

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
MESTRADO PROFISSIONAL EM EDUCAÇÃO

Isabela Maria Silva Leão

**UMA PROPOSTA DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA TEORIA DA
EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**

Belo Horizonte

2023

Isabela Maria Silva Leão

**UMA PROPOSTA DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA TEORIA DA
EVOLUÇÃO BIOLÓGICA**

Texto de dissertação apresentado ao Programa de Mestrado Profissional Ensino e Docência do Departamento de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação.

Linha de pesquisa: Ensino de Ciências

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva.

Belo Horizonte

2023

L437p
T

Leão, Isabela Maria Silva, 1994-
Uma proposta de jogo didático para o ensino da teoria da evolução biológica [manuscrito] / Isabela Maria Silva Leão. -- Belo Horizonte, 2023. 112 f. : enc, il., color.

Dissertação -- (Mestrado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

Orientador: Fábio Augusto Rodrigues e Silva.

Bibliografia: f. 71-77.

Anexos: f. 78-83.

Apêndices: f. 84-112.

1. Educação -- Teses. 2. Biologia -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Teses. 3. Biologia -- Métodos de ensino -- Teses. 4. Evolução (Biologia) -- Estudo e ensino (Ensino médio) -- Teses. 5. Jogos educativos -- Teses. 6. Biodiversidade -- Estudo e ensino. -- Teses. 7. Teoria ator-rede -- Teses.

I. Título. II. Rodrigues e Silva, Fábio Augusto, 1974-.

III. Universidade Federal de Minas Gerais, Faculdade de Educação.

CDD- 574.07

Catálogo da fonte: Biblioteca da FaE/UFMG (Setor de referência)

Bibliotecário: Ivanir Fernandes Leandro CRB: MG-002576/O



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROMESTRE - PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP

FOLHA DE APROVAÇÃO

UMA PROPOSTA DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA TEORIA DA EVOLUÇÃO BIOLÓGICA

ISABELA MARIA SILVA LEÃO

Dissertação submetida à Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA/MP, como requisito para obtenção do grau de Mestre em EDUCAÇÃO E DOCÊNCIA, área de concentração ENSINO E APRENDIZAGEM.

Aprovada, em 17 de agosto de 2023, pela banca constituída pelos membros:

Prof. Fábio Augusto Rodrigues e Silva (Universidade Federal de Ouro Preto)
Prof. Hesley Machado Silva (Centro Universitário de Formiga)
Prof. Felipe Sales de Oliveira (Universidade Federal de Minas Gerais)

Belo Horizonte, 17 de agosto de 2023



Documento assinado eletronicamente por **Fábio Augusto Rodrigues e Silva, Usuário Externo**, em 25/08/2023, às 10:52, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Felipe Sales de Oliveira, Professor do Magistério Superior**, em 25/08/2023, às 12:35, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Gabriel Menezes Viana, Usuário Externo**, em 25/08/2023, às 14:34, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Hesley Machado Silva, Usuário Externo**, em 25/08/2023, às 15:37, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **2486344** e o código CRC **DD64B181**.

Resumo

Considerando as dificuldades no ensino da evolução biológica, este trabalho teve como objetivo a elaboração de um jogo didático com uma temática voltada para a seleção natural. A inspiração para o produto desenvolvido é o jogo Dixit, uma ferramenta lúdica que pode ser utilizada em instituições educacionais e possui potencialidade para desenvolver a criatividade e a interpretação do estudante, já que o jogo implica o uso da imaginação. As regras do jogo original foram modificadas para que os objetivos da pesquisa fossem contemplados. Pretendeu-se, com esta ferramenta, contribuir para o processo de ensino e aprendizagem sobre a teoria evolutiva, principalmente sobre a seleção natural. Além disso, o jogo foi elaborado com base na biodiversidade brasileira. Desta forma, além de expandir a compreensão sobre a origem da diversidade biológica, o jogo também ampliou o conhecimento dos alunos sobre as espécies e ambientes típicos do nosso País. A pesquisa foi realizada com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual da cidade de Candeias do estado de Minas Gerais. Os dados da pesquisa foram coletados a partir da observação da prática. Após a coleta dos dados, foram analisadas as relações sociomateriais manifestadas em sala de aula enquanto os alunos jogavam. Esta análise foi feita com base na Teoria Ator-rede com o propósito de compreender os efeitos que o jogo desenvolvido provocou na aprendizagem da seleção natural. O programa Iramuteq também foi utilizado nas análises. Os resultados indicam que alguns alunos apresentaram dificuldades para reconhecer algumas espécies do jogo. Além disso, o programa Iramuteq mostrou, a partir de árvores máximas, a mobilização de conhecimentos sobre a seleção natural, principalmente relacionados à sobrevivência das espécies. Sendo assim, enquanto os alunos jogavam, foram abordadas questões sobre adaptação, sobrevivência e biodiversidade. Observou-se que alguns elementos afetaram positivamente os alunos, como as imagens de espécies e ambientes nas cartas do jogo, as descrições dos ambientes no livro de regras, o tempo estipulado para os alunos jogarem, entre outros. Esses elementos do jogo foram fundamentais para entender como os alunos percebem a biodiversidade e a seleção natural durante o jogo. Sendo assim, podemos considerar que o nosso produto é um possível mediador, com potencial para ser usado nas aulas de Biologia para sistematizar e/ou revisar o tema teoria evolutiva.

Palavras-chave: Teoria da evolução. Biodiversidade. Teoria ator-rede.

