resultados de transformação evolutiva e partilham um ancestral em comum, que existiu há algum tempo.

Segundo os mesmos autores, a forma mais correta de responder à pergunta, à luz da evolução, é a seguinte: humanos e macacos são parentes próximos na natureza e o ancestral que deu origem a ambos era um animal semelhante aos macacos que conhecemos hoje.

Sobre a proposição da letra (b) do 3º quesito, **Charles Darwin era ateu**, os resultados foram de que 68,75% (55 alunos) acreditam, erroneamente, que a frase está correta. Convém ressaltar neste momento que grande parte dos alunos desta escola são religiosos, e na escola há grande tradição de seguir o celibatário após a conclusão do Ensino Médio. As justificativas abaixo mostram os principais pensamentos dos alunos da amostra.

“Por conta que ele não acredita na Bíblia” (D.V.B. - b1)

“Sim, porque ele falava coisas que não tinham sentido.” (M.S.S. - b5)

“Sim, porque ele não acreditava que Deus criou o homem.” (M.M.S. - b7)

“Pois ele não acreditava que o mundo foi criado em seis dias.” (W.F.S. - B2)

“Pois ele era um cientista”. (M.W.S.B. - A3)

“Sim, Ele criou sua própria teoria de criação diferente das religiões.” (E.M.V.L. - A7)

“Seu ateísmo é observado, pois a teoria da evolução foi contrária à da criação, que tem como base a religião.” (M.L.P.A. - a9)

“Sim, na minha opinião quem criou o homem foi Deus.” (N.S.C - a11)

Na verdade, saber sobre a religiosidade de Charles Darwin não é algo muito relacionado ao objetivo da pesquisa, mas os conteúdos das justificativas são importantes para entender o conhecimento prévio dos mesmos de um modo geral e os conceitos pré-estabelecidos.

Seguem também as principais justificativas para o julgamento “falso” da proposição. Elas mostram um conhecimento bem superficial sobre esta informação.

“Não era questão de ser ou não ateu, e sim porque ele começou a observar essa evolução e começou a crer nisso.” (J.J.S.F. - b3)

“Não sei ao certo.” (M.J.F.T. - b8)

“Nem todos os cientistas eram ateus.” (A.J.G.L.A. - A6)

“Nunca estudei sobre isso” (R.D. - A4)

A respeito da polêmica dualidade ciência *versus* religião, Almeida e Feijó (2011) exemplificam que o Papa João Paulo II optou por complementar as duas teorias e segundo ele, a teoria não exclui uma intervenção divina. Os especialistas reconhecem que a evolução descreve um processo que rege o desenvolvimento da vida na Terra e o próprio Darwin acreditava que Deus era o dador da vida. Ele afirmou, em 1879, que nunca tinha considerado a si próprio um ateu e que preferia o termo “agnóstico” para uma descrição mais correta.

O ser humano é o animal mais evoluído de todos foi a proposição da letra (c) do 3º quesito. O resultado das respostas demonstrou claramente uma predominância de visão antropocêntrica entre os alunos da amostra, pois 92,5% (74 alunos) responderam que ela é verdadeira. Ou seja, o ser humano é considerado o centro da natureza e ocupa o lugar do topo da evolução. Isso também se deve ao fato de que a maioria dos alunos confundem evolução com complexidade, conforme vemos nas citações abaixo.

“O ser humano tem a consciência de que um dia vai morrer.” (M.P.S.S - a10)

“Pois é o ser que tem capacidade de pensar.” (W.N.F - a12)

“Porque somos os únicos que conseguimos pensar e falar, tudo numa só espécie.”
(E.K.T.O. - a4)

“Porque ele pode pensar, já o animal não consegue.” (J.F.M - a6)

“Tanto na Bíblia, quanto nos estudos afirmam isso.” (A.C.R.S. - B1)

Justificativa à resposta “falso” : *“Todos os seres vêm evoluindo, conforme o ser humano também vem evoluindo.”* (M.L.P.A - a9)

Do mesmo modo, Orsi (2017) cita em seu artigo de jornal um dos estudos conduzidos por Rubens Pazza, pesquisador e professor da Universidade Federal de Viçosa, e colegas, publicado em 2009 no periódico “*Evolution: Education and Outreach*”, mostra que um ponto importante nas dificuldades de compreensão é a confusão entre evolução e progresso, e o ser humano como o ápice do processo. Os alunos, em suas pesquisas, tendem a responder que o ser humano é “o organismo mais evoluído”, mostrando uma clara confusão entre evolução e progresso.

Chow e Labov (2017, p.2) aconselha ter cautela ao se tratar da teoria, pois acredita que “qualquer sugestão de que os cientistas estejam tentando denegrir a religião provavelmente fechará caminhos para o entendimento da evolução para muitas pessoas e será contraproducente”.

No resultado das respostas à proposição **Não é possível ver o processo de evolução acontecendo**, da letra (d) do 3º quesito, 70% (56 alunos) fizeram a opção correta afirmando ser falsa. Esta questão é muito pertinente e se configura em uma das principais dificuldades da aprendizagem em biologia evolutiva: desconhecer os mecanismos que evidenciam a sua existência. Seguem-se as mais diversas explicações dos alunos para a referida afirmativa.

Justificativas à resposta “falso”:

“Vemos isto todos os dias”. (R.D - A4)

“Sim, podemos perceber em uma criança.” (M.L.P.C. - b6)

“É possível sim! Um exemplo é do texto da 1ª questão sobre a cobra cascavel.”(C.S.S.- C1)

“É possível, mas algumas demoram bastante tempo.” (B.R.N. - C6)

Justificativas à resposta “verdadeiro”:

“É possível identificar sim a mudança de hábito.” (J.A.S.S - C4)

“Acho que a ciência ajuda para ver esse processo.” (J.G.S. - C2)

“É possível, o ser humano vem evoluindo e ficando imune a algumas doenças, como a gripe que antes o matava.” (RFR - C10)

“Vemos apenas o resultado.” (R.V.S.B - c11)

Conforme proposto por Meyer e El-Hani (2005), ataques à evolução ou à seleção natural geralmente são baseados no seguinte argumento: como podemos acreditar em algo que

nós “não vemos ocorrendo”? Porém, temos várias evidências, ainda que indiretas, da evolução por seleção natural.

Exemplos de fácil entendimento são citados pelos autores e podem ser utilizados em sala de aula, como as semelhanças entre os seres vivos como os ossos que formam as patas de animais terrestres, as asas de um morcego e as nadadeiras de um animal aquático, as convergências evolutivas, os órgãos vestigiais, a variação geográfica e os registros paleontológicos.

São nestas evidências que a teoria evolutiva sempre se baseou e é perfeitamente aceitável adotá-la como uma teoria científica capaz de explicar as adaptações e a diversidade dos seres vivos existentes.

Na proposição **Os seres vivos mudam para adaptarem-se ao meio em que vivem** da letra (e), ainda do 3º quesito, 92,5% (74 alunos) da amostra concordou com a afirmativa, concebendo a mudança das espécies como resultado de uma mudança do meio e conseqüentemente necessidade de sobrevivência, o que retrata uma visão lamarckista, além de considerarem que a evolução tem uma finalidade. Leiam-se abaixo as principais respostas para esta visão.

“Os seres vivos mudam conforme o processo de evolução para sobreviver melhor ao meio.” (M.L.P.A. - a9)

“No tempo constante, os seres humanos mudam cada vez mais.” (A.S.T.S. - a1)

“A necessidade de sobreviver torna-se maior.” (J.R.S. - A8)

“Com certeza, pois é a única maneira de sobreviver.” (A.J.G.L.A. - A6)

“Sim, temos a capacidade de se acostumar em determinados ambientes.” (A.L.X.M. - B6)

“Sim, o homem e os animais são capazes de se adaptar ao meio ambiente.” (V.M.S.S. - B9)

“Verdade, isso é correpondente à mutação.” (A.C.V.C. - C5)

Mesmo as justificativas à resposta correta, julgamento “falso” da proposição, não encontram-se bem estruturadas, como por exemplo: *“Por conta que cada um vive no seu ambiente.”* (D.V.B. - b1)

Conforme já explicitado antes por Meyer e El-Hani (2005), o criacionismo e o lamarckismo são duas correntes que dificultam o entendimento do aluno na compreensão do neodarwinismo. O fixismo é a visão de mundo na qual a permanência é a regra, onde os

elementos de uma cadeia de seres vivos não estariam conectados entre si por elos de parentesco, supondo que as espécies são imutáveis.

Para Almeida e Feijó (2011), estas são visões clássicas que existem desde a antiga Grécia e que Darwin refutou com as contribuições de suas obras. Atualmente se sabe que não existem organismos mais ou menos evoluídos: todos formam uma cadeia evolutiva que se iniciou há milhões de anos no planeta e todos os organismos que encontram-se hoje existem porque estão totalmente adaptados, alguns mais complexos e outros menos.

Enfatizando ainda, a seleção natural não resulta em organismos perfeitos ou ótimos. As mudanças evolutivas acontecem por mero acaso e foi o reconhecimento deste acaso no processo evolutivo um fator importante nas investigações sobre a variação genética dentro de espécies (MEYER; EL-HANI, 2005).

Mediante este contexto do parágrafo anterior, outro percentual relevante foi o da resposta verdadeira para a afirmação da frase **O resultado da evolução é a perfeição das espécies**, da letra (f). Os dados coletados demonstram que 53,75% (43 alunos) da amostra acredita que a evolução tem uma meta. E infere-se, através das respostas anteriores, que essa meta seria o ser humano, considerado “o topo da evolução”, conforme lê-se abaixo nas justificativas para a resposta “verdadeiro”:

“Tudo precisa de uma finalidade” (S.B.R - B5)

“Os seres vivos evoluem de acordo com as necessidades.” (C.S.S.-C1)

“Sim, o mundo está em constante mudança.” (B.R.N - C6)

“Toda espécie em geral é perfeita” ((M.E.A.M - c10)

Outros alunos, 37 deles correspondendo a 46,25% da amostra, acreditavam ser falsa a proposição e as justificativas são as mais diversas possíveis:

“Por conta das constantes mudanças no meio a perfeição não é alcançada.” (M.S.S. - c9)

“Mesmo sendo a mais evoluída, tem imperfeições.” (W.N.F - a12)

“É mais por adaptação.” (R.S.S - B7)

“Não, porque quando Deus criou fez todos os animais perfeitos.” (M.M.S. - b7)

“Acredito que estamos sempre evoluindo, mas não chegamos à perfeição porque sempre tem algo a melhorar.” (L.A.A.S - C7)

“Eles não procuram a perfeição, mas adaptar-se para sobreviver.” (E.L.G. - C9)

Mas, existe finalidade do processo evolutivo? Esta foi uma característica da teoria evolutiva bastante questionada desde que Charles Darwin e Alfred Wallace lançaram as suas conclusões em *A Origem das Espécies*:

Chamei de seleção natural o princípio de preservação ou de sobrevivência do mais apto. Ele conduz ao aperfeiçoamento de cada criatura em relação às condições orgânicas e inorgânicas de vida (DARWIN, 1859, p.158).

Segundo o trecho acima, a perfeição para Darwin e Wallace não é algo estático. Ela se relaciona ao meio em que o organismo vive. E como o meio está sempre mudando, a tal perfeição nunca pode ser alcançada. Por isso é mais adequado o uso do termo “adaptação”.

Meyer e El-Hani (2005) citam um exemplo de nosso cotidiano que é muito útil para explicar a seleção natural: a resistência a antibióticos de forma gradual. Ela mostra o modo como a droga administrada age, sendo o agente de seleção na variedade existente dentre uma população. O uso cada vez mais frequente de antibióticos e sem os devidos cuidados está associado ao surgimento de bactérias altamente resistentes ao medicamento.

Almeida e Feijó (2011) preconizam que o maior desafio do ensino de Evolução é facilitar o entendimento dos alunos sobre o neodarwinismo baseando-se em dois princípios básicos: a variação ao acaso e a seleção natural que atua nos seres vivos diante destas variações.

O geneticista Rubens Pazza (*apud* ORSI, 2017) explica que algumas questões são particularmente complicadas para a compreensão dos jovens. Para ele, uma das mais complicadas é o papel da aleatoriedade na evolução. É comum que os jovens confundam a seleção natural com um processo aleatório, quando um dos principais papéis da aleatoriedade é no surgimento das variações. “A seleção natural é justamente o oposto de um processo aleatório”, ressalta ele.

Hoje, a seleção natural ocupa um papel fundamental na biologia evolutiva, oferecendo respostas para um grande conjunto de perguntas que fazemos sobre o mundo que nos cerca. Ela nos oferece um modo de explicar aquilo que Darwin chamou de “uma perfeição de estrutura e coadaptação que merecidamente desperta nossa admiração”, afirmando que a seleção natural atua para a preservação e acumulação de pequenas modificações hereditárias, cada uma delas proveitosa para o ser preservado naquele ambiente (MEYER; EL-HANI, 2005; DARWIN, 1859).

Por fim, a letra (g) apresentava a proposição de que **A Evolução é uma teoria baseada apenas em suposições, não em evidências**. Apenas 28,75% (23) marcou que a afirmativa era verdadeira, errando a questão.

Sobre isso, vale acentuar que o próprio Charles Darwin quando embarcou em sua viagem ao redor do mundo no navio Beagle acreditava que as espécies eram imutáveis. Todavia, como era um pesquisador com conhecimentos extremamente amplos, as suas observações e um modo de pensar científico permitiram que ele mudasse sua própria opinião, explorando informações de áreas diversas, como a Paleontologia, a Embriologia e a Anatomia (MEYER; EL-HANI, 2005). A seguir estão as principais justificativas desta proposição.

As justificativas à resposta “falso” são distintas e apontam um conhecimento resumido sobre as evidências evolutivas:

“A teoria da evolução, além de ser comprovada, é notório ver-se”. (M.L.P.A. - a9)

“Pois a evolução se baseia em conhecimentos científicos, na observação e compreensão das espécies.” (Y.F.S. - a13)

“Existem evidências, como os esqueletos.” (R.D. - A4)

“Para chegarem a essa conclusão foi relatado muitos anos de pesquisa.” (R.S.S - B7)

“Foram anos de estudos sobre isso.” (J.J.S.F.-b3)

“Ao visitar o arquipélago de Galápagos ele comprova que animais da mesma espécie se adaptaram ao modo de viver de cada ilha.” (E.L.G. - C9)

“É evidente constantes adaptações em todas as espécies, como por exemplo a cascavel que está ficando silenciosa.” (J.C.C. - C8)

Justificativas à resposta “verdadeiro”:

“Para mim, não existe evidência considerável.” (M.E.A.M - c10)

“Sim, não há algo concreto que a comprove.” (E.E.M.S. - c2)

De forma sucinta, percebe-se através de algumas citações dos alunos que nem sempre o julgamento correto da resposta tem uma justificativa coerente ou com base em conhecimentos científicos. E ainda houveram muitos casos em que os alunos não justificaram suas respostas, deixando o espaço em branco. O quadro 5 resume os perfis gerais de cada turma participante.

Quadro 5 - Resumo geral das respostas usadas como justificativas às proposições da questão com afirmativas sobre a teoria da seleção natural e afins, por turma participante da pesquisa, em agosto de 2018.

Turma participante	Perfil predominante geral de conhecimentos sobre conceitos evolutivos
3º A	<p>Temos parentesco com os macacos, sem grau preciso.</p> <p>O homem é o ser mais evoluído por ter a consciência de que vai morrer, tem a razão e tem inteligência.</p> <p>Darwin era ateu porque era cientista e a maioria deles só acredita no que vê.</p> <p>A Evolução Humana ocorre como está na figura apresentada, deve-se ao fato de ter semelhança com os macacos. Com o passar do tempo, os humanos começam a ter consciência e diminuição dos pelos.</p> <p>Os seres vivos mudam com o intuito de se adaptar, são obrigados a mudar para se manterem vivos.</p> <p>Ver ou não a evolução depende da espécie.</p> <p>As evidências da evolução são os fósseis.</p>
3º B	<p>Darwin era ateu porque era cientista, porque era evolucionista. Outros não sabem ao certo.</p> <p>Os seres humanos são o topo da evolução humana pelo fato de raciocinar, ter senso crítico e político.</p> <p>As mudanças não ocorrem, os seres vivos já foram feitos do jeito que são hoje.</p> <p>A figura do “homem evoluindo” não foi verdade, mas ela reflete a teoria da evolução defendida atualmente. Deus criou o homem.</p> <p>Evolução também pode ser concebida como desenvolvimento humano, metamorfose de um animal.</p> <p>“Se os macacos deram origem aos humanos, por que ainda existem macacos?”</p> <p>A mudança é importante para a evolução.</p> <p>A adaptação ocorre para a sobrevivência.</p> <p>Deus criou o homem como ele é hoje.</p> <p>A evolução é uma mistura de suposições e evidências.</p>
3º C	<p>Conheço a teoria da evolução e acredito nela.</p> <p>Não conheço a teoria da evolução, porém li isso em um livro.</p> <p>Deus criou todas as coisas como elas são.</p> <p>Os seres vivos mudam. É necessário se adaptar.</p> <p>O ser humano é o único ser vivo racional, pois tem a capacidade de criar.</p> <p>O ser humano é o ser mais evoluído por conta da capacidade de raciocínio.</p> <p>Darwin era ateu pelo fato de ser cientista, apesar de vir de família</p>

continuação do quadro 5

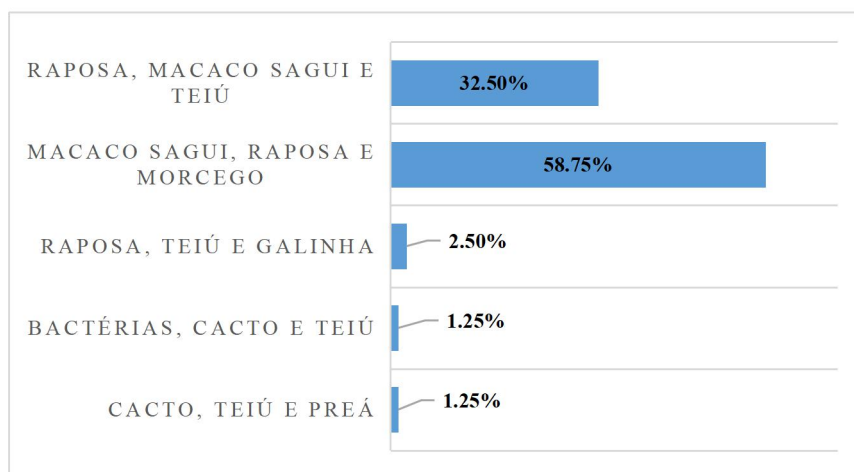
	religiosa. A evolução tem a finalidade de perfeição.
3º D	Darwin era ateu pelo fato de ser cientista. (outros não têm nenhuma informação sobre ele) Os humanos são os seres mais evoluídos, por fazerem coisas que os outros não fazem. O criacionismo é real, porém a evolução acontece constantemente. Não há provas concretas da evolução. A adaptação ocorre com mudança. O processo de evolução humana deve ter ocorrido, embora não haja certeza.