Abstract

Considering the difficulties in teaching biological evolution, this case study aimed to create an educational game with a theme focused on the theory of Natural Selection. The inspiration for the product developed is the game Dixit, which was released in 2008 and sold millions of copies. Dixit can be an effective tool to be applied in educational institutions and has potential to develop students' creativity and interpretation, as the game involves the use of imagination. The purpose through the application of this tool was to contribute in a playful approach to the teaching and learning process about evolutionary theories, especially natural selection. In addition, the game was based on Brazilian biodiversity. In this way, in addition to expanding understanding about the origin of biological diversity, the game also expanded students' knowledge about species and typical environments of our country. The research was conducted with students from the 3rd year of high school from a state school in the city of Candeias in the state of Minas Gerais. The data of the research were collected from the observation of the game's application. After collecting the data, the sociomaterial relationships presented in the classroom during the game's application were analyzed. This analysis was based on Actor-Network Theory with the purpose of understanding the effects that the developed game contributed in the learning of the theory of natural selection. The Iramuteq program was also used in the analyses. The results indicate that some students had difficulties to recognize some game species. In addition, the Iramuteq program showed, from maximum trees, the mobilization of knowledge about natural selection, mainly related to species survival. The results indicate that the game created knowledge about the theory of natural selection. While the students played, questions about adaptation and biodiversity were addressed. We identified that some elements affected the students' actions, such as the images of species and environments on the game cards, the descriptions of the environments in the rulebook, the amount of time given for the students to play, among others. These elements were fundamental to understanding how the students' perception of biodiversity and adaptation is performed through the Dixit game.

Keywords: Theory of Evolution. Biodiversity. Actor-Network Theory.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Imagens das cartas do jogo Dixit®. Fonte: MONTEIRO, 2020.....	36
Figura 2 - Jogo Dixit®. Fonte: MONTEIRO, 2020.....	36
Figura 3 - Exemplo de imagens das cartas do jogo Evoluxit. Fonte: autoria própria.....	38
Figura 4 - Árvore máxima de similitude do corpus textual do grupo 1. Fonte: autoria própria.....	60
Figura 5 - Árvore máxima de similitude do corpus textual do grupo 2. Fonte: autoria própria.....	64
Figura 6 - Árvore máxima de similitude do corpus textual do grupo 3. Fonte: autoria própria.....	66

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Associações entre os alunos e as imagens de seres vivos.....	52
Quadro 2 - Translações estabelecidas entre as falas dos alunos e as descrições do livro de regras.....	56

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	9
2. INTRODUÇÃO	11
3. DELIMITAÇÃO DO TEMA	14
Problema.....	14
4. OBJETIVOS.....	16
Objetivo Geral	16
Objetivos Específicos	16
5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	17
a. Uma breve história sobre a teoria da evolução biológica.....	17
b. A importância da evolução biológica e as implicações para o ensino de biologia	24
c. Os jogos no ensino de ciências e no ensino de evolução: o DIXIT como um novo produto educacional	27
d. A Teoria Ator – Rede (TAR)	30
6. JUSTIFICATIVA.....	33
A escolha do tema: seleção natural.....	33
A escolha do tema: biodiversidade	33
7. CAMINHOS METODOLÓGICOS	35
A pesquisa- ensino.....	35
O jogo DiXIT	35
EvoluiXIT: produto educacional	37
Coleta de dados.....	38
Análise de dados a partir da teoria Ator-Rede – TAR.....	40
8. RESULTADOS E DISCUSSÕES	42
Reflexões gerais sobre diferentes momentos do jogo	42
Descrição dos momentos durante a prática	47
A atuação das imagens das cartas na rede sociotécnica do jogo EvoluiXIT	52
A atuação das descrições dos ambientes na rede sociotécnica do jogo EvoluiXIT.....	55
9. CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
10. REFERÊNCIAS	71
ANEXO I - AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA	78
ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO	80
ANEXO III - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR.....	82

APÊNDICE I.....	84
APÊNDICE II.....	94

1. APRESENTAÇÃO

A escolha do tema “biologia evolutiva” para elaboração desse trabalho surgiu a partir da minha trajetória acadêmica, com a participação em dois projetos sobre criacionismo e evolução biológica. Tal participação ocorreu durante minha formação no curso de Ciências Biológicas no Centro Universitário de Formiga/MG.

No primeiro, trabalhei como pesquisadora e bolsista no Programa de Bolsa de Iniciação à Docência da Fundação de Amparo à Pesquisa de Minas Gerais (PIBIC/FAPEMIG), no projeto: “Percepções sobre a teoria darwiniana, criacionismo e o ensino da evolução biológica no Brasil: estabelecendo comparações com pesquisa inglesa”. A pesquisa buscava investigar e discutir como os fenômenos do criacionismo influenciam na aceitação ou não da teoria evolucionista. Nesse período, participei de congressos nacionais e internacionais, publiquei artigos científicos e apresentei os resultados da pesquisa em língua inglesa e espanhola.

A segunda experiência foi como voluntária no projeto: “*Biology teachers? Conceptions of three Latin American countries about human's place in nature and the human mind*”, vinculado à Universidade de Oxford, ao Centro Universitário de Formiga/MG e financiado pela Fundação John Templeton. O projeto propunha retratar as concepções dos professores de biologia sobre a origem do homem, o papel de Deus, nesse processo, e o lugar do homem no processo evolutivo, além de questões sobre a mente humana. Trabalhei na análise dos dados, por meio de testes estatísticos qualitativos e quantitativos.

Para a elaboração do trabalho de conclusão de curso em Ciências Biológicas, analisei a opinião de professores e alunos a respeito da teoria evolutiva, dos cursos de Pedagogia e Ciências Biológicas da Instituição onde o curso foi realizado. Como instrumento de coleta de dados, foi aplicado o questionário europeu BIOHEAD-CITIZEN (*Biology, Health and Environmental Education for better Citizenship*), para uma amostra de 56 estudantes do 1º, 4º e 6º períodos de graduação. O propósito deste questionário é analisar as diferentes opiniões de professores de 19 países em relação à Evolução (em especial a Origem do Ser Humano), Educação Sexual, Educação para a Saúde, Educação Ambiental, entre outros temas (CARVALHO; CLEMÉNT, 2007).

Após minha experiência em trabalhar dois anos com o tema da evolução biológica, decidi seguir meus estudos na área, pois entendi que existem muitas dificuldades em relação ao ensino desta teoria. As pesquisas em que me envolvi, durante esses anos, buscavam compreender as concepções da sociedade, dos professores e alunos a respeito dos processos

evolutivos. Os resultados mostraram que um dos principais problemas enfrentados pela teoria é o seu mau entendimento devido à interferência de crenças religiosas, e a dificuldade dos professores em lidar com o tema, conceitual e didaticamente. Estes resultados também foram constatados em outros trabalhos, como em Sepúlveda e El-Hani (2004); Silva (2015).

Minha proposta era criar uma ferramenta em forma de jogo didático que possa amenizar os problemas detectados em várias pesquisas. A ideia de desenvolver um jogo didático surgiu quando estava me preparando para escrever o projeto a ser encaminhado ao Programa de Mestrado Profissional Educação e Docência (Promestre). Essa ideia se deu pelo fato dos jogos estarem presentes em minha vida desde a infância. É comum, em minha família, nos encontrarmos para jogar e buscar por jogos que não são comuns. Um dos jogos que mais nos chamou a atenção durante esses anos foi o *Dixit*. Um jogo simples, inovador, com muitas imagens. Sendo assim, *Dixit* se tornou a minha inspiração. Conversando com meu orientador, foi sugerido que incorporássemos ao jogo espécies típicas do Brasil. Dessa forma, foi possível fazer uma conexão entre a seleção natural e a biodiversidade brasileira.

Atuo na área da educação, como docente, há pouco tempo. Percebi, durante esse tempo, que os desafios são muitos e que minha responsabilidade como educadora é imensa. Na sala de aula nos deparamos com inúmeras realidades, personalidades e dificuldades, por isso, acredito que as ferramentas didáticas não tradicionais, como o jogo, podem nos ajudar a alcançar essas pluralidades, além de propiciar aulas diferenciadas e mais atraentes aos alunos

2. INTRODUÇÃO

Os estudos que explicam as modificações sofridas pelos seres vivos ao longo do tempo, bem como a origem da vida e do homem se expandiram desde 1802, data de criação do termo biologia (BRAUNSTEIN, 2013). Desde então, comunidades científicas e não científicas atribuíram diferentes significados a evolução biológica. Pesquisadores renomados como Jean-Baptiste de Lamarck e Charles Darwin contribuíram para a elaboração da teoria evolutiva mais aceita atualmente (ROCHA, 2013). Após inúmeras investigações e estudos, a evolução biológica é reconhecida como um tema central dentro da biologia, pois atribui continuidade aos conteúdos que antes eram organizados de forma independente (MEYER; EL-HANI, 2005).

A diversidade de explicações sobre a origem e evolução da vida abre espaço para possíveis conflitos e confusões, incluindo em sala de aula, principalmente nas aulas de ciências e/ou biologia. Estas contradições emergem da complexidade dos termos que constroem a teoria evolutiva; e também dos impactos que algumas concepções podem gerar ao confrontar-se com as diferentes visões de mundo, especialmente considerando as ciências e as religiões (COUTINHO; SILVA, 2013).

A ciência e a religião são duas fontes distintas de conhecimento para a sociedade. Ambas mobilizam concepções que apresentam diferentes significados sobre como se desenrolou a história da vida na Terra (LATOUR, 2005). Quando estas duas visões de mundo se chocam, pode-se prever uma relação complexa e, muitas vezes, conflituosa. Barbour (1990) divide as formas de interação entre o saber científico e o conhecimento religioso em quatro categorias: Conflito; Independência; Diálogo e Integração. Nas aulas de ciências e biologia estas relações estão presentes e se manifestam principalmente quando professores e alunos rejeitam a teoria evolutiva, priorizando as explicações religiosas para atribuir significado a origem e evolução das espécies (SEPÚLVEDA; EL-HANI, 2004, CARNEIRO; ROSA, 2003).

A partir de uma perspectiva conceitual da evolução biológica, entende-se que a falta de conhecimento e/ou os erros na compreensão sobre a seleção natural é uma das principais “causas da falta de assimilação de conceitos da biologia evolutiva” (FIGUEIREDO, 2021). Alguns dados mostram que os alunos tendem a relacionar conceitos evolutivos às explicações não aceitas nos dias atuais. As análises feitas com futuros professores indicam que o conhecimento sobre a teoria evolutiva pode estar, muitas vezes, associado às ideias lamarckistas (FRANCO; KATO, 2015). O mesmo ocorre entre alunos do nível básico. Foi

possível constatar tal fato durante as aulas da Professora-pesquisadora responsável por esta investigação, seus alunos associavam o desaparecimento do dente de siso ao desuso e foi uma tarefa difícil fazê-los compreender esse acontecimento com base na seleção natural. A Professora-pesquisadora observou que os alunos possuem dificuldades para compreender como os processos da seleção natural ocorrem, para eles, é mais fácil associar as alterações dos seres vivos ao lamarckismo, por se tratar de uma explicação menos abstrata. Investigações relacionadas à prática docente identificaram que alguns professores não estão preparados para ministrar aulas sobre a teoria da evolução biológica e declararam dificuldades para encontrar recursos didáticos adequados ao ensino escolar dessa disciplina (GOEDERT; DELIZOICOV; SILVA, 2015).

Uma das possíveis explicações para os problemas de ensino e aprendizagem da evolução pode estar relacionada ao uso de metodologias tradicionais. Para favorecer a formação de um saber que se choca com as experiências de mundo e com as demais explicações rejeitadas pela comunidade científica, é importante considerar os conhecimentos prévios dos alunos e estimular sua participação durante o processo de construção desse novo saber (SCHNETZLER, 1992). A aprendizagem exige oportunidades para diálogos, reflexões e práticas. Não existe uma única forma de aprender e de ensinar; é necessário utilizar diferentes recursos para alcançar as particularidades de cada aluno e, assim, estimular seu envolvimento e seu desejo de aprender (FRANCO, 2005).

Considerando o modelo de ensinar que prioriza a participação ativa dos alunos e as dificuldades de aprendizagem da evolução biológica, surgiu a ideia de elaborar uma ferramenta alternativa para as aulas de ciências e biologia. Esta ferramenta é apresentada em forma de jogo didático e busca alcançar as pluralidades presentes em sala de aula e brindar aos alunos uma aprendizagem livre de concepções errôneas sobre a seleção natural.

A inspiração para o desenvolvimento do jogo partiu de uma experiência vivenciada por mim e meus familiares mais próximos. O jogo Dixit nos foi apresentado e, durante horas, acompanhou-nos em uma semana de carnaval, na “Casa da Lagoa”, pertencente a uma tia comum. Tratava-se de um jogo que eu não conhecia e era, basicamente, composto por cartas com ilustrações atrativas e aleatórias. Como um jogo tão simples podia ser tão interessante? Jogamos intensamente, todos os dias. Após uma semana de diversão, o feriado terminou. Dentro de poucos meses, iniciaram-se as aulas do primeiro semestre do Promestre. Comecei a refletir sobre as possibilidades de elaboração do produto requerido pelo Programa. Então, pensei: Por que não utilizar, como inspiração, o jogo que marcou nosso feriado de carnaval?