Fonte: dados da pesquisa.

Através desta atividade de conhecimento prévio também pretendeu-se investigar o conhecimento dos alunos quanto ao grau de parentesco de alguns seres vivos pertencentes à fauna do bioma Caatinga com o ser humano.

A maioria dos alunos apresentou uma concepção adequada sobre a classificação dos seres vivos (gráfico 3), de modo que assinalaram a alternativa que continha apenas mamíferos – macaco sagui, raposa e morcego (58,75% - 47 alunos), seguida da alternativa que continham também mamíferos, embora um deles fosse um réptil (32,5% - 26 alunos) .

Gráfico 3 – Percepção de alunos do 3º ano do Ensino Médio sobre o grau de parentesco das espécies com o ser humano, 2018.



Fonte: dados da pesquisa.

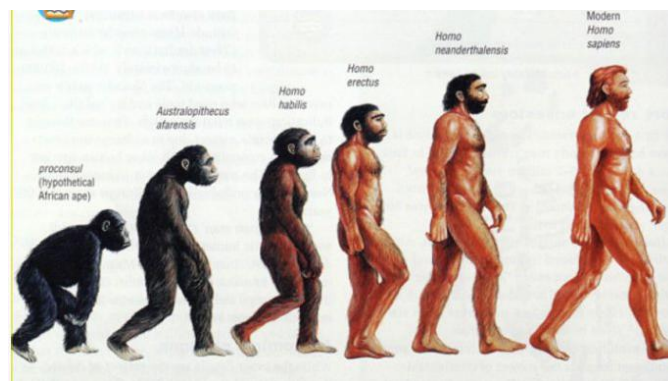
Futuyma (2002) assegura que é essencial que o aluno tenha conhecimento construído ao longo dos séculos de que as espécies são todas relacionadas entre si e de que a evolução

ocorre por descendência com modificação, onde os seres vivos são ligados por algum grau de parentesco. Esse fato mudou completamente o modo de enxergar e entender o mundo natural.

Os padrões hierarquicamente organizados de aspectos comuns entre as espécies refletem uma história na qual todas as espécies vivas podem ser seguidas retrospectivamente ao longo do tempo, até se chegar a um número cada vez menor de ancestrais. A árvore da vida é a representação adotada por Charles Darwin, em contraste com a ideia de Lamarck de uma grande cadeia dos seres vivos (MEYER;EL-HANI, 2005; FUTUYMA, 2002).

Corroborando com o que foi explicitado acima e finalizando os resultados desta seção, duas questões buscaram conhecer os conhecimentos prévios em relação à evolução humana, apresentando uma imagem (figura 2) muito comum nos livros didáticos para representação da teoria darwinista sobre esse aspecto.

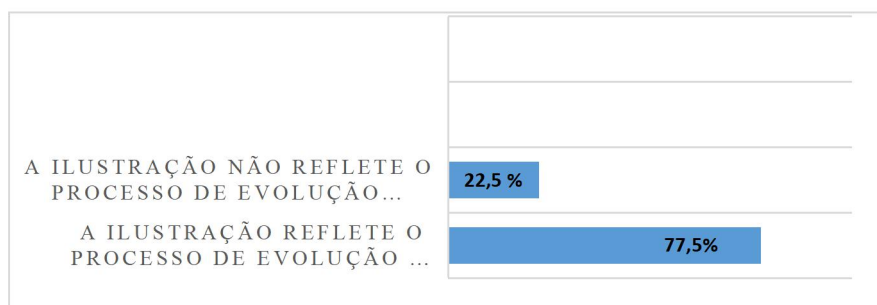
Figura 2 - Representação do processo de evolução humana comumente encontrada em livros e materiais didáticos das disciplinas de biologia e história.



Fonte: <http://escolaeducacao.com.br/evolucao-humana/>

O gráfico 4 exibe as informações que os alunos participantes têm sobre o processo da evolução da própria espécie.

Gráfico 4 – Percepção de alunos do 3º ano do Ensino Médio sobre ilustração, comum em livros didáticos da educação básica, sobre o processo evolutivo da espécie humana, 2018.



Fonte: dados da pesquisa.

Maior parte dos alunos (97,5% - 78 alunos) afirmou já ter visto a figura nos livros didáticos de Ciências e de História. A maioria deles (77,5% - 62 alunos) acredita que a figura representa como se deu verdadeiramente o processo de evolução humana, enquanto 22,5% (18 alunos) acredita que o processo não ocorreu como está ilustrado.

“Os cientistas acreditam que o processo de evolução humana ocorreu dessa forma através dos macacos e que com o passar do tempo eles se tornaram humanos segundo os cientistas.” (M.K.J.S. - D2)

“Levando em conta a teoria evolucionista, onde os seres humanos vieram dos macacos essa imagem ilustra bem esse processo.” (S.D. - D1)

“De acordo com a época em que se vivia, o corpo se adaptou. Por exemplo, no início tinham-se mais pelos porque era necessário uma proteção maior, pela ausência de roupas e outras coisas que, hoje, são apropriadas.” (J.R.L. - d2)

“Porque ao longo do tempo o macaco foi evoluindo.” (L.G.B.S. - c6)

“Porque o processo com o passar do tempo teve essa evolução, só que alguns macacos não conseguiram evoluir, por isso que ainda há macacos.” (L.C.S.F. - c5)

“Mais ou menos, porque não viemos diretamente do macaco, os humanos tiveram a evolução mas que não surgiu do macaco e sim do elo perdido que surgiu entre as duas espécies.” (C.S.S. - C1)

“É uma forma que a ciência encontrou para achar a origem dos seres humanos.” (R.S.S. - B7)

“Pela semelhança entre eles.” (M.V.S.B. - A3)

“Sim, porque passamos por um processo histórico e físico para se adaptar no meio em que vive.” (R.D. - A4)

“Porque o ser humano vive em constante evolução, e existe vários indícios de que o homem veio do macaco, pois visivelmente existem traços que lembram o do ser humano.” (Y.F.S. - a13)

“Uma foto retrata como o ser humano começa a ter postura e consciência” (M.P.S.S - a10)

Poucos alunos marcaram que não concordam com a ilustração da evolução humana, mas apenas algumas das justificativas têm alicerces científicos, a maioria demonstra tendência criacionista. Seguem abaixo:

“Por que eu acho que não foi dessa forma.” (D.V.A.S. - c1)

“Porque Deus criou o homem.” (W.D.S. - c12)

“Não, porque o homem e o macaco têm semelhanças, mas os dois vieram de uma só espécie que os originou.” (A.C.V.C. - C5)

“Levando em consideração a bíblia, o fato do ser humano ter evoluído do macaco é totalmente mito. Pois quem criou o homem foi Deus.” (M.M.S. - b7)

“Pois pesquisas falam que podemos ter parentesco com os macacos, não que somos descendentes diretos”. (D.P.C.M. - a3)

“Como eu havia respondido na questão anterior, fomos criados por Deus.” (V.M.S.S. - B9)

Ainda corroborando o presente estudo, Pegoraro *et al.* (2016) concluíram que a raiz desta problemática do ensino de evolução reside ainda na dicotomia entre ciência e religião, que permeia os atores sociais e, por conseguinte, a escola.

Oliveira e Bizzo (2017) encontraram correlações importantes entre a fé religiosa e as respostas às questões sobre evolução: quanto maior a proximidade com a religião, maior a frequência de jovens que consideram inválidas as ideias evolutivas.

As barreiras culturais e religiosas podem dificultar o aprendizado a teoria da evolução, seja por meio de rejeição direta do conteúdo ou pela confusão trazida por ideias preconcebidas. A evolução tem sido usada por alguns para persuadir as pessoas de que elas devem aceitar a ciência ou sua fé pessoal, criando falsas divisões (ORSI, 2017; CHOW; LEBOV, 2017)

A ilustração da ‘marcha para o progresso’, é extremamente difundida para ilustrar evolução humana, mas é um conceito errôneo, que contribui para a disseminação da confusão. Enfim, o que vemos é um baixo grau de compreensão das bases da evolução de um modo geral, que é ainda mais acentuado de acordo com certas denominações religiosas (ORSI, 2017)

Uma melhor compreensão da teoria evolutiva é fundamental no momento histórico atual, pois no Brasil ainda ocorrem polêmicas sobre o ensino de evolução e criacionismo, que delatam as visões equivocadas sobre ideias centrais do pensamento evolutivo, prejudicando o debate e levando a críticas infundadas. As explicações da evolução são importantes para todos, porque lançam luz sobre a nossa compreensão dos seres vivos de dois modos: elucidando que há relações de parentesco entre os seres vivos e investigando como ocorreram as mudanças nos seres vivos. (MEYER; EL-HANI, 2005)

De um modo geral, pode-se inferir através dos resultados da aplicação do questionário para verificação de conhecimento prévio que a amostra de alunos participantes desta pesquisa

apresentavam um conhecimento limitado sobre a teoria evolutiva, geralmente associando-a ao lamarckismo e ao criacionismo. Grande parte da amostra enxerga a evolução como um mecanismo de mudança para determinada finalidade, e não como modificação ao longo das gerações para gerar adaptação necessária à sobrevivência.

As crenças trazidas pelos alunos e a falta de informação científica, fruto da deficiência do ensino de ciências de anos anteriores, são os principais motivos do despreparo. Aditivamente, em alguns casos o aluno demonstrou ter conhecimento científico sobre a teoria da evolução através de algumas questões, contudo, por não acreditar nela, afirmava não conhecê-la em outras respostas do mesmo questionário.

Por vezes, este conhecimento era também equivocado, sobretudo sobre os mecanismos evolutivos e seu contexto geral, ignorando a existência e importância da variação genética na seleção natural. Observou-se ainda incoerência entre respostas e justificativas de uma mesma proposição, além de entre as questões dos questionários.

3.2 Resultados e discussão da excursão de campo à Tocaia

Conforme já mencionado na metodologia (seção 2.6), as atividades propostas durante a excursão foram registradas através de fotografias sobre o que os alunos do grupo experimental considerariam aspectos importantes para serem observados e compartilhados entre eles nas semanas seguintes.

Todos os registros foram realizados ao longo do percurso da subida da reserva. Algumas fotografias foram feitas também nos momentos de paradas já pré-estabelecidas, mas nenhuma intervenção foi feita para que elas ocorressem.

Baseando-se na adaptação e seleção natural dos seres vivos, a partir das condições do meio em que vivem, os resultados aqui descritos buscaram conhecer a percepção dos alunos sobre a Caatinga, após as aulas teóricas.

O **grupo experimental da turma A** ficou responsável por fotografar as plantas da Caatinga, com o objetivo de identificar as adaptações visíveis e discutir as adaptações prováveis. A figura 3 mostra alguns destes registros.

Figura 3 - Registros de plantas da Caatinga, feitos pelos alunos do grupo experimental durante a excursão à reserva Tocaia. a) Cactácea; b e c) Barrigudas em pontos diferentes da reserva (*Ceiba glaziovii*); d) Macambira (*Bromelia laciniosa*); e) Macambira- de-flecha (*Encholirium spectabile*).



Fonte: dados da pesquisa.

As imagens das figuras 3 e 4 comprovam que os alunos participantes puderam compreender e perceber as adaptações da flora típica da Caatinga. Isso é de suma importância, pois ela é um dos biomas menos estudados do país e o mais negligenciado quanto à conservação: menos de 2% de sua área está coberta por unidades de proteção integral e metade de sua vegetação foi totalmente removida ou profundamente alterada pela atividade antrópica. As principais causas são para remoção de madeira destinada ao uso como combustível, as queimadas indiscriminadas, o pastejo intenso por caprinos e a ocupação agrícola (MARQUES *et al.*, 2017).

Figura 4 - Registros de plantas da Caatinga feitos pelos alunos do grupo experimental durante a excursão à reserva Tocaia. a) Xique Xique (*Pilocereus gounellei*); b) Quipá (*Tacinga inamoena*); c) Mandacarú (*Cereus jamacaru*).



Fonte: dados da pesquisa.

Ainda consoante Marques *et al.* (2017), a perda da cobertura vegetal nativa está diretamente vinculada ao risco de erosão do solo e de sua desertificação, além do risco de extinção de espécies endêmicas, que têm um histórico evolutivo sob condições ambientais particulares.

Seguem abaixo alguns relatos dos alunos deste grupo acerca da atividade na reserva Tocaia:

“A ida para Tocaia foi maravilhosa, pois é bem mais produtivo aprender conhecendo, olhando, algo mais prático, sem contar que várias dúvidas foram tiradas.” (E.S.P., A1)

“Na Tocaia eu pude conhecer coisas novas e foi uma experiência muito boa, pois lá muda o clima constantemente e eu não sabia disso, também plantas que nascem sobre rochas e outros fatores. Nunca tinha visto uma barriguda e essa experiência me motivou a fazer mais trilhas pela Caatinga. Também espero que a professora leve outros alunos pra lá”. (A.S.O., A2)

“A ida a Tocaia foi maravilhosa, tive a oportunidade de ver a Caatinga, animais camuflados, variações e adaptações de plantas.” (M.V.S.B., A3)

Os conhecimentos sobre a flora de uma região se respaldam na justificativa de que é necessário um acervo mínimo de conhecimento sobre sua geomorfologia e florística para, então, tentar compreender a história, a ecologia e a evolução da fauna de qualquer área. A

Caatinga não foge à esta regra, especialmente porque sua fauna e flora resultam de complicados processos que levaram à sobreposição de comunidades que viveram em tempos diferentes no mesmo espaço geográfico (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003).

Tendo este conhecimento da interação entre a fauna e a flora como fator importante, o **grupo experimental da turma B** fotografou os animais encontrados na Caatinga e/ou seus vestígios (como tocas, fezes e pegadas). Além dos registros, eles foram responsáveis por refletir como as adaptações favorecem a sobrevivência dos animais no ambiente de Caatinga.

As figuras 5 e 6 são os resultados das percepções dos alunos sobre os animais e seus vestígios encontrados na reserva. Para tais fotografias foi necessário grande esforço e observação dos mesmos, pois em algumas delas há até dificuldade de identificar o ser vivo, devido à camuflagem.

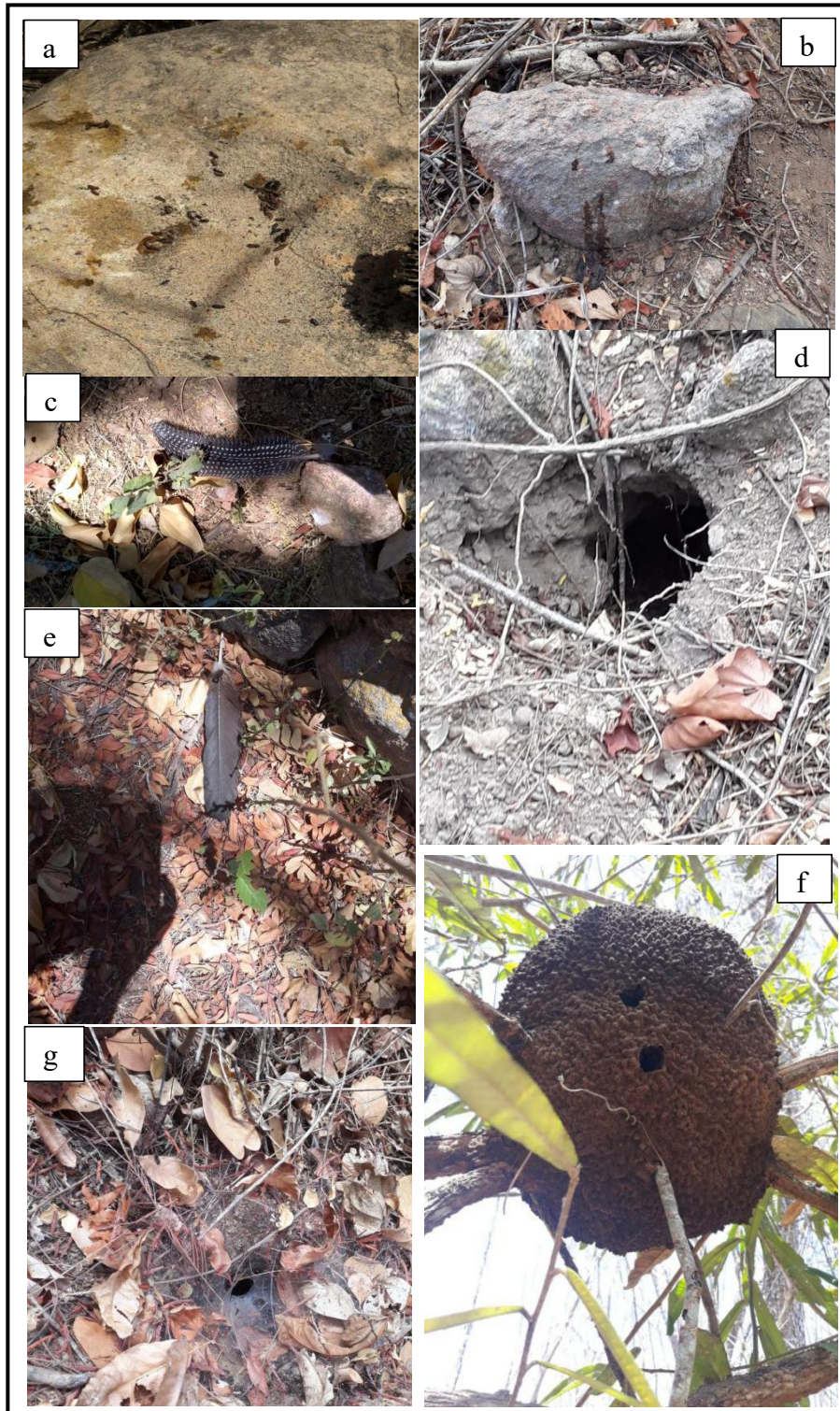
A respeito disso, a teoria da seleção natural apresenta uma poderosa explicação para essa capacidade de camuflar-se. O que Darwin tinha em mente em suas obras era a possibilidade de explicar as incríveis adaptações dos organismos às características do seu meio, embora não fossem perfeitas. Esse mecanismo suscita que dentre organismos com diferentes padrões de coloração, os que permitem a camuflagem tendem a escapar com maior frequência dos predadores, deixando mais descendentes e, dessa forma, propagando aquele traço pela espécie (MEYER; EL-HANI, 2005). A cascavel, animal aproveitado na criação do jogo didático pensar biologicamente é pensar evolutivamente, é um bom exemplo de espécie que se camufla muito bem nos ambientes em que vivem.