Foi assim que surgiu a ideia do jogo “EVOLUIXIT”.

O desenvolvimento¹ do recurso didático foi analisado com base na teoria Ator-Rede (TAR), desenvolvida por Latour (2012). Esta teoria relaciona o conhecimento a uma rede que se constrói a partir de interações entre diferentes elementos (SOUSA; SILVA, 2021), englobando agentes não humanos e humanos, conhecidos por “*actantes*”. Entende-se que as coisas ou *actantes* não humanos induzem a ação dos humanos (LOBO; VIANA, 2020). Considerando o contexto de uma partida do jogo “Evoluixit”, os *actantes* humanos podem ser representados pelos jogadores, e os *actantes* não humanos, por: tabuleiro, cartas, imagens, entre outros. A interação entre os objetos e os jogadores deixam rastros que podem ser analisados. Ao final da partida, esses rastros formam uma rede, que é fruto das conexões (associações) entre os participantes e os elementos mobilizados pelo jogo. Referidas associações podem transformar a compreensão dos alunos sobre os processos associados à seleção natural, ou seja, podem contribuir para a construção do conhecimento sobre evolução. Por isso, pretende-se, por meio da descrição densa² dos dados da referida pesquisa, compreender os efeitos da prática em uma turma de alunos do Ensino Médio.

¹ Nesta pesquisa, compreende-se “desenvolvimento” um processo amplo que abrange as etapas de construção, aplicação e avaliação de um produto educacional (MOREIRA, SILVA, 2022)

² A descrição densa dos dados é feita com o detalhamento de momentos e diálogos que ocorreram antes e durante a aplicação do jogo. O detalhamento permite identificar como e quais humanos e não humanos agiram na formação das redes, facilitando a compreensão dos efeitos que o jogo produziu.

3. DELIMITAÇÃO DO TEMA

Problema

A participação da autora em um projeto de iniciação científica sobre a teoria evolutiva foi decisiva na escolha do tema. O projeto no qual a autora participou buscou analisar como parte da população brasileira percebe a evolução das espécies, na tentativa de compreender se há ou não influência da religiosidade na aceitação da teoria. Essa investigação foi inspirada em uma pesquisa realizada com britânicos que teve o mesmo propósito. Após a coleta de dados, foram comparados os resultados das duas pesquisas, realizada com britânicos e brasileiros. A experiência da autora com o tema, considerando a leitura de outros trabalhos, a escrita de artigos científicos e a participação em congressos, mostrou que a aceitação ao criacionismo supera à teoria da evolução, tanto no Brasil, quanto no Reino Unido. As análises da pesquisa mostraram que os problemas de ensino e aprendizagem da evolução biológica são muitos e partem de distintos contextos (LEÃO; SILVA; ARAÚJO, 2016; LEÃO; CARVALHO; SILVA, 2020). O primeiro obstáculo surge logo nos primeiros contatos com o tema, quando o que os alunos sabem é confrontado com as novas concepções ensinadas em sala de aula (LOBO; VIANA, 2020). Antes, os conhecimentos sobre o fenômeno da vida para estes alunos eram baseados no senso comum, principalmente em uma perspectiva religiosa. Quando a teoria evolutiva é abordada, os conhecimentos dos alunos podem ser questionados e para muitos é uma tarefa difícil perceber o mundo e os seres vivos de outra forma. Considerando apenas os conceitos, professores e alunos podem confundir os termos utilizados quando estudamos ou pensamos sobre a evolução dos seres vivos. Muitos entendem que as transformações evolutivas ocorrem de forma linear, progressista e interpretam a palavra “evolução” em seu sentido literal, relacionando as mudanças evolutivas ao melhoramento das espécies (CORTEZ, 2018).

Percebe-se também que o crescimento e a acessibilidade aos meios de comunicação como *internet* e televisão facilitam a divulgação de informações falsas e distorcidas sobre o tema evolução biológica (FIGUEIREDO, 2021). Esse fato se torna ainda mais preocupante no contexto atual, em que há uma ascensão do conservadorismo e negacionismo no Brasil. Essa ascensão se dá pela forte influência de um governo de extrema direita que, em meio ao caos da pandemia COVID-19, manteve uma “postura negacionista e anticientífica, vista expressamente na larga rejeição de acordos internacionais para obtenção de vacinas, tendo impactado, no reconhecimento da doença e nas baixas taxas de vacinação no início da campanha” (ALVES, et al., 2023, p. 16). As *fake news* e os discursos anticientíficos

disseminados nesse período abalaram negativamente teorias “que já pareciam consensuais na atualidade” (ALVES, et al., 2023).

Sendo assim, concordamos com Figueiredo (2021) e destacamos quatro questões que acometem a aprendizagem da teoria evolutiva:

- i) conhecimento inadequado do conteúdo da teoria de evolução por seleção natural associado à falta de compreensão das evidências empíricas que a sustentam;
- ii) formação deficiente dos professores;
- iii) influência do fundamentalismo religioso;
- iv) miscelânea de fatores psicológicos, políticos e sociais.

Considerando os problemas mencionados e a importância de uma educação diversificada para amenizar as dificuldades em relação a aprendizagem da teoria da evolução das espécies, este trabalho buscou elaborar e avaliar um jogo didático nas aulas a respeito da evolução.

O tema escolhido para a elaboração do jogo didático está associado aos conceitos de diversidade, sobrevivência, adaptação, ambiente e, ainda, a conexão entre esses elementos, com o fim de mobilizar conhecimentos sobre a seleção natural. É importante ressaltar que as teorias da evolução biológica são variadas, e suas explicações são múltiplas. Darwin considerava que a seleção natural é o mecanismo principal responsável pela diversidade das espécies. Entretanto, as dificuldades de compreensão da seleção natural são as mais recorrentes nas aulas sobre evolução (ABRANTES; ALMEIDA, 2006; BRUMBY, 1984). Sendo assim, foi feita uma análise da interação dos alunos (*actantes* humanos) com os objetos do jogo (*actantes* não humanos), durante a prática, a fim de serem entendidos os efeitos provocados por essa atividade educacional.