Figura 5 - Registros dos animais feitos pelos alunos do grupo experimental durante a excursão à reserva Tocaia. a, b e c) Lagartixas do lajedo (*Tropiduros semiteniatus*) totalmente camufladas nas rochas; d, e e f) Mariposas camufladas em troncos de árvores.



Fonte: dados da pesquisa.

Figura 6 - Registros de vestígios de animais feitos pelos alunos do grupo experimental durante a excursão à reserva Tocaia. a) Fezes de Mocó (*Kerodon ropestris*); b) Resquícios de sangue, de uma possível predação; c e e) Penas de aves que vivem na Tocaia; d) Toca de animal de pequeno porte; f) Ninho de espécie não identificada; g) Teia e toca de aracnídeo.



Fonte: dados da pesquisa.

Seguem abaixo alguns relatos dos alunos do grupo responsável pelos registros relacionados aos animais da Caatinga:

“Foi uma ótima visita, aprendemos muita coisa sobre camuflagem e mimetismo na prática e como é difícil achar e identificá-los”. (R.S.S. - B7)

“Foi uma oportunidade singular, por termos participado na prática o que tanto havíamos ouvido na sala de aula, poder ver de perto vestígios de animais, algumas adaptações da natureza, influência pelo clima.” (J.S. - B3)

“Um local onde encontrei diversas espécies de animais, adequados aquele ambiente, com camuflagem com o ambiente. Além de espécies de animais da Caatinga.” (W.V.S. - B10)

“Na Tocaia conseguimos ver os animais se adaptando, como a camuflagem, e conseguimos ver que existe vida na Caatinga e diversos animais.” (W.F.S.- B2)

Foi de grande importância esse deslocamento até a Caatinga, para bem observar seus aspectos e animais que possam habitar lá, passando como despercebido por nós. De forma que ao observar, tem-se uma grande variabilidade/mudanças e assim, o comportamento, tanto do clima até dos animais e plantas. É satisfatório entender e observar o que temos de vida ao nosso redor e de grande importância para o nosso conhecimento.” (A.C.R.S.-B1)

É notável no relato dos alunos o grau de compreensão sobre a camuflagem. Este resultado relaciona-se com a ideia dos subsunçores que foram utilizados neste trabalho para ancorar os novos conhecimentos sobre Evolução: a Caatinga e uma serpente, réptil típico deste bioma: a cascavel (*Crotalus durissus*).

O **grupo experimental da turma C** foi desafiado a fotografar cenários diferentes da Caatinga dentro da RPPN Tocaia, a fim de identificar as fisionomias do bioma. O objetivo destes registros foi verificar se o ambiente é homogêneo ou se existe diferença entre o ambiente no sopé e no topo da serra da reserva.

A figura 7 apresenta algumas imagens que revelam diferenças sutis do ambiente de Caatinga, mesmo dentro de uma pequena área, como é o caso da reserva. Em conformidade com Marques *et al.* (2017), percebe-se que as fisionomias da Caatinga são muito variáveis, dependendo do regime de chuvas e do tipo de solo e de vegetação. Porém, grande parte dela está situada em depressões entre planaltos e serras, abaixo dos 500m de altitude, onde recebe a denominação de Caatinga semiárida. Metade da área da Caatinga recebe menos de 750mm de chuva anual, sendo típica da região a ausência completa de chuva em alguns anos.

Figura 7 - Registros das características da Caatinga da RPPN Tocaia ao longo do percurso da excursão. a) Vista da entrada da reserva, mostrando o reservatório artificial de água; b) Imagem feita no sopé da serra da reserva, iniciando a trilha; c) Imagem feita durante a subida da serra; d) Topo da reserva, com destaque para os lajedos (afloramento rochosos de ambientes xeromórficos) e Vegetação típica.



Fonte: dados da pesquisa.

Os relatos da maioria destes alunos responsáveis por este aspecto ambiental da excursão podem ser representados pelas descrições abaixo:

“Poderia ter muitas aulas assim, porque os alunos poderiam ver como realmente é que funciona os processos que ocorrem.” (D.W.M.R. - C3)

“Fomos em busca ao conhecimento, descobrir coisas novas e estudar mais sobre os conhecidos. Uma aula de campo muito interessante e uma bomba de conhecimentos, em uma serra com quase seus 300 metros, com muito a oferecer, uma aula que foge dos padrões, onde botamos a mão na massa para descobrirmos mais, divertido e interessante. Algo mais próximo da natureza e também do conhecimento.” (R.F.R. - C10)

“Foi uma experiência incrível, pois na prática aprendemos mais e indo até lá vimos de perto todo o assunto que a professora já tinha explicado e assim nos aprofundamos mais.” (L.A.A.S. - C7)

“A nossa ida a Tocaia foi utilizada de uma forma incrível para a aprendizagem do conteúdo, consegui entender bem melhor o processo evolutivo e a seleção natural, espero que os próximos alunos também possam ter uma experiência similar.” (J.C.C. - C8)

Para os alunos do **grupo experimental da turma D** foi solicitado o envio de fotografias dos fatores abióticos da Caatinga na Tocaia como: solo, incidência solar, ausência ou presença de água. O objetivo desses registros é o de inferir sobre umidade do ar, calor, sensação térmica, cor, aspecto e composição do solo da reserva (figura 8).

As Caatingas semiáridas, como é o caso da reserva em questão, comparadas a outras formações brasileiras, apresentam muitas características extremas dentre os parâmetros meteorológicos: a mais alta radiação solar, baixa nebulosidade, a mais alta temperatura média anual, as mais baixas taxas de umidade relativa, evapotranspiração potencial mais elevada, e, sobretudo, chuvas escassas e irregulares ao longo do ano. Os solos são predominantemente pedregosos e rasos. (LEAL; TABARELLI; SILVA, 2003; MARQUES *et al.*, 2017).

Figura 8 - Registros dos fatores abióticos feitos pelos alunos ao longo do percurso da excursão à RPPN Tocaia. a, b e c) Incidência solar durante a subida da serra; d) Solo árido, ao fundo reservatório artificial de água da reserva.



Fonte: dados da pesquisa.

Seguem exemplos das impressões dos alunos sobre a atividade realizada:

“A aula foi muito boa, nos fez conhecer de perto como de fato é a vida selvagem na Caatinga, me fez valorizar mais a nossa vegetação típica, pois antes eu achava horrível e seca, sem ter conhecimento à fundo dos animaizinhos ali presentes e sua vegetação. Pra quem não curte Biologia tipo eu, foi uma experiência muito boa.” (J.L.B.M. - D10)

“Nossa visita à reserva Tocaia foi uma experiência muito boa pois a Caatinga faz parte do meu meio, mas não é tão observado como foi nesse dia.” (M.R.S.N.- D3)

“Uma experiência agradável, onde deu pra entender melhor como os animais e plantas vivem por meio da evolução alcançada.” (S.F.S.D.- D1)

Pegoraro *et al.* (2016), em seu artigo “A importância do ensino de evolução para o pensamento crítico e científico”, concluem que o ideal para aprendizagem é abandonar a prática da transmissão de conteúdos e possibilitar ao educando sentir, refletir, questionar e conduzir a construção do seu conhecimento, por meio do confronto entre o senso comum e as teorias científicas.

Os resultados deste trabalho corroboram com Guarino e Porto (2010) quando afirmam que as excursões de campo representam uma ótima solução para aumentar a compreensão, permitindo que os alunos vejam alguns exemplos de seres vivos interagindo com o ambiente.

Neste contexto, ecologia e evolução são temas integradores da biologia. Ambas, sobretudo a evolução por ser considerada o “sentido” da biologia, dão base de compreensão aos demais saberes de outras áreas, porque explicam historicamente como as diferentes características e processos biológicos surgiram e se mantiveram nas diversas espécies de seres vivos (GUARINO; PORTO, 2010; MEYER; EL-HANI, 2005).

Encerrando esta etapa, os registros fotográficos dos alunos do grupo experimental foi compartilhado e comentado com todos os alunos no dia da aplicação do jogo, antes de iniciar as primeiras rodadas. O material dos quatro grupos se complementou e ofereceu uma visão geral da interação de todos os componentes perceptíveis de um ambiente natural.

Embora os conhecimentos em ecologia não tenham sido o foco central, com base nos relatos escritos dos alunos acerca do contato com a Caatinga e dos registros fotográficos de suas interações com a mesma, consideramos que houve melhoria também da compreensão dos conceitos ecológicos, pois ecologia e evolução são áreas da Biologia que se complementam.

Foi significativo perceber nos relatos dos alunos que as palavras e comentários utilizados tinham a ver com os aspectos os quais seu grupo ficou responsável por registrar, bem como com o conhecimento geral do foco da excursão.

Apesar do fato de todos os alunos terem acesso ao material no grupo do aplicativo WhatsApp, o debate sobre o que estava sendo exposto a partir do material criado à luz da própria visão dos alunos foi muito enriquecedor. Os conhecimentos sobre a seleção natural e as adaptações às condições do ambiente em todos os seres vivos encontrados que haviam sido estudados foram reforçados.

As maiores dificuldades encontradas se relacionam à excursão na RPPN Tocaia, pois apesar de todos os cuidados prévios e durante a atividade, foi necessário um cuidado intenso para que tudo ocorresse em segurança, antes de tudo. O engajamento dos alunos também é um desafio, tendo em vista que nenhuma das atividades foi utilizada para fins avaliativos como pontuação da nota de biologia.

3.3 Resultados e discussão da aplicação do jogo

O jogo (apêndice E) foi aplicado para 39 alunos do grupo experimental, divididos em 6 grupos, de acordo com a preferência dos alunos. Em cada equipe havia um juiz escolhido pelos próprios alunos da equipe (totalizando 6 juizes) e 33 jogadores representando as variações de serpentes cascavéis. Os jogos ocorreram simultaneamente.

No quadro 6 estão os resultados de cada uma das equipes ao final da primeira rodada. Todos os alunos iniciaram a rodada com dez indivíduos (cascavéis) com determinada variação em sua população. Os traços (-) informam que naquela rodada não havia representante daquela característica na equipe.

Quadro 6 - Resultado ao final da primeira rodada do jogo aplicado ao grupo experimental da pesquisa, na Escola Estadual Professora Laura Maria Chagas de Assis, 2018.

Indivíduos por variação de cascavel / Equipe do jogo	1	2	3	4	5	6
Sem mutação	8	10	11	9	-	7
Albina	1	-	5	2	0	2
Com capacidade de adaptação de cor ao ambiente	7	-	11	6	12	9
Mais esverdeada	-	6	5	3	5	-
Sem a fosseta loreal	2	3	-	-	0	3
Sem o chocalho	-	4	0	0	3	4
Com o veneno mais eficiente (mais tóxico)	9	10	12	-	7	9

Fonte: dados da pesquisa.

De acordo com os resultados de cada equipe, o jogo criado mostrou-se eficiente para simular uma variação numérica de uma população de cascavel no meio ambiente, bem semelhante ao que aconteceria de modo real.

Semelhante a este, Galvão *et al.* (2012) desenvolveram um jogo didático baseado principalmente em três processos da genética de populações: mutação, deriva genética e seleção natural. Os pesquisadores elucidam, através dele, que a seleção natural nada mais é do que o mecanismo evolutivo que faz com que os tipos mais bem adaptados (com maiores probabilidades de sobrevivência e reprodução) aumentem de frequência em uma população, desde que estas características sejam herdadas e que haja variação.

Trazendo as características adaptativas das cascavéis para este contexto, tem-se na vibração da cauda semelhante a um chocalho (movimento rápido e repetido da ponta) e no bote (inclui mordidas, injeção de veneno e golpes com a cabeça) as suas principais formas de defesa. Além disso, a camuflagem em seu ambiente é um fator muito marcante nesta espécie (MARQUES *et al.*, 2017).

A respeito das características adaptativas dos seres vivos de um modo geral, Meyer e El-Hani (2005, p. 105) explicitam que

São aquelas que se tornaram frequentes na população porque favoreceram a sobrevivência e/ou a reprodução de seus portadores na circunstância ambiental em que evoluíram. Essas características são, muitas vezes, aquelas que mais nos chamam a atenção, oferecendo exemplos de um belo encaixe entre um desafio que o organismo enfrenta num determinado ambiente e a solução encontrada para resolvê-lo.

Segundo os mesmos autores, apesar das adaptações já estabelecidas nas cascavéis atualmente, quanto mais os descendentes se tornarem diversificados, melhores chances terão de ter sucesso na luta pela vida. Isto explica a importância das constantes mutações para a evolução de qualquer espécie. Ou seja, as características adaptativas selecionadas são sempre as mais favoráveis dentre um espectro de variações disponíveis numa população, e não necessariamente as que se mostram perfeitas diante de desafios que o ambiente apresenta para os organismos.

Desta forma, a seleção natural passou a favorecer cascavéis com determinado padrão de cor, comportamento de defesa e presença de fosseta loreal, pois segundo Darwin (1859, p.144) “somente aquelas variações que são rentáveis sob certos aspectos serão preservadas ou naturalmente selecionadas.”

Contudo, uma pergunta muito comum nos estudos das características adaptativas é a seguinte: “Como a seleção natural explica a existência dessa característica? Será que a seleção

natural explica tudo?”. Este mecanismo evolutivo não explica tudo que vemos no mundo natural, mas isso de modo algum diminui sua importância. Para chegar à conclusão de que uma característica é uma adaptação é prudente que seja feita uma avaliação numa perspectiva histórica, situando no tempo o seu surgimento e o momento em que ela passou a desempenhar uma função específica (MEYER; EL-HANI, 2005).

Do ponto de vista ecológico, o maior conhecimento sobre um animal que representa tão bem a fauna de serpentes das Caatingas auxilia a compreensão das vicissitudes históricas do bioma. Em outras palavras, conhecer a fauna de um ecossistema ameaçado pela ação humana é um dos passos importantes para a sua conservação (MARQUES *et al.*, 2017). A figura 9 mostra alguns momentos da aplicação do jogo.

Figura 9 - Aplicação do jogo “pensar biologicamente é pensar evolutivamente” ao grupo experimental da amostra da pesquisa, na Escola Estadual Professora Laura Maria Chagas de Assis em Santana do Ipanema (AL), 2018. a e b) Alunos no momento da primeira rodada do jogo aplicado; c) Autora do trabalho com todo o grupo experimental da pesquisa; d) Momento de solicitações de explicação adicional sobre as regras do jogo à professora e autora do trabalho;



Fonte: dados da pesquisa.

Ao final do jogo, houve a escrita de relatos pessoais sobre a aula e a socialização de cada resultado com o grupo inteiro, para que todos pudessem compreendê-los, associando-os ao conteúdo já estudado durante as aulas teóricas e ao que foi vivenciado na reserva Tocaia.

Os exemplos abaixo destes relatos têm um foco na aprendizagem construída pelo aluno durante a sua aplicação, enfatizando a estratégia de incluir perguntas e respostas sobre o conteúdo, fazendo com que o mérito da vitória não seja dada a sorte.

“Com o jogo conseguimos compreender melhor a seleção natural e ver como funciona na prática. O método de utilizar perguntas é melhor para o desenvolvimento do jogo, já que aprendemos coisas a mais e o ganhador não ganha somente por sorte, mas também pelo seu conhecimento.” (L.B.S. - D7)

“O jogo foi bem top, pois fiquei com a cascavel que se adaptou a todos os climas e regiões, e foi um fato bem importante que estava perdendo, mas depois pelo clima e regiões as outras cascavéis foram perdendo pois não tinham a mesma vantagem que eu. Foi uma experiência muito boa.” (A.S.O.- A2)

“Assim como a ida à Tocaia, o jogo ajudou a esclarecer, principalmente porque ele tem perguntas e respostas, e também mostra o motivo da morte das cobras.” (J.M.M.B. - D4)

“Além do jogo ser algo divertido, teve como observar nosso nível de conhecimento diante do assunto. De forma clara e fácil, podemos absorver mais conhecimento sobre as cobras, que com sua diversidade de espécies, foi usada para o jogo, tendo como o principal as suas mutações e sobrevivência.” (A.C.R.S. - B1)

Outros alunos citam a dinâmica do jogo como sendo o fator mais útil ao processo para uma aprendizagem significativa.

“O jogo foi bastante produtivo, ajudou a entender mais sobre as cascavéis na camuflagem, evolução...” (B.A.S.-A9)

“O jogo foi bastante criativo, fazendo com que aprendêssemos mais sobre as cobras, os variados tipos, suas habilidades, adaptações, além de ser uma diversão.” (H.M.S.A. - D6)

“O jogo foi muito bem elaborado, deixa os jogadores atentos e curiosos. Sem contar que é um jogo educativo e que traz conhecimento.” (M.V.S.B. - A3)

“Particularmente eu adorei o jogo, além de já gostar de jogos de tabuleiro, me ajudou a compreender melhor o processo evolutivo de algumas espécies. Tenho um pouco de resistência quando se trata de Biologia, tanto por não gostar tanto assim da matéria e porque não consigo compreender facilmente, mas a ideia do jogo foi genial.” (J.L.B.M. - D10)

“Com o jogo foi possível entender e perceber quais animais com sua cor tinha seleção natural positivamente, pois nem todos os animais conseguiam se adaptar ao meio onde estavam inseridos e acabaram sendo facilmente encontrados pelos predadores.” (J.A.S.S. - C4)

“Bem interessante como cada tipo de variabilidade de uma espécie pode ajudá-lo ou atrapalhar sua vida na mata. Assim como ser albino, apesar de ser diferente e bonito,

atrapalha vários fatores na sua vida e por isso raramente conseguem ter uma vida longa.” (R.S.S. - B7)

“Os alunos tiveram uma experiência de um jogo, falando sobre a evolução das serpentes, suas camuflagens, alimentação de acordo com o local para sua sobrevivência e reprodução, garantindo que seus genes sejam hereditários.” (V.M. - B9)

Duarte *et al.* (2017), autores do trabalho que desenvolveram a “Roleta da evolução”, verificaram que o jogo exerceu uma grande influência na motivação dos alunos, onde o divertimento e os desafios presentes despertaram o interesse destes pela aula e pelo assunto discutido. Além dos alunos considerarem que ele contribuiu para a aprendizagem, a estratégia diferenciou a dinâmica das aulas e estimulou a iniciativa de estudar. Os pontos positivos mais destacados foram a contribuição para a aprendizagem e a diversão.

Conforme os relatos acima, é nítido o uso de termos próprios do conteúdo da evolução biológica, além do entendimento dos mecanismos que nortearam o produto educacional e da satisfação de uma aprendizagem mais significativa, de forma divertida.

Finalizando os relatos do presente estudo, alguns alunos enfatizaram a questão da diversão para aprender com mais facilidade, como os exemplos abaixo:

“A forma do jogo foi muito bem pensado para a aprendizagem dos alunos. Serviu como forma de tirar dúvidas para quem foi a Tocaia, além de ser algo divertido que os alunos tiveram até como forma de passatempo sem deixar de ser uma forma de ensino.” (C.S.S. - C1)

“O jogo da evolução foi ótimo e até divertido, queria que ele fosse maior para que ele demorasse mais para a gente terminar de jogar, mas foi ótimo. Aprendi mais sobre cascavéis, coisas que eu não sabia como “cobra que engole cobra”, a coral pode matar e engolir uma cascavel, foi muito boa a experiência.” (M.K.J.S. - D2)

“Ao mesmo tempo que jogava, estava aprendendo e se divertindo. Tenho mais facilidade de aprender, porque em uma aula onde o professor só explica, às vezes o aluno não presta atenção.” (D.W.M.R. - C3)

“O jogo foi um ótimo método e bem criativo, pois com ele a gente aprendia de uma maneira mais descontraída.” (L.A.A.S. - C7)

“O jogo explicou com uma certa clareza como as espécies conseguem se adaptar, se alimentar e se reproduzir.” (E.M.V.L.- A7)

Em síntese, os jogos didáticos configuram-se uma alternativa para auxiliar na resolução da situação do ensino de evolução, que virou um problema devido à sua mecanização, tendo em vista que a compreensão dos mecanismos evolutivos pode contribuir de forma direta com os propósitos da biologia por ser uma ciência que integra diferentes áreas e estrutura uma visão de mundo (DUARTE *et al.*, 2017; PEGORARO *et al.*, 2016). Assim, estratégias pedagógicas que facilitem o processo de ensino-aprendizagem acerca da evolução

têm grande importância para esta compreensão de mundo. Neste sentido, o jogo mostrou-se capaz de motivar a aprendizagem, de forma mais significativa.

3.4 Resultados e discussão da atividade pós-teste

Nesta seção serão apresentados os resultados dos dados coletados através da atividade pós-teste (apêndice B), aplicada como última etapa, tanto ao grupo experimental quanto ao grupo controle.

Os resultados foram analisados quantitativamente e qualitativamente, através da comparação de questões objetivas (presentes também no questionário para verificação de conhecimento prévio) e de análise da qualidade das respostas abertas do questionário.

Conforme explicitado na metodologia, a atividade de conhecimento prévio e a atividade pós-teste aplicadas foram diferentes. Como forma de mensurar, de um modo geral, a quantidade de erros e acertos para uma comparação mais eficiente, decidiu-se atribuir um valor de zero a 10 pontos a cada uma das atividades. Abaixo, no quadro 7, estão os resultados destas pontuações, por turma participante da pesquisa.

Quadro 7 - Médias das notas das atividades de conhecimento prévio e atividade pós-teste, corrigidas com atribuição de zero a 10 pontos, por grupo (experimental e controle) da amostra da pesquisa, em 2018.

		3° A	3° B	3° C	3° D
Grupo controle	Atividade de Conhecimento Prévio	3,3	4,7	4,3	3,0
	Atividade Pós-teste	5,3	4,5	5,4	4,1
	Diferença entre as médias	2,0	-0,2	1,1	1,1
Grupo experimental	Atividade de Conhecimento Prévio	3,3	3,9	4,8	2,5
	Atividade Pós-teste	6,2	5,6	6,2	5,3
	Diferença entre as médias	2,9	1,7	1,4	2,8

Fonte: dados da pesquisa.

Observa-se que a diferença entre as médias foram positivas (exceto em uma turma do grupo controle) nos dois grupos da pesquisa, porém foram significativamente maiores no grupo experimental, tendo seu maior número na turma A, com 2,89 pontos de diferença.

Deste modo, apesar das variações entre as turmas, a metodologia aplicada mostrou-se significativa em todas as turmas da amostra.

Adicionalmente, o quadro 8 compara as médias gerais entre os grupos experimental e controle.

Quadro 8 - Resultado comparativo entre as médias gerais obtidas através dos questionários aplicados, com atribuição de zero a 10 pontos, por turma participante da presente pesquisa, em 2018.

	Média das notas atividade de conhecimento prévio	Média das notas do pós-teste	Diferença entre as médias
Grupo experimental	3,64	5,82	2,18
Grupo controle	3,97	5,05	1,08

Fonte: dados da pesquisa.

Para uma análise comparativa e mais detalhada, utilizou-se três questões idênticas nos dois instrumentos (as primeiras do questionário de conhecimento prévio) e seguem abaixo os resultados das comparações.

A primeira questão do questionário para verificação de conhecimento prévio foi específica para o comportamento mais silencioso da cascavel, sendo a 3ª questão do questionário pós-teste. Analisando os resultados apenas do questionário pós-teste, obteve-se 18 acertos (46,15%) no grupo controle e 20 acertos (51,28%) no grupo experimental.

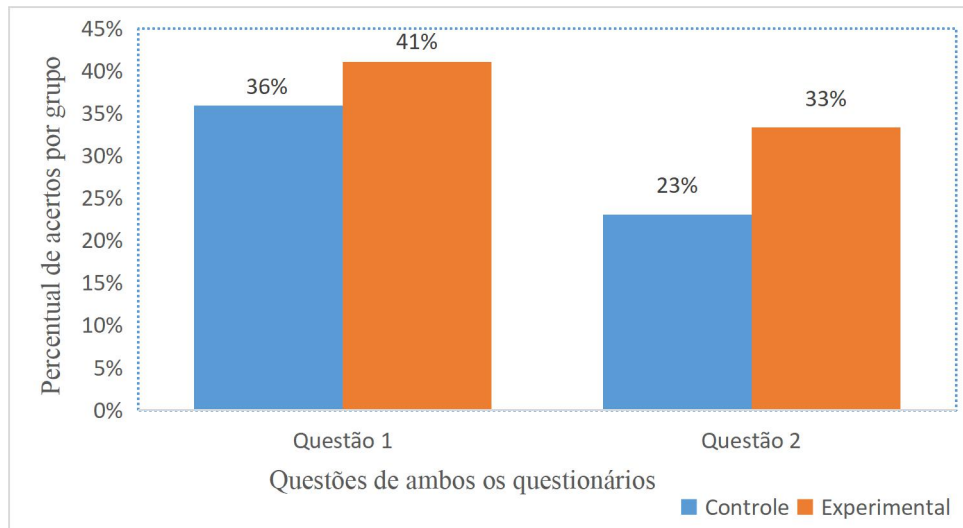
Comparando-se os alunos que erraram esta questão no questionário de verificação de conhecimento prévio e acertaram no questionário pós-teste, tem-se 14 alunos (35,89%) do grupo controle e 16 alunos (41,02%) do grupo experimental (gráfico 5).

A segunda questão do questionário para verificação de conhecimento prévio foi sobre os cientistas que haviam contribuído para construção do neodarwinismo. Após análise apenas do questionário pós-teste (onde está apresentada como 5ª questão), revelou-se uma quantidade maior de acertos entre alunos do grupo experimental (15 acertos - 38,46%), em comparação com o grupo controle (11 acertos - 28,20%).

Utilizando-se também da comparação de alunos que acertaram no questionário pós-teste após ter errado no questionário para verificação de conhecimento prévio, o resultado

foi mais positivo, conforme o gráfico 5, entre os alunos do grupo experimental (13 alunos - 33,33%) do que do grupo controle (9 alunos - 23,07%) .

Gráfico 5 - Percentual de alunos que marcaram incorretamente no questionário de conhecimento prévio as questões sobre o comportamento silencioso da cascavel (questão 1) e sobre os cientistas que contribuíram para a atual teoria da evolução (questão 2), por grupo da pesquisa, e marcaram corretamente no questionário pós-teste.



Fonte: dados da pesquisa.

A terceira questão utilizada em ambos os instrumentos para coleta de dados foi elaborada com proposições para julgamento se verdadeiras ou falsas. A seção 3.1 apresentou os resultados das marcações dos alunos, juntamente à justificativa para cada uma. No quadro 9 encontram-se os resultados da análise comparativa da questão, de acordo com os dados quantitativos.

Quadro 9 - Quantidade de erros e acertos de uma questão utilizada tanto na atividade para verificação de conhecimento prévio quanto pós-teste, comparativa entre os dois grupos de alunos participantes da pesquisa (experimental e controle), da Escola Estadual Professora Laura Maria Chagas de Assis, em 2018.

Proposições	Acertos do grupo experimental		Acertos do grupo controle	
	Atividade de conhecimento prévio	Atividade pós-teste	Atividade de conhecimento prévio	Atividade pós-teste
A) O ser humano veio do macaco.	24 (61,5%)	24(61,5%)	16 (41,2%)	19(48,7%)

continuação do quadro 9

B) Charles Darwin era ateu.	9 (23,0%)	20 (51,2%)	14 (35,8%)	16(41,02%)
C) O ser humano é o animal mais evoluído de todos.	1(2,5%)	3(7,69%)	5(12,8%)	5(12,8%)
D) Não é possível ver o processo de evolução acontecendo.	27(69,2%)	31(79,4%)	29(74,3%)	33(84,6%)
E) Os seres vivos mudam para adaptarem-se ao meio em que vivem.	0(--)	1(2,5%)	6(15,3%)	5(12,8%)
F) O resultado da evolução é a perfeição das espécies.	13(33,3%)	14(35,8%)	21(53,84%)	11(28,2%)
G) A Evolução é uma teoria baseada apenas em suposições, não em evidências.	28(71,7%)	36(92,3%)	26(66,6%)	34(87,1%)
SOMA	102 acertos	129 acertos	117 acertos	123 acertos

Fonte: dados da pesquisa.

Conforme o quadro acima, houve aumento do número de acertos na maioria das respostas da questão para os dois grupos considerados na pesquisa, em algumas vezes a quantidade de acertos se manteve (por exemplo a proposição a, do grupo experimental) e em dois casos esta quantidade diminuiu (por exemplo a proposição f do grupo controle).

Destacando os aumentos mais significativos do grupo experimental, temos a proposição (b), Charles Darwin era ateu, com aumento de 28,2% de respostas corretas; e a proposição (g), A Evolução é uma teoria baseada apenas em suposições, não em evidências, com aumento de 20,6% (o grupo controle apresentou aumento semelhante nos acertos desta última proposição).

A evolução e a ecologia são duas áreas da Biologia intrinsecamente ligadas, e o conhecimento de uma facilita a compreensão da outra. O estudo focado das evidências da evolução, tendo como principal mecanismo a seleção natural através das adaptações de seres

vivos da Caatinga (como a camuflagem em animais e o acúmulo de água em plantas típicas), possibilitou uma melhoria na compreensão sem necessariamente contrariar as crenças religiosas dos alunos.

Pegoraro *et al.*, (2016) também acreditam que para enfrentar os desafios impostos aos educadores da área científica, a prática docente deve incorporar as discussões sobre os conteúdos específicos e seus dilemas e conflitos com outras visões de mundo. Este cuidado é necessário para que não seja cometido o erro conceitual de confundir questões teológicas e científicas, pois o conceito teológico de criação não é um conceito científico e os conhecimentos científicos sobre evolução não respondem aos questionamentos religiosos, constituindo-se, portanto em áreas distintas da educação.

No contexto do presente estudo, a contribuição do ensino de evolução através da Aprendizagem Significativa se intensifica também pela presença do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas na mesma cidade da escola, para o qual muitos alunos seguem após o Ensino Médio. Promover uma visão mais realista dos processos evolutivos para esses alunos, pode propiciar uma melhor formação docente a longo prazo.

Ainda sobre o quadro 8, aumentos menos significativos no grupo experimental, assim como no grupo controle, foram os das proposições (a) O ser humano veio do macaco - não houve aumento; (c) O ser humano é o animal mais evoluído de todos - aumento de 5,19%; (e) Os seres vivos mudam para adaptarem-se ao meio em que vivem - aumento de 2,5%; e (f) O resultado da evolução é a perfeição das espécies - aumento de 2,5%.

Através dos resultados das respostas acima, pode-se inferir que ainda predomina uma visão distorcida da teoria evolutiva quando esta diz respeito à espécie humana. Visões antropocêntricas e lamarckistas ainda são marcantes, pois observa-se que todas as proposições se relacionam de alguma maneira a nós, humanos. Tal fato pode estar relacionado com a visão criacionista de que Deus criou o homem para cuidar da natureza, criando uma impressão de separação dos outros seres vivos.

Assim como em diversos outros estudos, a baixa aceitação da evolução humana entre os alunos de todos os níveis é comum, geralmente em virtude das crenças religiosas. Barnes e Brownell (2018) sugerem práticas específicas para ensinar a evolução para alunos universitários religiosos. As pesquisadoras ressaltam que diminuir o conflito percebido dos alunos entre religião e evolução poderia aumentar sua aceitação e compreensão da evolução da nossa espécie.

Com base em diversos autores, as pesquisadoras supracitadas alegam que a aceitação da evolução é um fenômeno multifacetado e complexo com muitos fatores causais, mas as crenças religiosas de uma pessoa e quão importante essas crenças são, é o maior preditor se alguém a aceitará.

Ainda em consonância com os resultados desta e de outras pesquisas, Chow e Labov (2017) sugerem à comunidade científica que entenda e aprecie a força das convicções religiosas, para então respeitar essas convicções ao falar sobre evolução com qualquer público.

Pois apesar de ainda ser um tema controverso do século XXI, o estudo e a compreensão adequados de todas as sub-áreas da evolução podem trazer importantes subsídios para o desenvolvimento tecnológico inserido no desafio da sustentabilidade (PEGORARO *et al.*, 2016).

Iniciando a análise qualitativa das respostas, seguem os resultados da primeira questão do questionário pós-teste (apêndice B). A elaboração das perguntas foi feita a partir de uma fotografia feita pelos próprios alunos durante a excursão à reserva Tocaia (figura 10) e utilizou-se como parâmetro a qualidade das respostas na percepção da influência das mutações e das mudanças ambientais na seleção natural.

Figura 10 - Registro fotográfico feito pelos alunos em excursão à reserva Tocaia que foi utilizado no questionário pós-teste, para elaboração de uma questão. Destacada em vermelho, a lagartixa do lajedo (*Tropiduros semiteniatus*), 2018.