4. OBJETIVOS

Objetivo Geral

Desenvolver um jogo didático que visa mobilizar conhecimentos relacionados a seleção natural.

Objetivos Específicos

- Contribuir para o processo de aprendizagem sobre a teoria da evolução biológica por meio de um jogo didático,
- Caracterizar o ambiente de aprendizagem evidenciando as oportunidades de fruição e de desenvolvimento de discussões, interações, elaboração de hipóteses e contextualização do conteúdo.
- Analisar as relações sociomateriais que foram manifestadas em sala de aula enquanto os alunos jogavam.

5. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

a. Uma breve história sobre a teoria da evolução biológica

A história da ciência relata como os estudos da teoria da evolução biológica evoluíram até os dias atuais. Para se entender como se desenvolveu a teoria evolutiva, deve-se “investigar toda a complexa rede de relações históricas que levantaram a concepção atual (MARTINS, 2010, p.6)”. Distintas controvérsias foram levantadas ao longo das décadas, e novas concepções e explicações foram elaboradas. Essa trajetória foi fundamental para o desenvolvimento da teoria evolutiva mais aceita na atualidade: a teoria sintética da evolução.

As primeiras concepções sobre evolução surgiram com o rompimento das ideias fixistas que permaneceram predominantes até 1830. Os estudos anteriores ainda respeitavam fortemente os dogmas criacionistas e fixistas. As ideias fixistas dialogavam com princípios criacionistas e com a imutabilidade dos seres vivos. Acreditava-se que as espécies eram independentes e que viviam em um mundo imutável (MAYR, 1970).

Platão e Aristóteles foram os primeiros a sugerir o conceito de mutabilidade e distribuir os seres conforme suas características morfológicas. Para Platão, as transformações aconteciam com a finalidade de transformar os indivíduos em seres perfeitos (SONCINI, 1993). Desse modo, as espécies foram organizadas em uma escala e distribuídas segundo o grau de simplicidade: os indivíduos mais simples – seres inanimados, plantas e animais inferiores – ocupavam o início da escala; e os mais complexos/perfeitos – humanos, anjos e seres superiores – ocupavam a outra extremidade (MEGLHIORATTI, 2004). Aristóteles introduziu novas características à classificação dos organismos e os agrupou de acordo com diferentes tipos de ambientes: aéreo, terrestre e aquático. O filósofo em questão sugeriu que as transformações dos organismos ocorriam em apenas uma dimensão externa, e que a essência dos seres permanecia intacta. Mais uma vez, a ideia de transformismo associa-se à necessidade de atingir a perfeição. Acreditava-se que os seres eram cópias imperfeitas de um modelo perfeito e abstrato (CHAVES, 1993). A distribuição elaborada por ambos contribuiu para o desenvolvimento do conceito de diversidade biológica; porém, elas “não se prendiam a fatos reais e históricos do parentesco orgânico através de sucessivas gerações não estabelecendo, portanto, elos entre os seres vivos” (SIMPSON, 1962, p.262).

As discussões sobre o transformismo se fortaleceram no século XVIII, a partir dos estudos de Pierre Louis Moreau de Maupertius (1698 – 1759) e George Louis Leclerc, conde de Buffon (1707 – 1788). Maupertius reconheceu que as características dos seres eram transmitidas por meio da hereditariedade e que o surgimento de novas espécies se dava pela

combinação dos sêmens feminino e masculino, que continham substâncias definidoras de características similares às de seus progenitores. Segundo Maupertius, a presença de partículas distintas no sêmen dava origem a filhos totalmente diferentes, e o cruzamento entre estes indivíduos era responsável pela formação de novas espécies (MARTINS, 1993).

Buffon, em meados do século XVIII, negou a compreensão da Igreja a respeito da idade da Terra. Ele afirmou, a partir de seus estudos, que o planeta era muito mais antigo. Essa ideia impactou aquele momento da história, caracterizado pela forte presença do fixismo e do criacionismo. Buffon identificou, também, semelhanças entre os organismos e sugeriu que havia uma ancestralidade comum. Acreditava-se que os seres surgiam por geração espontânea e que a diversidade das formas vivas era fruto da ação do ambiente sobre elas. As afirmações de Buffon foram inovadoras para a época em questão, porém não foram estabelecidas explicações coerentes para os fatos. Para o desenvolvimento de uma teoria evolucionista reconhecida, na época, seria necessário obter novos conhecimentos sobre a idade da Terra, visto que as mudanças evolutivas ocorrem gradativamente, ao longo de vários anos. Somente após os estudos da Geologia, foi possível elaborar uma teoria gradual para a evolução das espécies (MEGLHIORATTI, 2004).

Jean Baptiste Lamarck (1744 - 1829) foi um dos primeiros cientistas a divulgar uma hipótese plausível para a evolução das espécies (SOUZA, 2009). No princípio, ele aceitou as ideias fixistas, terra e seres imutáveis, mas, ao analisar determinados fatores, como os fósseis de conchas, seu pensamento se transformou, e seus estudos se redirecionaram (MARTINS, 1993). Entretanto, o princípio criacionista permaneceu no pensamento de Lamarck. Ele compreendeu que as espécies se transformavam, mas não apoiou o fenômeno da extinção, pois tal concepção contrapunha a imagem de um Deus bondoso e perfeito (ALMEIDA; FALCÃO, 2010). O naturalista destaca estes aspectos para explicar as transformações das espécies:

- (1) o termo **progressão** como uma palavra bastante utilizada por Lamarck, traduzindo a ideia de aperfeiçoamento ou progressão gradual; (2) a crença na criação da natureza e de suas leis por Deus; (3) a existência de leis naturais que funcionam sem a intervenção divina; (4) a geração espontânea de seres vivos a partir da matéria inanimada; (5) uma tendência interna (devido ao movimento de fluidos) dos organismos para o aumento da complexidade; (6) a existência de uma cadeia de progressão dos animais e outra para os vegetais; e (7) a existência de causas acidentais (o ambiente) que leva a formação de espécies ramificadas (MARTINS, 1993, apud MEGLHIORATTI, 2004, p. 46)

Lamarck concluiu que os processos evolutivos estavam relacionados ao aperfeiçoamento dos organismos. Observou, ainda, que os fatores ambientais exerciam influência sobre algumas características e que essas podiam cruzar gerações. Por exemplo,

para Lamarck, os pulmões surgiram inicialmente nos peixes, pela necessidade de respirar; em seguida, esses animais passaram temporadas fora da água, possibilitando que os seus descendentes sobrevivessem na terra. Segundo Lamarck, a partir dessa significativa alteração da condição de sobrevivência, órgãos como os pulmões se fortaleceram, necessariamente, pelo uso, e as brânquias foram suprimidas pelo desuso (MARTINS, 1994).

Lamarck sugeriu que uma nova espécie surgia quando seus ancestrais começavam a viver em um ambiente incomum, criando uma característica a partir de uma necessidade que antes não existia (MARTINS, 1994). Com base nessas reflexões, Jean Baptiste Lamarck propôs duas leis: a lei do uso e desuso e a lei da transmissão de características.

A lei do uso e desuso sugere que o uso constante de determinadas partes do corpo levava-as a se desenvolverem, e o desuso ocasionava seu desaparecimento/atrofiamento. Um exemplo clássico dessa lei, muito utilizado em livros didáticos, refere-se ao crescimento do pescoço das girafas. Segundo um pensamento lamarckista, esse crescimento deu-se pelo esforço que as girafas faziam para se alimentarem das folhas dos galhos mais altos. A lei da transmissão de características propõe que as modificações sofridas pelos organismos eram transmitidas aos seus descendentes. Porém, estabelece-se, atualmente, que a evolução das espécies ocorreu gradativamente, como resultado de um processo de adaptação decorrente de mudanças aleatórias no ambiente (GAUDÊNCIO; CIAVITTA, 2004).

As hipóteses postuladas por Lamarck, mesmo que equivocadas, possuem um mérito inquestionável. Ele foi o primeiro naturalista a sugerir que os seres vivos passam por mudanças adaptativas e a propor uma hipótese plausível e coerente para a evolução das espécies; ele influenciou muitos cientistas da época, inclusive Darwin. Lamarck ficou conhecido por ser um dos grandes contribuintes para a Botânica e para a classificação dos invertebrados, na biologia (MOTA, 2013; CARNEIRO, 2004).

A partir de intensas investigações e estudos, o naturalista Charles Darwin (1809-1882) propôs uma explicação inovadora para a compreensão da diversidade dos seres vivos. Nenhum outro estudioso, até então, havia proposto uma teoria que desafiasse as ideias de um mundo estável e constante. Até o começo do século XIX, figuras importantes como Lamarck e Buffon ainda se apoiavam em um dogmatismo que entendia o mundo tal como a Bíblia o descreve. Darwin afirmou que o mundo está em constante transformação; que o surgimento de novas espécies não se dá por criação sobrenatural, mas por meio de modificações a partir de um ancestral, e que as espécies são selecionadas devido a fatores ambientais. As

afirmações de Darwin causaram um grande impacto, e, rapidamente, difundiram-se pelo mundo (MAYR, 2005).

Normalmente, a teoria darwiniana é reconhecida como sendo “a única” para a evolução das espécies (até mesmo Darwin colocava suas ideias no singular). Compreendia que a seleção natural, a transformação dos seres vivos e a descendência comum consistiam em uma única explicação para o evolucionismo. No entanto, o biólogo alemão Ernst Mayr entende a complexidade de todo o conhecimento compartilhado por Darwin e sugere uma nova redistribuição, que divide o darwinismo em cinco explicações: evolução propriamente dita, descendência comum, gradualismo, multiplicação das espécies e seleção natural (MAYR, 2005).

A **evolução propriamente dita** nega qualquer ideia de mundo constante e imutável; postula que as espécies estão transformando-se e que estas variações ocorrem ao longo do tempo. Os estudos que antecedem as reflexões darwinistas utilizavam o método da experimentação para verificar os fatos. Porém, o fator tempo impedia que Darwin usasse tal metodologia, visto que não é possível realizar experimentos com algo inexistente. Ele se preocupava em estudar os eventos do passado e, até então, nenhuma outra figura histórica havia proposto algo similar. Dessa forma, Darwin utilizou o método das narrativas históricas e, para tanto, levantou hipóteses sobre possíveis acontecimentos passados, a partir de evidências reconhecidas no presente. Os registros fósseis e suas respectivas datações comprovam a relação entre a evolução e o tempo, base para a segunda explicação de Darwin: a descendência comum.

A **descendência comum** foi aceita quase que de imediato. As provas apresentadas por Darwin preencheram muitas lacunas, e foram fundamentais para o estudo de outras temáticas da história natural, como a anatomia comparada. A viagem de Darwin às ilhas Galápagos (Equador) foi fundamental para a construção desta ideia. Ele percebeu que novas espécies se formavam a partir de modificações graduais de uma espécie ancestral. Foi a partir da observação de diferentes tipos de tentilhões, na ilha de Galápagos, que Darwin chegou à conclusão de que as três espécies de tentilhões presentes na ilha haviam descendido de uma única espécie da América do Sul. A ideia de ancestralidade já havia sido mencionada por outros autores, como Buffon. Entretanto, não foram apresentados estudos e provas suficientes para sustentar tal concepção. Apesar da forte aceitação da descendência comum, na época, o fato de os seres humanos serem reconhecidos como “macacos evoluídos” foi motivo de resistência.

A viagem de Darwin a Galápagos foi importante, ainda, para o levantamento da terceira explicação: o **gradualismo**, que causou resistência entre os criacionistas e essencialistas da época. Darwin propôs que novas espécies surgiam a partir de um processo lento e gradual de modificações de uma espécie ancestral e não simplesmente a partir de saltos e de forma repentina. Tais modificações, somadas ao fator tempo, eram responsáveis pelas grandes diferenças entre as espécies. As ideias contrárias à terceira explicação apontavam que os estudos dos fósseis não comprovavam a existência de uma sequência gradativa de alterações dos seres mais antigos aos mais recentes. Porém, novos estudos relacionados, principalmente, no campo da Genética, auxiliaram na construção dos fatos da ideia em questão, a partir da identificação de pequenas alterações presentes nos genes. Darwin explicou as mudanças evolutivas graduais a partir da seleção natural, estabelecendo que a “seleção natural age somente pela acumulação de sutis variações favoráveis sucessivas, ela não pode produzir mudanças grandes ou súbitas; pode apenas agir por passos muito curtos e lentos” (DARWIN, 2003, p. 471).