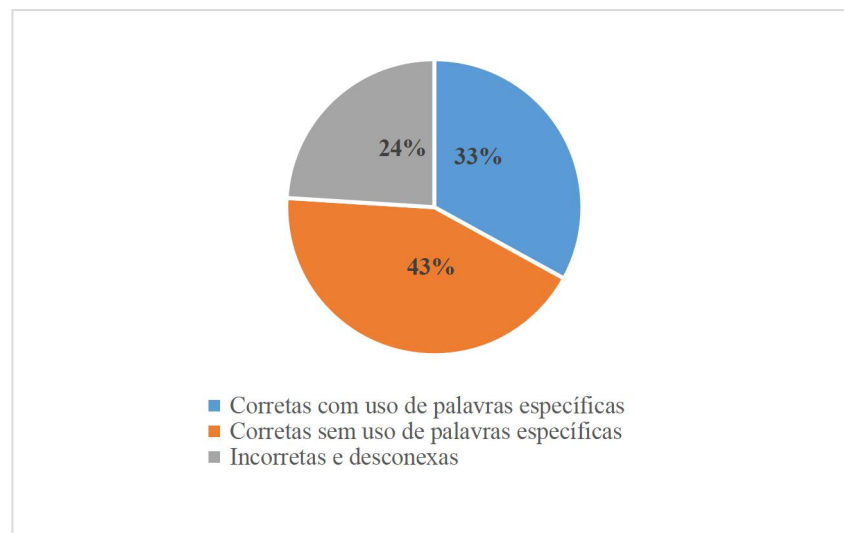


Fonte: dados da pesquisa.

A primeira alternativa sugere uma mudança por meio de mutação genética da atual cor do réptil, que se camufla com sucesso entre as rochas da Caatinga, para a cor verde. Em seguida, indaga o aluno sobre o que essa modificação representaria no tipo de seleção a ser feita: negativa ou positiva.

A maioria das respostas foram consideradas corretas, porém para fins de parâmetros qualitativos, os gráficos 6 e 7 mostram os percentuais, de acordo com cada grupo, baseados em três critérios: a) respostas corretas com uso de palavras específicas do conteúdo, como camuflagem e adaptação; b) respostas corretas sem uso de palavras específicas do conteúdo; c) respostas incorretas ou desconexas.

Gráfico 6 - Avaliação qualitativa de respostas de alunos do grupo controle da pesquisa, acerca da camuflagem da lagartixa do lajedo (*Tropiduros semiteniatus*).



Fonte: dados da pesquisa.

Os exemplos representam o perfil geral de respostas do grupo controle:

“Positivamente, pois os lagartos iriam se adaptar no ambiente em que vivem.”
(N.S.C.- a11)

“Negativamente, pelo fato de as pessoas confundirem, o ambiente por ser da mesma cor.” (R.S.A. - b10)

“Negativamente, pois ele tem que estar adaptado ao seu hábitat.” (M.J.F.T.- b8)

“Positivamente, por que aí é uma rocha, e vai mudando sua face com o clima.”
(M.D.S.S.- a8)

“Elas não iam sobreviver.” (K.O.S.-d3)

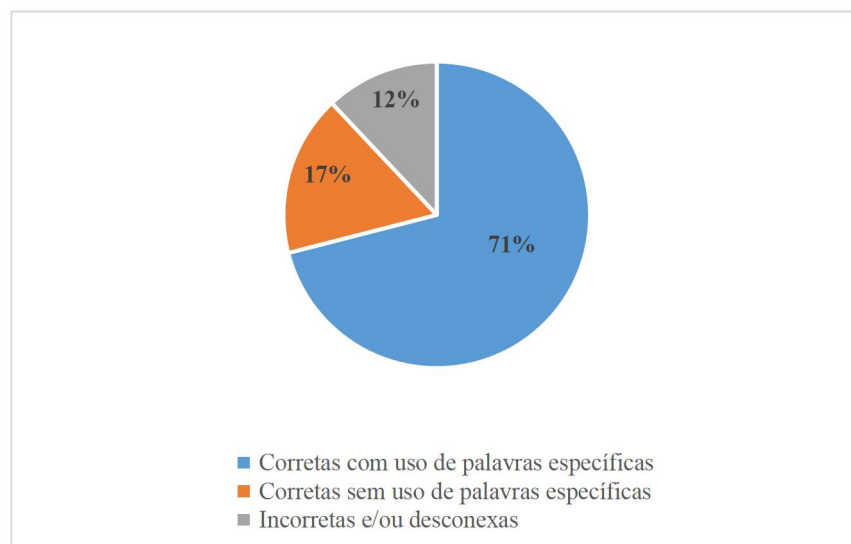
“Positivamente. Ela se adaptaria ao ambiente, se camuflaria a cor do ambiente.”
(D.V.A.S. - c1)

“Negativamente, pois o verde não tem muita predominância nesse ambiente e faria o lagarto chamar atenção.” (J.R.L.-d2)

“Negativamente, pois seriam facilmente identificadas pelos predadores.” (W.D.S. - c12)

“Negativamente, pois seria fácil detectá-los na Caatinga.” (V.R.M.-d4)

Gráfico 7 - Avaliação qualitativa de respostas de alunos do grupo experimental da pesquisa, acerca da camuflagem da lagartixa do lajedo (*Tropiduros semiteniatus*).



Fonte: dados da pesquisa.

As respostas abaixo transcritas, de alunos do grupo experimental, demonstram um maior grau de conhecimento utilizando palavras específicas do conteúdo.

“Seria negativamente, pois não teriam como se camuflar e seriam capturadas por predadores.” (J.A.S.S.-C4)

“Negativamente, pois a camuflagem é uma forma de segurança para sua sobrevivência.” (A.C.R.S.-B1)

“Negativamente, pois não iria se adaptar ao ambiente, iria ficar mais visível aos predadores.” (R.F.R. - C10)

“Negativamente, pois o ambiente é seco e teria dificuldades para se camuflar.”
(J.C.C.-C8)

“Seriam selecionadas negativamente, já que elas não iriam se camuflar tão bem e seriam facilmente percebidas.” (L.B.S.- D7)

“A seleção seria negativa, pois ele nesse ambiente não conseguiria se camuflar na caatinga.” (L.A.A.S.-C7)

“De forma negativa, pois não teria como se camuflar e seria presa mais fácil.” (D.W.M.R. - C3)

Ratificando os resultados de Duarte *et al.*, (2017), através do número de acertos obtidos no questionário pós-teste e da qualidade das respostas abertas depois a metodologia aplicada, é possível sugerir que as estratégias têm eficácia no processo de ensino-aprendizagem. Em contato direto com o ambiente natural e com simulações de variações de populações através do jogo, os alunos conseguiram compreender as situações que acontecem, naturalmente, através das pressões impostas pelo ambiente.

Acrescentando, o uso de jogos didáticos potencializa a construção do conhecimento do aluno frente a situações e motivações peculiares da ludicidade, quando se utilizam materiais ilustrativos que despertam a curiosidade e lhes fazem explorar os conhecimentos (KISHIMOTO, 1996).

Além deste instrumento, para obter o sucesso é de extrema importância que o professor consiga relacionar os conteúdos sobre evolução com os fatos reais vivenciados pelos alunos, embora não seja uma tarefa fácil (PEGORARO *et al.*, 2016).

Apenas para complementar os resultados acima, a próxima alternativa da mesma questão, tratando ainda deste réptil da fotografia, questiona qual mudança de ambiente selecionaria negativamente a característica da atual da cor que ele apresenta como perfeita às condições em que vive hoje. Esta questão deu foco à mudança ambiental como fator seletivo atuante.

Tanto o grupo controle, quanto o grupo experimental apresentaram respostas satisfatórias, insatisfatórias e incorretas/desconexas, como exemplifica-se abaixo:

“Se não haver a variação genética.”(N.S.C.-a11)

“O ambiente seco.” (E.F.L. - a5)

“Desmatamento.” (M.D.S.S. - a8)

“De não se adaptar, por serem da mesma cor.”(R.S.A. - b10)

“A mudança das estações.” (J.F.M.-a6)

“Se a seca não fosse tão forte naquele lugar, a mata seria mais vibrante, assim destacaria o lagarto.” (E.E.M.S.-c2)

“Se a caatinga fosse verde iria dificultar a camuflagem e ele seria descoberto por predadores”. (L.A.T.S. - c7)

“Caso o clima mude e deixe de ser clima seco.” (E.K.T.O. - a4)

“Se o ambiente deixar de ser uma seca e começar a ter folhas verdes.” (M.P.S.S.-a10)

“A chuva, pois iria alterar a flora, deixando as matas verdes.” (M.L.P.A.-a9)

“A mudança na cor da mata a partir das chuvas onde sairia de um tom seco cinza para verde.” (M.S.S.-c9)

“No período de chuva onde a natureza fica verde.” (J.S. -B3)

“No inverno onde as matas ficam verdes.” (J.A.S.S.-C4)

“Época de chuvas.” (L.A.A.S.-C7)

“Quando a Caatinga fica verde.” (L.B.S.-D7)

“O aumento de chuvas neste bioma.” (E.L.G.-C9)

“A chuva, pois o ambiente ficaria verde e dificultava na camuflagem.” (J.C.C.-C8)

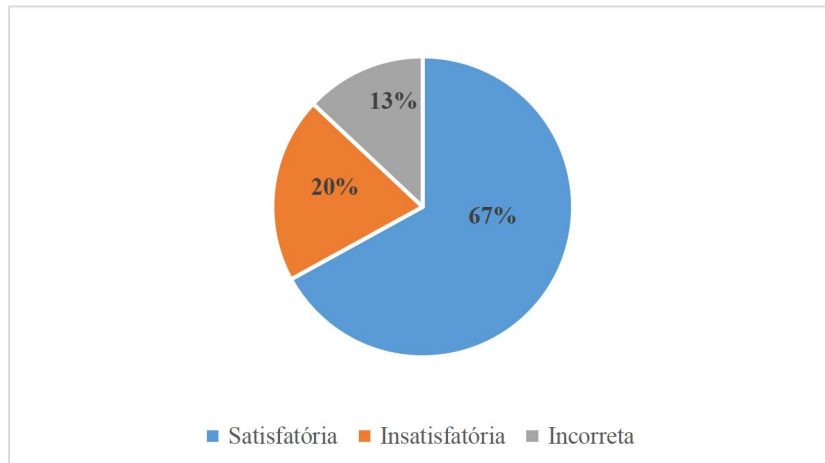
“Mudança climática (inverno).” (A.C.R.S.-B1)

Outra questão que também foi utilizada como parâmetro qualitativo da compreensão sobre os conhecimentos de seleção natural, especificamente, foi a alternativa (a) da 2ª questão do questionário pós-teste (apêndice B). Nela, os alunos foram interpelados sobre a raridade de cascavéis albinas.

Pretendeu-se, com essa pergunta, investigar se o grau de compreensão dos alunos sobre as variações dentro de uma população era apropriado e sobre o porquê de algumas serem características comuns e outras, raras. Ademais, procurou-se verificar se os mesmos compreendiam os conceitos de sobrevivência e reprodução como ligados à essa taxa.

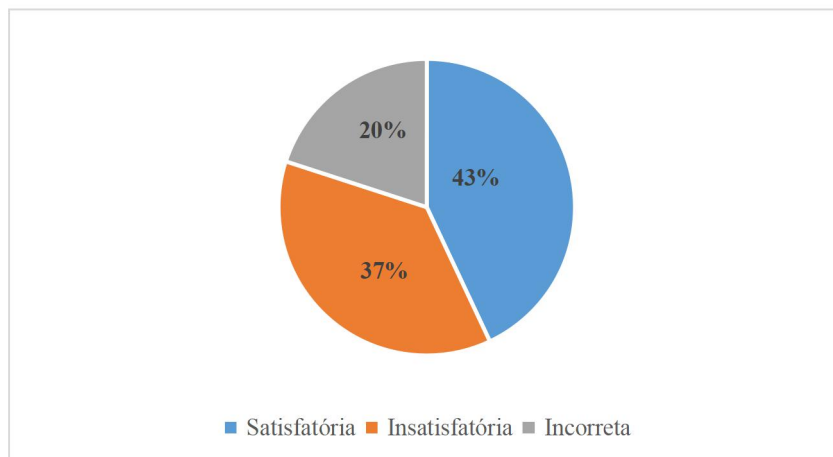
A qualidade das respostas foi enquadrada em três categorias: a) satisfatória, quando a resposta explica de forma clara usando termos apropriados da biologia evolutiva; b) insatisfatória, quando a resposta explica parcialmente, com erros ou sem clareza; c) incorreta, quando a resposta não é coerente com a pergunta ou com a temática abordada. Os gráficos 7 e 8 revelam os resultados, de acordo com o grupo da amostra.

Gráfico 8 - Avaliação qualitativa de respostas de alunos do grupo experimental da pesquisa, acerca da raridade de cascavéis albinas.



Fonte: dados da pesquisa.

Gráfico 9 - Avaliação qualitativa de respostas de alunos do grupo controle da pesquisa, acerca da raridade de cascavéis albinas.



Fonte: dados da pesquisa.

Para fins qualitativos, seguem duas respostas (de aluna do grupo experimental e de aluno do grupo controle) de participantes de uma mesma turma (3º ano B):

“Por elas serem albinas serão facilmente detectadas e com isso não conseguem se reproduzir e passar seu gene.” (J.S.- aluna do grupo experimental da turma B)

“As cascavéis albinas são raras, por conta que para elas serem albinas deve ocorrer uma mutação no seu gene e elas não podem se reproduzir.” (M.M.S. - aluno do grupo controle da turma B)

A qualidade da resposta, citando termos próprios do conhecimento evolutivo de maneira adequada, é mais perceptível na resposta da aluna do grupo experimental, de modo a sugerir que a metodologia aplicada funciona como estratégia de facilitação, trazendo os conhecimentos científicos aos saberes já apresentados pelo aluno.

Em muitos casos do grupo controle, o conteúdo da resposta está correto explicando superficialmente o que foi solicitado, mas não responde da melhor maneira com base nos conceitos evolutivos. Outros exemplos podem ser analisados entre alunos do grupo controle:

“Porque o albinismo é uma mutação genética que acontece raramente e somente nos indivíduos que possuem pré disposição genética para essa condição”. (J.R.L. - d2)

“Porque são seres que possuem sensor térmico”. (K.O.S.-d3)

“Porque é muito difícil nascer um ser vivo albino”. (V.R.M.-d4)

“Os albinos não são capazes de produzir quantidades normais de melanina”. (J.S.S. - c4)

“Porque são facilmente identificadas pela coloração e pelo chocalho fazendo com que morram e conseqüentemente não se reproduzem.” (W.D.S. - c12)

“Por serem de genes recessivos tem poucas, alvos fáceis para os predadores e assim não podendo ter a reprodução.” (M.S.S. - c9)

“Porque acontece devido a um problema na distribuição de melanina”. (E.K.T.O. - a4)

“Porque elas são mortas até chegar na fase adulta, pois não consegue se camuflar e são vista facilmente pelos predadores e pela caça.” (L.C.S.F.-c5)

“Por terem uma cor muito chamativa em meio ao ambiente, elas acabam tendo menos tempo de vida, não dando tempo de reproduzir e passar seu gene.” (E.E.M.S.-c2)

Abaixo seguem respostas de alunos do grupo experimental. Apesar de alguns erros de nomenclatura, maior parte inclui expressões próprias da biologia evolutiva como reprodução, variação genética, camuflagem e adaptação.

“Porque a variação genética foi modificada, e ela com essa cor podem ser vistas em qualquer lugar, fazendo a vida dela ser mais curta.” (B.R.N.-C6)

“Porque elas não conseguiriam passar adiante mais espécies como esta. Tendo elas mutações que dificultam sua proliferação, e não poderiam se adaptar no meio ambiente.” (A.C.R.S. - B1)

“Pois é uma variação genética comparada às demais, portanto ela é mais visível na natureza porque não tem a capacidade de se camuflar e isso influencia na sua dificuldade de reproduzir.” (R.F.R.-C10)

“Porque não conseguem camuflar-se, sua pele é mais sensível que de outras, com isso são poucas que conseguem e reproduzir e passar seu gene.” (E.L.G.-C9)

“Porque são mais visíveis para predadores e suas presas, dificultando a caça e sua sobrevivência, isto está relacionado à seleção natural.” (J.C.C.-C8)

“Porque elas não conseguem se camuflar e nem se alimentar direito.” (J.F.S. - D8)

“Pelo motivo de elas serem albinas e não ter como se camuflar no ambiente onde está inserida, sendo facilmente identificado pelos predadores, não perpetuando seu gene.” (J.A.S.S.- C4)

Oliveira e Bizzo (2017), corroborando com outros autores, concebem que os diálogos entre a cultura científica e a cultura do aluno devem ser estabelecidos no contexto escolar para ajudar os alunos a compreender as mais diversas temáticas. Apenas assim é possível desenvolver visões da natureza também pelas ideias científicas e aplicar os conhecimentos adquiridos nos contextos específicos.

Nesta conjuntura, não se pode querer transformar o criacionismo em conhecimento científico, pois faz parte do Ensino Religioso que deve tratar das questões teológicas, nem se deve privar o Ensino de Evolução aos alunos, uma vez que ela tem bases científicas, é testável, possui uma história e uma metodologia investigativa, reforça-se a necessidade de um currículo escolar que inclua o diálogo intercultural e estratégias didáticas culturalmente sensíveis (PEGORARO *et al*, 2016; OLIVEIRA; BIZZO, 2017).

Os argumentos desenvolvidos sugerem que o ensino de evolução pode contribuir de forma direta com uma educação crítica e científica porque integra diferentes áreas e estrutura uma visão de mundo. Contudo, em qualquer área da ciência, o conhecimento está constantemente sendo gerado e colocado em xeque. Do mesmo modo, a biologia evolutiva também vive seus debates e reformas foram e continuarão a ser feitas, cujos alicerces foram plantados pelo trabalho de Darwin e Wallace, e de seus seguidores (MEYER; EL-HANI, 2005; PEGORARO *et al.*, 2016).

4 CONCLUSÕES

A estratégia didática de proporcionar uma vivência em ambiente de Caatinga, seguida de aplicação do jogo de tabuleiro “pensar biologicamente é pensar evolutivamente” mostrou-se adequada para ser aplicada aos sujeitos na realidade da amostra, favorecendo a compreensão sobre evolução de um modo geral e a construção de um olhar evolutivo sobre a biologia.

Apesar da percepção de que as atividades práticas são importantes para o ensino de biologia, as aulas teóricas também são instrumentos fundamentais para o conhecimento biológico, pois, através dos dados, confirmamos que houve aumento na aprendizagem de todos os alunos participantes da pesquisa: grupo experimental e grupo controle.

Entretanto, o número de acertos das questões dos instrumentos utilizados e o valor das médias obtidas entre os alunos do grupo experimental foi mais significativo do que entre os alunos do grupo controle. A análise de natureza qualitativa revelou que a frequência de respostas mais elaboradas mostrou-se maior também entre aqueles alunos, com uso adequado de termos próprios do conteúdo evolutivo, relacionados às adaptações e seus mecanismos (como a camuflagem, por exemplo).

Consideramos que quando uma estratégia é previamente planejada e adequada à realidade do aluno, ela certamente terá resultados positivos. Contudo, o processo de ensino-aprendizagem é complexo, mesmo levando em consideração os conhecimentos prévios do aluno. Apesar de estes habitarem no mesmo bioma, vivências diferentes podem interferir nos resultados obtidos. As estratégias desenvolvidas e utilizadas nesta pesquisa por si só não garantem a aprendizagem, é necessária a utilização de várias metodologias para que a maioria dos alunos compreendam o conteúdo de maneira significativa.

Apesar dos dados estatísticos observados, de acordo com a questão comum aos questionários, algumas dificuldades em pontos específicos do conteúdo ainda persistem. Elas se relacionam com a evolução humana e com a capacidade de compreensão que os processos estudados não têm como finalidade a perfeição das espécies e nem como objetivo a espécie humana.

Faz-se necessário um trabalho complementar focando a evolução e a ecologia humana, pois mesmo compreendendo os aspectos evolutivos relacionados a outras espécies, ainda há resistência quando se trata da própria espécie. O objetivo estaria agora direcionado para a modificação da visão antropocêntrica dos processos biológicos evolutivos.

A formação docente adequada é fundamental para garantir o ensino de Evolução de maneira assertiva, pois o ideal é conferir um viés evolutivo em todos os conteúdos da Biologia desde os conteúdos iniciais do Ensino Médio, para que o aluno habitue-se a investigar o porquê de determinada característica, sem que seja necessário encontrar um momento específico ou uma sequência de aulas em sua formação para esta finalidade.

Por ser uma ciência dinâmica, a biologia permite o uso de estratégias alternativas como as utilizadas neste trabalho para maior envolvimento e aprendizado dos alunos, como demonstrado nos resultados.

REFERÊNCIAS

- AUSUBEL, David P. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva** - 1ª edição. (obra original *The acquisition and retention of knowledge: a cognitive view*. 2000. Kluwer Academic Publishers). Tradução Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano, 2003.
- ALMEIDA, Nuno Ferrand de; FEIJÓ, José. **A Evolução de Darwin** - 100 perguntas, 100 respostas. Prefácio Manuel Soler, tradução Marta Lopez. Sociedade Espanhola de Biologia Evolutiva, 2011. Disponível em:
<http://www.esalq.usp.br/lepse/imgs/conteudo_thumb/A-Evolu--o-de-Darwin.pdf>. Acesso em 20 jan. 2019.
- BARNES, M. Elizabeth; Sara E. BROWNELL. A Call to Use Cultural Competence When Teaching Evolution to Religious College Students: Introducing Religious Cultural Competence in Evolution Education (ReCCEE). **CBE - Life Sciences Education**, v. 16, n.4. Publicado em 15 mar. 2018. Disponível em:
<<https://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.17-04-0062>>. Acesso em: 25 abr. 2019.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria Nacional de Educação Básica. Orientações Curriculares para o Ensino Médio. Brasília: MEC/SEF, volume 2, p. 135, 2006.
- CARVALHO, Nathalie Regina de. **Desembaralhando a evolução: um jogo para o ensino dos conceitos evolutivos**, 2015. 34f. Monografia de especialização – Universidade Federal do Paraná, 2015. Disponível em: <
<http://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/42394/R%20-%20E%20-%20NATHALIE%20REGINA%20DE%20CARVALHO.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 17 jan. 2018.
- CHOW, Ida; LABOV, Jay B. Working Together to Address Challenges to the Teaching of Evolution. **CBE - Life Sciences Education**. v.7, n.3. Publicado em 13 out 2017. Disponível em:< <https://www.lifescied.org/doi/10.1187/cbe.08-06-0030>>. Acesso em: 05 jun. 2019.
- DARWIN, Charles. **A origem das espécies**. Tradução de Carlos Duarte e Anna Duarte. 1859. Ano do original - 1 ed. - São Paulo: Martin Claret, 2014.
- DUARTE, Thiago Sousa; BATISTA, Daniele Mesquita; JESUS, Andressa Kelly Silva; MEDEIROS, Maria Helena; OKADA, Yukari; IKETANI, Gabriel. Roleta da Evolução: Uma ferramenta didática para o ensino de Biologia no Ensino Médio. In: XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. Jul. 2017. Disponível em:
<<http://www.abrapecnet.org.br/enpec/xi-enpec/anais/resumos/R1293-1.pdf>>. Acesso em: 20 maio 2019.

FUTUYMA, Douglas J. **Evolução, Ciência e Sociedade**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Genética. 2002.

GALVÃO, Mayra de Freitas; BASTOS, Rafael Wesley; MOREIRA, Fabiana Freitas; RODRIGUES, Adriana de Castro; YOKOTO, Karla Suemy Clemente. Jogo da Evolução. **Revista Genética na Escola**. vol.7, n.2, 2012. Disponível em:<http://www.biologia.seed.pr.gov.br/arquivos/File/jogos/jogo_da_evolucao.pdf> Acesso em: 20 jan. 2018.

GUARINO, Fernando; PORTO, Filipe. Excursões de campo: integrando diferentes conteúdos da Biologia. In: Perspectiva capiana: **Revista de pesquisa, ensino e extensão do CAP-UFRJ/ Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro - ano 5, n.7 (julho 2010) - Rio de Janeiro: Cap -UFRJ, 2010.**

KISHIMOTO, TIZUKO MORCHIDA. O jogo e a educação infantil. In: KISHIMOTO, Tizuko Morchida (Org.). **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. 12. ed. São Paulo: Cortez, 2009.

LEAL, Inara R.; TABARELLI, Marcelo; SILVA, José Maria Cardoso. **Ecologia e conservação da Caatinga**. Prefácio de Marcos Luiz Barroso Barros. - Recife: Ed. Universitária da UFPE, 2003.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. **Bio**. vol.3. São Paulo: Saraiva, 2016.

MARQUES, Otávio Augusto Vuolo; ETEROVIC, André; GUEDES, Thaís Barreto; SAZIMA, Ivan. **Serpentes da Caatinga**. Cotia: Ponto A, 2017.

MELLO, Aline de Castilhos. **Evolução biológica: concepções de alunos e reflexões didáticas**. 2008. 116f. Dissertação de Mestrado – Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2008. Disponível em: <<https://repositorio.pucrs.br/dspace/handle/10923/3048>> Acesso em: 05 jan. 2018.

MEYER, Diogo; EL-HANI, Charles Niño. **Evolução: o sentido da biologia**. São Paulo: Editora UNESP, 2005.

MOREIRA, Marco Antonio. O que é afinal aprendizagem significativa? Disponível em: <<http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>>. Currículo, La Laguna, Espanha, publicado em 2012. Acesso em: 30 mar. 2019.

OLIVEIRA, Graciela da Silva; BIZZO, Nelio Marco Vincenzo. Origem e evolução humana na concepção de jovens alunos brasileiros do Ensino Médio. **Revista de Educação Ciência e Cultura**. Canoas, v.22 n.2 p.45-55, 2017.UnilaSalle Editora. Disponível

em:<<https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Educacao/article/download/3099/pdf>>. Acesso em: 09 maio 2019.

ORSI, Carlos. O ensino da teoria da evolução no Brasil ainda está na Idade da Pedra. **Gazeta do Povo**. Local. 05 jul. 2017. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/ideias/o-ensino-da-teoria-da-evolucao-no-brasil-ainda-esta-na-idade-da-pedra-1j9s9klagx1ug10eb25120mhu/>>. Acesso em: 06 maio 2019.

PERGORARO, Ariane; SOARES, Luana Gonçalves; RIZZON, Mariluzza Zucco; MOLIN, Eliete Dal; FERNANDES, Fabiana Martins; LOVATO, Luciana Bonato; CUNHA, Gladis Frank de. A importância do ensino de evolução para o pensamento crítico e científico. **Revista Interdisciplinar de Ciência Aplicada**. V.1, n.2, 2016. Disponível em; <<http://www.ucs.br/etc/revistas/index.php/ricaucs/article/view/4335>>. Acesso em: 10 jun. 2019.

PEREIRA, Helenadja Mota Rios. **Um olhar sobre a dinâmica discursiva em sala de aula de biologia do ensino médio no contexto do ensino da evolução biológica**. 2009.167f. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual da Bahia, Feira de Santana, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/15815/1/Helenadja%20Mota%20Rios%20Pereira.pdf>>. Acesso em: 08 jan. 2018.

ROLDI, Maria Margareth Cancian; SALIM, Carime Rodrigues; PIRES, Carlos Roberto. Ensino de Evolução Humana na Educação Básica: uma intervenção participativa para aproximar aspectos biológicos e aspectos socioculturais. **Revista Experiências em Ensino de Ciências**. V.13, n.4. 2018. Disponível em: <http://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID520/v13_n4_a2018.pdf>. Acesso em 20 jun. 2019.

SANTOS, Fabrício R.; DIAS, Cayo . **Fascículo - Evolução**. Belo Horizonte: CAED - UFMG, 2013.

TIDON, Rosana; LEWONTIN, Richard C. Teaching evolutionary biology. *Genet. Mol. Biol*, São Paulo , v. 27, n. 1, p. 124-131, 2004 . Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-47572004000100021&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 08 jan. 2018.

APÊNDICES

APÊNDICE A — Questões utilizadas na atividade para verificação de conhecimento prévio utilizada na amostra de alunos da pesquisa, da Escola Estadual Professora Laura Maria Chagas de Assis, em Santana do Ipanema- AL, 2018.

1. As cobras estão entre os animais peçonhentos que mais causam acidentes no Brasil, principalmente na área rural. As cascavéis (*Crotalus*), apesar de extremamente venenosas, são cobras que, em relação a outras espécies, causam poucos acidentes a humanos. Isso se deve ao ruído de seu “chocalho”, que faz com que suas vítimas percebam sua presença e as evite. Esses animais só atacam os seres humanos para sua defesa e se alimentam de pequenos roedores e aves. Apesar disso, elas têm sido caçadas continuamente, por serem facilmente detectadas. Ultimamente os cientistas observaram que essas cobras têm ficado mais silenciosas, o que passa a ser um problema, pois, se as pessoas não as percebem, aumentam os riscos de acidentes. A explicação darwinista para o fato de a cascavel estar ficando mais silenciosa é a que:

- a) a necessidade de não ser descoberta e morta mudou seu comportamento.
- b) as alterações no seu código genético surgiram para aperfeiçoá-la.
- c) as mutações sucessivas foram acontecendo para que ela pudesse adaptar-se.
- d) as variedades mais silenciosas foram selecionadas positivamente.
- e) as variedades sofreram mutações para se adaptarem à presença de seres humanos.

Fonte: livro Bio, volume 3 – Sônia Lopes e Sergio Russo, p.257.

2. Marque abaixo a alternativa que melhor explicita qual(is) cientista (s) contribuíram para a Teoria de Evolução e seleção natural, conhecida atualmente como teoria sintética da evolução ou neodarwinismo.

- a) Lamarck e Charles Darwin
- b) Charles Darwin e Wallace
- c) Charles Darwin
- d) Charles Darwin e Gregor Mendel
- e) Todos os cientistas citados acima.

3. De acordo com os seus conhecimentos sobre a teoria da Evolução, julgue as frases assertivas abaixo como verdadeiras ou falsas.

- a) O ser humano veio do macaco.

b) Charles Darwin era ateu.

c) O ser humano é o animal mais evoluído de todos os seres vivos.

d) Não é possível ver o processo de evolução acontecendo.

e) Os seres vivos mudam para adaptarem-se ao meio ambiente em que vivem.

f) O resultado da evolução é a perfeição das espécies.

g) A Evolução é uma teoria baseada apenas em suposições, não em evidências.

4. Marque a alternativa que apresenta seres vivos com grau de parentesco mais próximos com o ser humano.

a) Cacto, teiú e preá.

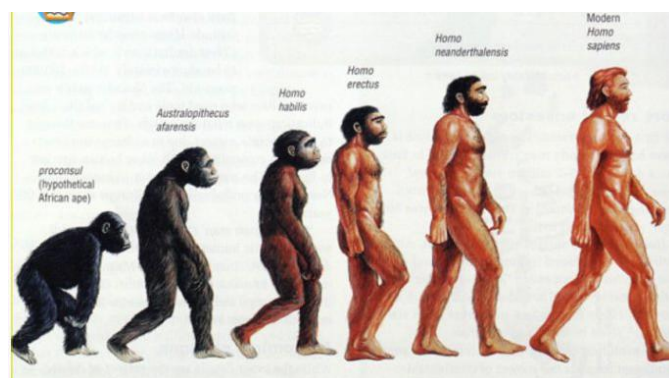
b) Bactérias, cacto, teiú.

c) Raposa, teiú e galinha.

d) Macaco sagui, raposa e morcego.

e) Raposa, macaco sagui e teiú.

5. Sobre a figura abaixo, responda:



Fonte: <http://escolaeducacao.com.br/evolucao-humana/>

Você já viu essa figura ao longo dos seus estudos, nas aulas de Ciências e/ou História?

() SIM () NÃO

6. A ilustração acima reflete o processo da evolução humana?
() SIM () NÃO

Justifique.

APÊNDICE B—Questões utilizadas na atividade pós-teste utilizada na amostra de alunos da pesquisa, da Escola Estadual Professora Laura Maria Chagas de Assis, em Santana do Ipanema-AL, 2018.

1. Explique, nas perguntas abaixo, sobre a camuflagem deste pequeno réptil que vive em ambientes secos de Caatinga.



1. Como essa espécie de réptil chegou a **essa cor**?
 os lagartos foram mudando com o tempo para se adaptar.
 os lagartos que tinham a variação genética para esse padrão de cor conseguiram se alimentar e se reproduzir, perpetuando seus genes.
2. O que aconteceria se surgisse uma mutação nessa espécie para **cor verde** habitando esse mesmo local? Seriam selecionados positivamente ou negativamente? Justifique.

3. Qual acontecimento (ou mudança) na Caatinga pode impedir que esse réptil tenha sucesso em sua camuflagem?

2. As cascavéis (*Crotalus durissus*) são seres que possuem adaptações para que consigam sobreviver no meio ambiente seco, como a Caatinga. Além de possuir veneno, elas contam com diversas adaptações, como o chocalho para espantar animais de grande porte ou predadores e também a fosseta loreal, que funciona como um sensor térmico para detectar presas de sangue quente (**as cascavéis são noturnas**). Sobre essas adaptações, responda abaixo:



a) Por que cascavéis assim são tão raras?



b) Circule e identifique as adaptações que você vê nesta foto e como atuam na cascavel.

c) O que aconteceria com a cascavel sem chocalho?

d) O que aconteceria com a cascavel sem fosseta loreal?

3. As cobras estão entre os animais peçonhentos que mais causam acidentes no Brasil, principalmente na área rural. As cascavéis (*Crotalus*), apesar de extremamente venenosas, são cobras que, em relação a outras espécies, causam poucos acidentes a humanos. Isso se deve ao ruído de seu “chocalho”, que faz com que suas vítimas percebam sua presença e as evite. Esses animais só atacam os seres humanos para sua defesa e se alimentam de pequenos roedores e aves. Apesar disso, elas têm sido caçadas continuamente, por serem facilmente detectadas. Ultimamente os cientistas observaram que essas cobras têm ficado mais silenciosas, o que passa a ser um problema, pois, se as pessoas não as percebem, aumentam os riscos de acidentes. A explicação darwinista para o fato de a cascavel estar ficando mais silenciosa é a que:

- a) as variedades mais silenciosas foram selecionadas positivamente, pois não são encontradas com facilidade e conseguem se alimentar e se reproduzir.
- b) a necessidade de não ser descoberta e morta mudou seu comportamento.
- c) as alterações no seu código genético surgiram propositalmente para aperfeiçoá-la.
- d) as mutações sucessivas foram acontecendo para que ela pudesse adaptar-se.
- e) as variedades sofreram mutações para se adaptarem à presença de seres humanos.

Fonte: livro Bio, volume 3 – Sônia Lopes e Sergio Russo, p.257.

4. No processo evolutivo, são desenvolvidas diversas adaptações como respostas a pressões seletivas especificadas para se esconder de predador, chamar atenção da fêmea, conseguir alimentar-se das presas, entre outros. Marque a alternativa que é uma pressão seletiva **contra os predadores**:

- a) O chifre do boi.
- b) A cor clara de alguns animais.
- c) A língua comprida do tamanduá.
- d) A cor e a forma do bicho-pau.
- e) O colorido intenso das penas de alguns pássaros.

Fonte: livro de teste de vestibulares e Enem do Bio, volume único – Sônia Lopes e Sergio Russo, p.119.

5. Marque abaixo a alternativa que melhor explicita qual(is) cientista (s) contribuíram para chegarmos à Teoria de Evolução e seleção natural, conhecida atualmente como **teoria sintética da evolução ou neodarwinismo**.