A quarta explicação de Darwin, **a multiplicação das espécies**, procura explicar a grande variedade de espécies existentes no mundo. Lamarck entendia que novas espécies surgiam por geração espontânea. Entretanto, Darwin apresentou novas hipóteses. Mais uma vez, a viagem de Darwin a Galápagos auxiliou na construção da teoria darwinista. Ele compreendeu que as três espécies de tentilhões presentes em cada ilha surgiram devido ao isolamento geográfico. A presença de uma barreira geográfica impedia o cruzamento entre elas e promoveu a aparição de uma nova espécie. Este fenômeno ficou conhecido por especiação geográfica. Com o passar do tempo, Darwin percebeu que novas espécies também poderiam surgir ao compartilharem um mesmo espaço geográfico. Tal processo só seria possível a partir da presença de dois fatores: a preferência das fêmeas por um nicho e por um parceiro específico. Este tipo de especiação ficou conhecido por simpátrica. Atualmente, o estudo sobre a multiplicação das espécies continua e enfrenta certa dificuldade. Os conhecimentos genéticos sobre a especiação ainda são escassos, e a presença de obstáculos na reconstrução das sequências históricas impede estudos mais profundos sobre o tema.

A famosa **seleção natural** representa a quinta explicação de Darwin. Darwin estudou espécies de raças domesticadas e trocou informações com criadores de animais. Suas conclusões abriram o caminho para a elaboração da seleção natural. Ele percebeu que, a partir do cruzamento de indivíduos de uma mesma espécie, criadores de animais e agricultores produziam novas variedades. A resposta para conseguir variedades melhores era a seleção

artificial feita pelo homem. A partir daí, Darwin percebeu que o mundo natural, provavelmente, fazia o mesmo tipo de seleção. O trabalho do economista Thomas Malthus também contribuiu para a elaboração da seleção natural. Malthus mostrou que o crescimento da população superaria a disponibilidade de alimento e provocaria uma luta pela sobrevivência (DESMOND; MOORE, 2000). Esse ensaio auxiliou Darwin em seus estudos sobre a evolução e mostrou que a luta pela sobrevivência está presente na natureza. Aquele que não possui características favoráveis para sobreviver no ambiente é eliminado, e o que melhor se adapta sobrevive. Para Darwin, as variações dos seres ocorrem entre populações³ e sob a ação da seleção natural. Até então, a evolução era compreendida como um fenômeno teleológico. Entendia-se que as mudanças ocorriam com o propósito de melhorar as espécies. Porém, a teoria de Darwin mostrou que as transformações não cumprem nenhum tipo de propósito, e que a evolução é um fenômeno doloroso e não compassivo e bondoso, como os religiosos propunham.

As cinco explicações de Darwin não foram plenamente aceitas no início. A descendência comum e a evolução propriamente dita não sofreram grandes resistências, as demais, porém, foram amplamente contestadas. A ideia de Lamarck sobre a herança de caracteres adquiridos ainda era fortemente aceita. Acreditava-se que as variações fisiológicas de um indivíduo poderiam ser transmitidas aos seus descendentes.

Apesar do volume de informações e das evidências consistentes apresentadas no livro *Origem das espécies*, os biólogos levaram cerca de oitenta anos para aceitar as ideias de Darwin. Um dos motivos que alimentou essa resistência foi o criacionismo. Após a publicação do livro em 1859, os darwinistas eram rotulados como anticriacionistas, pois as colocações de Darwin contrapunham a ação divina nas modificações das espécies e davam ênfase às causas naturais (MAYR, 1997).

Em 1853 August Weismann, um grande evolucionista, divulgou ideias contrárias à teoria de Lamarck em 1883. Os evolucionistas da época o apoiaram e esse acontecimento foi importante para a redescoberta de Mendel. Essa nova fase experimentada pelas teorias de Darwin e que se distancia de qualquer ideia de herança de caracteres adquiridos, proposta por Lamarck, foi nomeada “neodarwinismo”. Sendo assim, considera-se que o termo

³ A viagem de Darwin a Galápagos possibilitou a observação e a coleta de diversos tipos de exemplares de animais e vegetais. Ele percebeu que existiam diferenças entre as populações de tartarugas e tentilhões em cada ilha (DARWIN, 1996). O retorno de Darwin à Inglaterra mostrou que as diferenças não eram pequenas variações, mas sim de espécies diferentes. Desta forma, nasceu a ideia de populações, ou seja, o isolamento de grupos de indivíduos por um longo período era responsável pelo surgimento de novas espécies (MEGLHIORATTI, 2004).

“neodarwinismo é a designação para o darwinismo revisado por Weismann (com a exclusão de toda herança de características adquiridas)” (MAYR, 2005, p. 107). Com a redescoberta de Mendel em 1900, acreditava-se que os estudos da genética pudessem cobrir as lacunas e controversas deixadas por Darwin na teoria da evolução biológica.

O neodarwinismo se despontou a partir dos estudos de três grandes pesquisadores: Ronald Aylmer Fisher (1890 – 1962), John B. S. Haldane (1892 – 1964) e Sewall Wright (1889 – 1988). Esses pesquisadores provaram, por meio de técnicas matemáticas e exemplos concretos, como as características dos seres vivos variam por meio da herança mendeliana e da seleção natural. Por exemplo: Fisher comprovou como pequenas variações nos genes entre populações são geradas e passadas para as gerações seguintes, acumulando-se ao longo do tempo. A partir desse e outros estudos, a ciência demonstrou “que a variação estudada pelos evolucionistas poderia ser explicada pela herança mendeliana e pela seleção natural. Nenhum mecanismo adicional, como a herança de caracteres adquiridos ou a ortogênese⁴, seria necessário para explicar a evolução” (MEYER; EL-HANI, 2005, p.49).