- a) Lamarck e Charles Darwin.

- b) Wallace e Charles Darwin.
- c) Apenas Charles Darwin.
- d) Gregor Mendel e Charles Darwin.
- e) Todos os cientistas citados acima.

6. De acordo com os seus conhecimentos sobre a teoria da Evolução, julgue as frases assertivas abaixo como **verdadeiras ou falsas**.

- a) () O ser humano veio do macaco.
- b) () Charles Darwin era ateu.
- c) () O ser humano é o animal mais evoluído de todos os seres vivos.
- d) () Não é possível ver o processo de evolução acontecendo.
- e) () Os seres vivos mudam para adaptarem-se ao meio ambiente em que vivem.
- f) () O resultado da evolução é a perfeição das espécies.
- g) () A Evolução é uma teoria baseada apenas em suposições, não tem evidências.

7. Marque o único, entre os fatores a seguir, que **não colabora** para a seleção natural.

- a) Variabilidade entre os indivíduos.
- b) Reprodução sexuada.
- c) Reprodução assexuada sem mutação genética.
- d) Hereditariedade.

Fonte:

<https://exercicios.mundoeducacao.bol.uol.com.br/exercicios-biologia/exercicios-sobre-selecao-natural.htm>

8. Darwin não conseguiu responder satisfatoriamente as críticas sobre sua teoria evolucionista, pois não soube explicar as causas das diferenças observadas nos indivíduos, por desconhecer a ocorrência da:

- a) Seleção natural
- b) Mutação
- c) Lei do uso e desuso
- d) Transmissão de características adquiridas
- e) Adaptação ao meio.

Fonte: http://teoriasdeevolucao-profpaolotrjunior.blogspot.com/2013/08/mutacionismo_14.html

APÊNDICE C – Quadro demonstrando espécies descritas da fauna da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Tocaia, localizada em Santana do Ipanema (AL), 2018.

Nome popular do ser vivo	Nome científico do ser vivo
Gato-do-mato	<i>Leopardus tigrinus</i>
Acauã	<i>Herpetotheres cachinnans</i>
Asa branca	<i>Patagioenas picazuro</i>
Fogo pagô	<i>Columbina squammata</i>
Carcará	<i>Caracara plancus</i>
Gavião vermelho	<i>Buteogallus meridionalis</i>
Gavião cinza grande	não especificado
Iguana	<i>Iguana iguana</i>
Teiú	<i>Tupinambis marianae</i>
Jibóia	<i>Boa constrictor</i>
Cobra corredeira	<i>Thamnodynastes</i> sp.
Caninana	<i>Spilotes pulatus</i>
Cobra verde	<i>Liophis typhlus</i>
Corre-campo	<i>Thamnodynastes pallidus</i>
Coral	<i>Micrurus ibiboboca</i>
Cobra preta	<i>Pseudoboa cloelia</i>
Jararaca (casco de burro)	não especificado
Beija-flor	não especificado
Mocó	<i>Kerodon rupestris</i>
Preá	<i>Cavia aperea</i>
Inseto cachorro d'água	<i>Scapteriscus didactylus</i> (possivelmente)
Sapo pequeno (azul esverdeado)	não especificado
Raposa	<i>Dusicyon thous</i>
Embuá (três variedades)	não especificado
Guaxinim	<i>Procyon cancrivorus</i>
Pato	não especificado
Jaçanã	<i>Jacana jacana</i>

Fonte: Sr. Alberto Nepomuceno Agra Filho

APÊNDICE D – Quadro demonstrando espécies descritas da flora da Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) Tocaia, localizada em Santana do Ipanema (AL), 2018.

Nome popular do ser vivo	Nome científico do ser vivo
Caatingueira	<i>Caesalpinia pyramidalis</i>
Angico caroçudo	<i>Anadenanthera colubrina</i>
Angico monjolo	<i>Senegalia polyphphylla</i>
pereiro	<i>Aspidosperma pyriformium</i>
baraúna	<i>Schinopsis brasiliensis</i>
Aroeira	<i>Myracrodruon urundeuva</i>
Imburana de cambão	<i>Commiphora leptophloeos</i>
Imburana de cheiro	<i>Amburana cearensis</i>
Coroa de frade	<i>Melocactus bahiensis</i>
Mandacaru	<i>Cereus jamacaru</i>
Facheiro	<i>Pilosocereus pachycladus</i>
Rabo-de-raposa	<i>Harrisia adscendens</i>
Barriguda	<i>Ceiba glaziovii</i>
Bom nome	<i>Maytenus rigida</i>
Quixabeira	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>
Rama-branca	não especificado
Cedro	<i>Cedrella fissillis</i>
Jurema preta	<i>Mimosa tenuiflora</i>
Pau d'arco	<i>Tabebuia serratifolia</i>
Folha larga	não especificado
Caraíba	<i>Tabebuia aurea</i>
Pau ferro	<i>Caesalpineia ferrea</i>
Feijão bravo	<i>Capparis flexuosa</i>
Juazeiro	<i>Ziziphus joazeiro</i>
Umbuzeiro	<i>Spondias tuberosa</i>
Alastrado ou Xique-xique	<i>Pilocereus gounellei</i>

Fonte: Sr. Alberto Nepomuceno Agra Filho

APÊNDICE E – Manual e material necessário (apêndices enumerados) para utilização do jogo “pensar biologicamente é pensar evolutivamente”.

MANUAL DO JOGO

Pensar biologicamente é pensar evolutivamente

Este manual é de fácil leitura e entendimento, podendo ser utilizado pelo professor que irá aplicar o jogo em sala de aula, bem como pelos próprios alunos jogadores (de preferência o juiz). Seguem-se abaixo as instruções gerais e todos os materiais necessários à aplicação. Alguns podem ser utilizados em meio digital, enquanto outros necessitam ser impressos (em especial o tabuleiro).

A dinâmica do jogo pode ser alterada para uma melhor adaptação à cada realidade e disponibilidade de materiais. O importante aqui é aprender jogando. Vamos?!

ENTENDENDO O JOGO

O jogo “pensar biologicamente é pensar evolutivamente” simula uma jornada de uma população de cobras cascavéis, com variabilidade genética, ao longo de quatro fisionomias da Caatinga num tabuleiro.

As mudanças da frequência de cobras cascavéis ocorre em função de dois pontos: a) das mutações (variação como matéria-prima da evolução) dentro da população geral; b) das fisionomias da Caatinga (explícitas no tabuleiro) na qual cada variação populacional está atravessando.

As cascavéis são representadas por cartas, identificadas com cores específicas e pelos nomes de determinada variação. Cada aluno inicia o jogo com dez indivíduos (dez cartas) de uma determinada variação de cascavel. A quantidade de cada variação de cascavel na população final vai ocorrer, ao final do jogo, devido à seleção feita pelos ambientes presentes no tabuleiro, em que se encontram as diferentes populações.

Desta forma, os jogadores se engajam numa dinâmica na qual buscam alcançar o maior número possível de indivíduos quando finalizar a rodada. O objetivo geral é facilitar a compreensão do mecanismo de seleção natural ao perder, ganhar ou manter indivíduos com determinada mutação de acordo com as fisionomias de Caatinga, simulando as reais mudanças ambientais.

Espera-se, ao final do jogo, uma maior proporção de cascavéis com as características vantajosas como a adaptação de cor ao ambiente e cascavéis com veneno mais eficiente

(maior toxicidade); e uma menor proporção de cascavéis sem o chocalho, cascavéis sem a fosseta loreal e cascavéis albinas (características desvantajosas).

No entanto, no contexto da sala de aula, podem ocorrer algumas variações no resultado esperado, devido à diferenças de características dos próprios alunos jogadores, como a sorte ao lançar o dado nos mais variados momentos, os conhecimentos relacionados à Biologia Evolutiva (quando tiverem que responder perguntas sobre o tema), entre outros.

APLICANDO O JOGO

Objetivo do jogo: Chegar ao final da rodada com a maior quantidade de cascaveis.

Material do jogo:

Material impresso (alguns podem ser em meio digital) que consta nos apêndices.

2 ou 3 dados.

Quantidade de participantes: 3 a 8 jogadores.

Faixa etária dos participantes: acima de 14 anos.

Tempo médio por rodada: 15 a 25 minutos.

Modo de jogar: Para iniciar o jogo, faz-se a escolha do juiz da rodada e posteriormente um sorteio (pode usar o apêndice 9) para decidir qual a variação de cascavel cada jogador irá representar.

O juiz será responsável por fazer as perguntas (apêndice 2) e julgar as respostas (apêndice 3) dos alunos participantes; ler o que diz as cartas específicas de cada fisionomia de Caatinga (apêndices 4 a 7); fornecer ou retirar indivíduos da população de cada variação de cascavel (apêndice 8); fiscalizar o resultado, de um modo geral.

Em seguida, cada aluno lança o dado uma vez (ou duas vezes, em caso de empate) e o aluno que tiver maior pontuação, inicia o jogo, seguido dos próximos em ordem decrescente de pontos. Ao longo do tabuleiro (apêndice 1), existem basicamente 5 tipos de casas. Abaixo estão as especificações, com exemplos, para quando o jogador chegar em cada uma:

Começa agora uma aventura pela Caatinga no período seco. Espere mais uma rodada para jogar o dado.

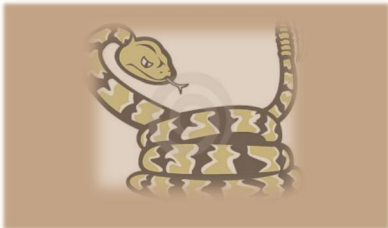
São casas introdutórias à cada ambiente de Caatinga, para situar o aluno. Ao longo do jogo existem quatro neste formato. Todas pedem que espere mais uma rodada para jogar o dado.

Voce conseguiu predar um roedor. Sua população aumentou em dois indivíduos.

São casas aleatórias, que não exigem conhecimento específico sobre o conteúdo. Representam perdas/ganhos de indivíduos, avanço ou regressão de casas, de acordo com o acontecimento natural que ela descreve.

O que você sabe sobre Evolução? Para continuar o jogo, responda uma pergunta.

São casas que exigem conhecimento específico sobre os conteúdos de evolução. As perguntas sugeridas estão no apêndice 2, com suas respectivas respostas. Elas podem ser modificadas. Se o aluno acertar, ganha um indivíduo em sua população. Se o aluno errar, perde um indivíduo.



São casas neutras. Se após o lançamento do dado ou após instrução específica, o jogador chegar a uma delas, deve apenas esperar mais uma rodada para jogar novamente.



São casas enumeradas para cada ambiente de Caatinga, constando três para cada um em específico. Ao chegar a essa casa, o aluno juiz lerá em voz alta nas cartas (apêndice 3) o que acontecerá com a população de indivíduos do jogador, dependendo de sua variação. É neste momento que ocorre a seleção natural a depender do tipo de mutação.

FINALIZANDO O JOGO

À medida que os primeiros alunos jogadores forem chegando à última casa do tabuleiro (casa nº42) e saindo do jogo, precisam ficar aguardando até que todos finalizem. Após isso, faz-se a contagem do número de indivíduos de cada um. Quem tiver mais “serpentes” é o vencedor desta rodada.

É importante que haja uma rápida conversa sobre o resultado do jogo, a fim de compreender como a seleção natural atua de modo real nos seres vivos de um modo geral.

Apêndice E.1 - Jogo de tabuleiro.

PENSAR BIOLÓGICAMENTE É PENSAR EVOLUTIVAMENTE



PARTIDA

casa 5

Esta muito quente e você preferiu não sair da toca. Fique uma rodada sem jogar o dado.

Aconteceu um incêndio por conta da seca e duas cascavéis da sua população morreram.

casa 10

O que você sabe sobre Evolução? Para continuar o jogo, responda uma pergunta.

casa 26

Conseguiu se alimentar de lagartos. Avance duas casas.

casa 24

Conecte agora uma aventura pela Caatinga com fisiologia de predominância de lagartos. Espere mais uma rodada para jogar o dado.

casa 22

Um caracará predou uma cobra filhote de sua população. Perdeu uma cascavel.

casa 20

Parabéns! Você conseguiu se reproduzir, avance duas casas.

casa 16

Parabéns! Você conseguiu se alimentar de ratos. Avance quatro casas.

casa 29

Uma ave de rapina alimentou-se de dois dos seus filhotes. Perdeu dois indivíduos. Volte três casas.

casa 34

Choveu e os animais saíram de suas tocas, você conseguiu se alimentar. Avance três casas.

casa 37

O que você sabe sobre Evolução? Para continuar o jogo, responda uma pergunta.

casa 41

O que você sabe sobre Evolução? Para finalizar o jogo, responda uma pergunta.

Caatinga com predominância de lagarto

Caatinga na estação seca

Caatinga chuvosa

Brejos de altitude

CHEGADA

casa 13

Conecte agora uma aventura pela Caatinga com fisiologia de brejos de altitude. Espere mais uma rodada para jogar o dado.

casa 33

Conseguiu agora uma aventura pela Caatinga no período chuvoso. Espere mais uma rodada para jogar o dado.

Uma cobra muçurana conseguiu predação uma cobra de sua população. Perdeu um indivíduo.

Conseguiu agora uma aventura pela Caatinga com fisiologia de predominância de lagartos. Espere mais uma rodada para jogar o dado.

Uma cascavel de sua população gastou seu veneno em vão. Fique duas rodadas sem jogar.

O que você sabe sobre Evolução? Para continuar o jogo, responda uma pergunta.

Uma ave de rapina alimentou-se de dois indivíduos. Volte três casas.

Conseguiu se alimentar de ratos. Avance quatro casas.

Apêndice E.2 - Sugestões de perguntas sobre evolução biológica e seleção natural.

<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 01</p> <p>Como se chama o estudioso que defendia a lei da herança dos caracteres adquiridos e a lei do uso e desuso?</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 02</p> <p>Cite uma evidência muito usada pelos paleontólogos que sustenta o fato de que a evolução aconteceu e acontece nos dias atuais.</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 05</p> <p>Verdadeiro ou Falso?</p> <p>Os seres mais aptos possuem maior chance de reproduzir-se e deixar descendentes.</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 06</p> <p>Verdadeiro ou Falso?</p> <p>Superbactérias são um exemplo clássico de seleção natural.</p>
<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 03</p> <p>Verdadeiro ou Falso?</p> <p>Segundo a teoria da seleção natural, o mais forte sobrevive.</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 04</p> <p>Verdadeiro ou Falso?</p> <p>Os seres vivos estão constantemente lutando pela sobrevivência e apenas os mais aptos sobrevivem.</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 07</p> <p>Segundo Charles Darwin, o urso polar é branco porque vive na neve ou o urso polar vive na neve porque é branco?</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 08</p> <p>Como se denomina o processo de formação de novas espécies?</p>
<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 09</p> <p>Segundo a teoria mais aceita, em qual continente se deu a origem dos <i>Homo sapiens</i>?</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 10</p> <p>Como se chama a teoria de Darwin atualmente, após o avanço dos estudos genéticos, celulares e moleculares?</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 13</p> <p>Qual nome se dá a qualquer característica que o ser vivo tenha e que foi fruto de seleção natural?</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 14</p> <p>Cite uma característica importante na evolução da espécie <i>Homo sapiens</i>, ausente nos outros primatas.</p>
<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 11</p> <p>Como se chama a teoria que era mais forte na época em que Darwin publicou seu primeiro livro, que defende que Deus criou todas as coisas?</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 12</p> <p>Um fator que Darwin desconhecia era a hereditariedade. Qual cientista foi responsável por essa descoberta posteriormente?</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 15</p> <p>Verdadeiro ou falso?</p> <p>O chimpanzé é ancestral do homem.</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 16</p> <p>Verdadeiro ou falso?</p> <p>O ser humano é o animal mais evoluído de todos os seres vivos.</p>
<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 17</p> <p>Verdadeiro ou falso?</p> <p>Os seres vivos mudam para adaptarem-se ao meio ambiente em que vivem.</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 18</p> <p>Verdadeiro ou falso?</p> <p>O resultado da evolução é a perfeição das espécies.</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 21</p> <p>Qual a importância do chocalho como adaptação para as cobras cascavéis (gênero <i>Crotalus</i>)?</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 22</p> <p>Qual a adaptação que as cascavéis albinas não apresentam para sobreviver com mais facilidade?</p>
<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 19</p> <p>Cite apenas uma das adaptações das cobras cascavéis (<i>Crotalus durissus</i>) ao ambiente de Caatinga.</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 20</p> <p>Cite uma das adaptações das plantas da Caatinga ao ambiente seco.</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 23</p> <p>Como se chama o orifício localizado entre a narina e o olho de algumas serpentes, especializado em receber sinais de presença (temperatura corporal) de presas de sangue quente?</p>	<p>PERGUNTA SOBRE EVOLUÇÃO - 24</p> <p>A palavra Caatinga quer dizer "mata branca". Qual é a relação desse nome com a adaptação das plantas que vivem neste ecossistema?</p>

Apêndice E.3 - Respostas das perguntas sugeridas sobre evolução biológica e seleção natural.

1. Lamarck
2. Os fósseis
3. Falso
4. Verdadeiro
5. Verdadeiro
6. Verdadeiro
7. O urso polar vive na neve porque é branco
8. Especiação
9. Continente africano
10. Teoria sintética de evolução ou neodarwinismo
11. Criacionismo
12. Mendel
13. Adaptação
14. Bipedalismo ou aumento do tamanho/complexidade cerebral
15. Falso
16. Falso
17. Falso
18. Falso
19. Padronização de cor para camuflagem
20. Folhas substituídas por espinhos, armazenamento de água no caule, raízes rasas em algumas e profundas em outras.
21. Alertar ou intimidar predadores.
22. Não conseguem se camuflar.
23. Fosseta loreal
24. As plantas perdem as folhas para não ocorrer a desidratação, por isso ficam com aspecto esbranquiçado.

Apêndice E.4 - Cartas específicas para o ambiente de Caatinga na estação seca.

CASA 5 - Caatinga na estação seca

População sem mutação: mantém a população.

População albina: muita insolação, morte de 3 indivíduos.

População sem o chocalho: não conseguiu intimidar o predador, morte de 1 indivíduo.

População sem a fosseta loreal: não conseguiu detectar a presa no escuro, morte de 1 indivíduo.

População mais esverdeada: não conseguiu se camuflar, morte de 2 indivíduos.

População com adaptação de mudança de cor: camuflagem feita com sucesso, conseguiu se alimentar e se reproduzir. Ganha 2 indivíduos.

População com veneno mais eficiente: conseguiu se alimentar e se reproduzir, ganha 1 indivíduo.

CASA 13 - Caatinga na estação seca

População sem mutação: fique uma rodada sem jogar.

População albina: muita insolação, morte de 1 indivíduo.

População sem o chocalho: não conseguiu intimidar o predador, perde 1 indivíduo.

População sem a fosseta loreal: mesmo com a detecção de presas conseguiu se alimentar e se reproduzir. Ganha 2 indivíduos.

População mais esverdeada: não conseguiu se camuflar, morte de 3 indivíduos.

População com adaptação de mudança de cor: camuflagem feita com sucesso, ganha 3 indivíduos.

População com veneno mais eficiente: conseguiu se alimentar e se reproduzir, ganha dois indivíduos.

CASA 10 - Caatinga na estação seca

População sem mutação: ganha dois indivíduos.

População albina: mesmo com muita insolação, conseguiu se alimentar e se reproduzir. Ganha 2 indivíduos.

População sem o chocalho: não conseguiu intimidar o predador, morte de 1 indivíduo.

População sem a fosseta loreal: não conseguiu detectar a presa no escuro e não se alimentou. Perde 1 indivíduo.

População mais esverdeada: não conseguiu se camuflar, perde 1 indivíduo.

População com adaptação de mudança de cor: camuflagem feita com sucesso, ganha 1 indivíduo.

População com veneno mais eficiente: conseguiu se alimentar e se reproduzir, ganha três indivíduos.

Apêndice E.5 - Cartas específicas para o ambiente de Caatinga com fisionomia de brejos de altitude.

CASA 16 - Brejos de altitude

População sem mutação: perde 2 indivíduos.

População albina: o ambiente está difícil para camuflagem, morte de 3 indivíduos.

População sem o chocalho: uma cobra foi pisada por um animal grande, perde 1 indivíduo.

População sem a fosseta loreal: mesmo sem habilidade total para caça, ganha 1 indivíduo.

População mais esverdeada: conseguiu a camuflagem perfeita nesse ambiente, ganha 2 indivíduos.

População com adaptação de mudança de cor: camuflagem feita com sucesso, ganha 1 indivíduo.

População com veneno mais eficiente: existe maior quantidade de alimento, conseguiu se alimentar, ganha 3 indivíduos.

CASA 22 - Brejos de altitude

População sem mutação: ganha 2 indivíduos.

População albina: o ambiente está difícil para camuflagem, perde 3 indivíduos.

População sem o chocalho: não conseguiu intimidar o predador, morte de 1 indivíduo.

População sem a fosseta loreal: mantém a população.

População mais esverdeada: conseguiu a camuflagem perfeita, ganha 2 indivíduos.

População com adaptação de mudança de cor: mantém a população.

População com veneno mais eficiente: mantém a população.

CASA 20 - Brejos de altitude

População sem mutação: mantém a população.

População albina: mantém a população.

População sem o chocalho: não conseguiu intimidar o predador, perde 1 indivíduo.

População sem a fosseta loreal: perde 1 indivíduo.

População mais esverdeada: conseguiu a camuflagem perfeita num ambiente mais esverdeado, ganha 3 indivíduos.

População com adaptação de mudança de cor: camuflagem feita com sucesso, ganha 3 indivíduos.

População com veneno mais eficiente: mantém a população.

Apêndice E.6 - Cartas específicas para o ambiente de Caatinga na estação chuvosa.

CASA 34 - Caatinga na estação chuvosa

População sem mutação: ganha 1 indivíduo.

População albina: apesar da baixa insolação, o ambiente está um pouco difícil para camuflagem. Morte de 3 indivíduos.

População sem o chocalho: não conseguiu avisar a um humano da sua presença e infelizmente foi morta após dar um bote. Perde 1 indivíduo.

População sem a fosseta loreal: mantém a população.

População mais esverdeada: conseguiu uma melhor camuflagem devido às chuvas e a vegetação mais verde, ganha 1 indivíduo.

População com adaptação de mudança de cor: camuflagem feita com sucesso, ganha dois indivíduos.

População com veneno mais eficiente: existe maior quantidade de alimento, conseguiu se alimentar e se reproduzir. Ganha 2 indivíduos.

CASA 41 - Caatinga na estação chuvosa

População sem mutação: mantém a população.

População albina: apesar da baixa insolação, o ambiente está um pouco difícil para camuflagem. Morte de 1 indivíduo.

População sem o chocalho: morte de 2 indivíduos.

População sem a fosseta loreal: mantém a população.

População mais esverdeada: conseguiu uma melhor camuflagem devido às chuvas e a vegetação mais verde, ganha 2 indivíduos.

População com adaptação de mudança de cor: camuflagem feita com sucesso, ganha um indivíduo.

População com veneno mais eficiente: mantém a população.

CASA 37 - Caatinga na estação chuvosa

População sem mutação: ganha 2 indivíduos.

População albina: mantém a população.

População sem o chocalho: mantém a população.

População sem a fosseta loreal: devido à sua inabilidade de encontrar presas no escuro, perde 1 indivíduo.

População mais esverdeada: conseguiu uma melhor camuflagem devido às chuvas e a vegetação mais verde, ganha 1 indivíduo.

População com adaptação de mudança de cor: camuflagem feita com sucesso, ganha três indivíduos.

População com veneno mais eficiente: existe maior quantidade de alimento, conseguiu se alimentar e se reproduzir. Ganha 2 indivíduos.

Apêndice E.7 - Cartas específicas para o ambiente de Caatinga com predominância de afloramentos rochosos.

CASA 24 - Caatinga com predominância de lajedos.

População sem mutação: bem adaptada à ambiente seco, conseguiu se alimentar e se reproduzir. Ganha 1 indivíduo.

População albina: apesar da alta insolação, o ambiente está um pouco mais fácil para sua camuflagem. Ganha 1 indivíduo.

População sem o chocalho: conseguiu se esconder bem entre as pedras, mantém a população.

População sem a fosseta loreal: não conseguiu detectar a presa no escuro e por isso não se alimentou, morte de 2 indivíduos.

População mais esverdeada: não conseguiu uma boa camuflagem devido ao ambiente mais seco. Morte de 3 indivíduos.

População com adaptação de mudança de cor: camuflagem feita com sucesso: comeu e se reproduziu. Ganha dois indivíduos.

População com veneno mais eficiente: conseguiu se alimentar de roedores e se reproduzir. Ganha 2 indivíduos.

CASA 26 - Caatinga com predominância de lajedos.

População sem mutação: bem adaptada à ambiente seco, ganha 1 indivíduo.

População albina: apesar do ambiente estar um pouco mais fácil para sua camuflagem, existe alta insolação. Perde 2 indivíduos.

População sem o chocalho: não conseguiu afastar bem os predadores, morte de 1 indivíduo.

População sem a fosseta loreal: não conseguiu detectar a presa no escuro e não se alimentou. Morte de 1 indivíduo.

População mais esverdeada: não conseguiu uma boa camuflagem devido ao ambiente mais seco. Perdeu 3 indivíduos.

População com adaptação de mudança de cor: camuflagem feita com sucesso: comeu e se reproduziu. Ganha 3 indivíduos.

População com veneno mais eficiente: conseguiu se alimentar de pequenos lagartos e se reproduzir. Ganha 2 indivíduos.

CASA 29 - Caatinga com predominância de lajedos.

População sem mutação: mantém a população.

População albina: apesar do ambiente estar um pouco mais fácil para sua camuflagem, existe alta insolação. Perde 1 indivíduo.

População sem o chocalho: não conseguiu afastar bem os predadores, perde 1 indivíduo.

População sem a fosseta loreal: não conseguiu detectar a presa no escuro, perde 1 indivíduo.

População mais esverdeada: não conseguiu uma boa camuflagem devido ao ambiente mais seco. Perdeu 2 indivíduos.

População com adaptação de mudança de cor: camuflagem feita com sucesso, ganha 1 indivíduo.

População com veneno mais eficiente: mantém a população.

**Apêndice E.8 - Cartas que representam os indivíduos da população de cada variação de cascavel.
(recomenda-se a impressão de 15 cópias desta página)**



Apêndice E.9 - Material que pode ser utilizado no sorteio inicial para escolha dos representantes das variações de serpentes cascavéis.

CASCAVEL SEM MUTAÇÃO (AZUL)
CASCAVEL ALBINA (VERDE)
CASCAVEL COM VENENO MAIS EFICIENTE (MARROM)
CASCAVEL MAIS ESVERDEADA (VIOLETA)
CASCAVEL SEM O CHOCALHO (AMARELA)
CASCAVEL COM CAPACIDADE DE ADAPTAÇÃO DE COR AO AMBIENTE (CINZA)
CASCAVEL SEM A FOSSETA LOREAL (LARANJA)

ANEXO A – Último parecer consubstanciado do Comitê de Ética em Pesquisa, aprovando a aplicação da presente pesquisa.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Pensar biologicamente é pensar evolutivamente: jogo didático como facilitador da aprendizagem dos conhecimentos em Biologia Evolutiva e seleção natural, com base na Teoria da Aprendizagem Significativa.

Pesquisador: ELAINE PAULA GONCALVES ALENCAR

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 86114218.3.0000.5013

Instituição Proponente: Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 2.725.407

Apresentação do Projeto:

Se trata de RESPOSTA À PENDÊNCIA do Trabalho de Conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO - UFAL): "Pensar biologicamente é pensar evolutivamente: jogo didático como facilitador da aprendizagem dos conhecimentos em Biologia Evolutiva e seleção natural, com base na Teoria da Aprendizagem Significativa."

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo geral: Construir um olhar evolutivo sobre a Biologia, a partir de experiências pessoais e vivências por parte dos alunos.

Objetivos específicos:

- Considerar os conhecimentos prévios dos alunos sobre o conteúdo da evolução na vida.
- Priorizar uma maior participação dos alunos nas reflexões e discussões das temáticas envolvendo a evolução da vida.
- Identificar as dificuldades de compreensão dos alunos sobre os conteúdos que permeiam a Evolução da vida.
- Trabalhar estratégias didáticas na forma de jogos educativos sobre as teorias evolutivas para facilitar a compreensão do tema por parte dos alunos do 3º ano do Ensino Médio.

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 57.072-900

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3214-1041

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 2.725.407

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

RISCOS:

Os questionários para verificação prévia dos conhecimentos dos alunos serão aplicados com prévia autorização dos sujeitos. Pode ser que o(s) participante(s) da pesquisa sintam(m)-se tímido(a)s, inibido(a)s, constrangido(a)s ou não saiba(m) responder às questões apresentadas pelo pesquisador, poderá(ão) quebrar o sigilo da pesquisa e até mesmo considerar que está(ão) perdendo o seu tempo, não evidenciando assim os objetivos da pesquisa.

MANEIRA DE MINIMIZAR OS RISCOS: Prevendo estes riscos, será feito pelo pesquisador antes da aplicação da pesquisa, o esclarecimento das informações em linguagem clara, simples e acessível, garantido aos sujeitos por meio do TCLE a confiabilidade do estudo e o sigilo das informações dos indivíduos, incluindo as medidas de proteção à confidencialidade e à liberdade do participante da pesquisa de recusar-se a participar. Garantindo assim, a privacidade da identidade do sujeito e o sigilo da pesquisa.

BENEFÍCIOS:

Considerando a necessidade de aperfeiçoamento das nossas práticas educativas e reflexão acentuada sobre o ensino de Biologia para a formação integral dos sujeitos, o benefício esperado com a sua participação neste estudo acarretará no diálogo, compreensão e promoção do ensino de Biologia Evolutiva como eixo organizador das ciências biológicas. Estima-se que haja maior aprendizagem dos alunos participantes da pesquisa a respeito dos conhecimentos em Biologia Evolutiva

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

A pesquisa será realizada com alunos de quatro turmas do terceiro ano do Ensino Médio da Escola Estadual Professora Laura Maria Chagas de Assis, localizada na zona urbana do município de Santana do Ipanema - AL. Antes de iniciar as aulas sobre o tema, serão aplicados questionários (anexado no projeto) para verificação dos conhecimentos prévios dos alunos e para avaliação da aprendizagem dos mesmos ao final do trabalho. Esses questionários também serão aplicados nas turmas utilizadas como controle.

Todas as turmas estudarão o mesmo conteúdo teórico conforme sugerido no livro didático adotado na escola no ano anterior (2017), mas será aplicada em apenas duas delas a sequência desenvolvida nesta pesquisa (aula de campo prática e aplicação de jogo de tabuleiro didático), ficando duas turmas como controle e tendo aula no modelo tradicional.

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 2.725.407

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

No parecer anterior a pendência referente aos termos de apresentação obrigatória se referia ao TALE e ao TCLE dos alunos e responsáveis. Estes foram devidamente corrigidos.

Recomendações:

Sugiro que o tópico 13 do TCLE onde fica explicitado que o aluno poderá ser incluído no grupo controle ou grupo teste, seja incorporado ao tópico 5 que trata de como será a participação do aluno na pesquisa, pois ficará mais claro.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

O pesquisador corrigiu as pendências listadas no parecer anterior.

Considerações Finais a critério do CEP:

Protocolo Aprovado

Prezado (a) Pesquisador (a), lembre-se que, segundo a Res. CNS 466/12 e sua complementar 510/2016:

O participante da pesquisa tem a liberdade de recusar-se a participar ou de retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem penalização alguma e sem prejuízo ao seu cuidado e deve receber cópia do TCLE, na íntegra, por ele assinado, a não ser em estudo com autorização de declínio;

V.S^a. deve desenvolver a pesquisa conforme delineada no protocolo aprovado e descontinuar o estudo somente após análise das razões da descontinuidade por este CEP, exceto quando perceber risco ou dano não previsto ao sujeito participante ou quando constatar a superioridade de regime oferecido a um dos grupos da pesquisa que requeiram ação imediata;

O CEP deve ser imediatamente informado de todos os fatos relevantes que alterem o curso normal do estudo. É responsabilidade do pesquisador assegurar medidas imediatas adequadas a evento adverso ocorrido e enviar notificação a este CEP e, em casos pertinentes, à ANVISA;

Eventuais modificações ou emendas ao protocolo devem ser apresentadas ao CEP de forma clara e sucinta, identificando a parte do protocolo a ser modificada e suas justificativas. Em caso de projetos do Grupo I ou II apresentados anteriormente à ANVISA, o pesquisador ou patrocinador deve enviá-las também à mesma, junto com o parecer aprovatório do CEP, para serem juntadas ao protocolo inicial;

Seus relatórios parciais e final devem ser apresentados a este CEP, inicialmente após o prazo determinado no seu cronograma e ao término do estudo. A falta de envio de, pelo menos, o relatório final da pesquisa implicará em não recebimento de um próximo protocolo de pesquisa de

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,

Bairro: Cidade Universitária

CEP: 57.072-900

UF: AL

Município: MACEIO

Telefone: (82)3214-1041

E-mail: comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 2.725.407

vossa autoria.

O cronograma previsto para a pesquisa será executado caso o projeto seja APROVADO pelo Sistema CEP/CONEP, conforme Carta Circular nº. 061/2012/CONEP/CNS/GB/MS (Brasília-DF, 04 de maio de 2012).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_1068894.pdf	02/06/2018 12:25:27		Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_alunos.PDF	02/06/2018 12:24:03	ELAINE PAULA GONCALVES ALENCAR	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE_pais.PDF	02/06/2018 12:23:30	ELAINE PAULA GONCALVES ALENCAR	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.PDF	02/06/2018 12:23:02	ELAINE PAULA GONCALVES ALENCAR	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	PROJETO_COMPLETO.pdf	21/03/2018 09:55:31	ELAINE PAULA GONCALVES ALENCAR	Aceito
Outros	AUTORIZACAO_ESCOLA_OUTROS.PDF	10/03/2018 13:50:00	ELAINE PAULA GONCALVES ALENCAR	Aceito
Orçamento	ORCAMENTO.pdf	10/03/2018 13:49:25	ELAINE PAULA GONCALVES ALENCAR	Aceito
Declaração de Pesquisadores	TERMO_PUBLICIZACAO.PDF	10/03/2018 13:49:06	ELAINE PAULA GONCALVES ALENCAR	Aceito
Cronograma	CRONOGRAMA.pdf	10/03/2018 13:48:26	ELAINE PAULA GONCALVES ALENCAR	Aceito
Folha de Rosto	FOLHA_DE_ROSTO.PDF	29/01/2018 21:49:42	ELAINE PAULA GONCALVES ALENCAR	Aceito

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** comitedeeticaufal@gmail.com

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
ALAGOAS



Continuação do Parecer: 2.725.407

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

MACEIO, 20 de Junho de 2018

Assinado por:
Luciana Santana
(Coordenador)

Endereço: Av. Lourival Melo Mota, s/n - Campus A . C. Simões,
Bairro: Cidade Universitária **CEP:** 57.072-900
UF: AL **Município:** MACEIO
Telefone: (82)3214-1041 **E-mail:** comitedeeticaufal@gmail.com