Os estudos de Gregor Mendel sobre a hereditariedade responderam a diversas questões que permaneciam vigentes desde “*A origem das espécies*” de Darwin, mas também foram responsáveis pelo surgimento de novas controvérsias. Alguns dos primeiros estudiosos desse novo campo da hereditariedade foram contra a seleção natural. Eles acreditavam que uma nova espécie surgia por efeito de uma grande mutação genética. Essa transformação repentina é conhecida como “saltacionismo”. Com o passar dos anos, uma nova geração de pesquisadores fez um estudo com moscas das frutas (*Drosophilas*) e tais cientistas perceberam que as transformações genéticas eram pequenas e faziam jus à mudança gradual entre populações. Dessa forma, o saltacionismo foi desconsiderado. Os estudos seguiram avançando, e as lacunas presentes na seleção natural começaram a ser preenchidas. As atualizações mostraram que as características eram transmitidas aos descendentes por meio de alterações no DNA que se incorporavam, gradualmente, no genótipo de uma população. Assim, surge a teoria sintética da evolução, representada pela “mudança nas frequências gênicas em populações, mudança essa ocasionada pela seleção natural gradual de pequenas mutações aleatórias” (MAYR, 2005, p. 123).

⁴ “Sustentava que o processo de mudança evolutiva ocorria com determinadas metas e que era essa tendência de seguir um rumo preestabelecido, e não a seleção natural, que explicava a transformação evolutiva” (MEYER; EL-HANI, 2005, p.46).

b. A importância da evolução biológica e as implicações para o ensino de biologia

A biologia é a ciência responsável por estudar a vida e seus fenômenos. Para a compreensão do funcionamento, das características e do comportamento dos seres vivos, é necessário investigar amplamente sua história. Deve-se explorar a sequência dos processos e os eventos que conduziram a vida desses organismos. Os estudos da teoria da evolução biológica são fundamentais para tal compreensão; afinal, eles permitem entender a causa e a consequência das transformações que originaram os seres atuais.

Até o século XIX os naturalistas não estudavam a vida de forma tão integrada. As investigações eram feitas de forma independente, de acordo com as áreas do conhecimento (zoologia, botânica, medicina, citologia, etc.) e os seres vivos eram estudados separadamente. Por este motivo, entre os naturalistas não se falava em ciência para se estudar os seres vivos, pois a vida não era vista como um fenômeno único. O surgimento do pensamento evolucionista, que rompeu ideias criacionistas, evidenciou que os seres vivos têm relação entre si e possibilitou a divulgação do termo “biologia”. A palavra “biologia” foi criada por Lamarck e Treviranus de forma independente no século XIX, mas foi somente a partir dos estudos da genética que esse termo ganhou força. Até então, as explicações de Darwin sobre a evolução das espécies não tratavam sobre a herança, haviam muitas lacunas. Por isso, até o século XX a teoria da evolução era frágil. Para muitos estudiosos, o conhecimento só era válido ou considerado científico se houvessem estudos empíricos capazes de provar a veracidade das teorias propostas. Os experimentos de Mendel sobre hereditariedade foram fundamentais para o progresso da teoria evolutiva e preencheram as lacunas deixadas pelos evolucionistas da época. “À medida que as pesquisas genéticas se foram desenvolvendo, essa “nova” maneira de interpretar os mecanismos evolutivos foi fortalecendo-se e, de certa forma, influenciando os diversos ramos das Ciências Biológicas, contribuindo para o fortalecimento de uma ideia de ciência unificada” (MARANDINO, SELLES, FERREIRA, 2009, p.8)

Sendo assim, afirma-se que os estudos da teoria sintética da evolução foram importantes para a compreensão da biologia como ciência única. O olhar para a biologia evolutiva a partir das lentes da genética possibilitou o progresso do diálogo entre pesquisadores das diferentes áreas biológicas. Com isso, foram organizados eventos e anais em que os especialistas compartilhavam e publicavam conhecimentos e formavam uma comunidade científica. Esse movimento ficou conhecido como “síntese sociológica” (DELISLE, 2011). A evolução procura explicar as transformações dos seres a partir de um

ancestral comum e esta relação de parentesco entre os seres vivos permite unificar e reconhecer a teoria evolutiva como um componente comum da disciplina de biologia. Seu caráter interdisciplinar abrange os demais conteúdos, como a Citologia, Genética, Ecologia, Zoologia, Botânica e Fisiologia (BRAUNSTEIN, 2013; CAIRES-JUNIOR; ANDRADE, 2015).

Além de contribuir para o entendimento geral das Ciências Biológicas, a biologia evolutiva também está muito presente na sociedade, como na agricultura e na saúde. Suas implicações foram fundamentais para atender a diversas necessidades (FUTUYMA, 2002). Um exemplo clássico da aplicação da teoria evolutiva na sociedade diz respeito à proliferação de bactérias resistentes, devido ao uso irregular de antibióticos. As explicações aceitas cientificamente para esse fenômeno são baseadas na teoria da evolução biológica. A seleção de bactérias mais resistentes ocorre pela suspensão precoce do tratamento, o que permite a sobrevivência e a reprodução de bactérias que resistiram aos efeitos do antibiótico. A compreensão da teoria evolutiva poderia contribuir para o uso racional desse medicamento e evitar a reprodução de tais prejuízos (MEYER; EL-HANI, 2005).

Os estudos que promoveram o desenvolvimento de vacinas e as intervenções que controlam a disseminação do vírus da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (AIDS), bem como a de outros tipos de vírus que provocam pandemias, foram baseados nos fundamentos da evolução (MEYE; EL-HANI, 2005). Tais exemplos explicam a importância da teoria evolutiva e de sua ligação com a sociedade. Eles contribuem, também, para a compreensão do papel central que a teoria exerce na biologia e comprovam a afirmação que deu origem ao título de um dos principais trabalhos publicados pelo geneticista Theodosius Dobzhansk: “Nada na biologia faz sentido a não ser à luz da evolução” (DOBZHANSK, 1973).

Os currículos da Educação Básica também apontam sobre a necessidade de ensinar os conteúdos da biologia e de ciências de forma integrada. A Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Fundamental, anos iniciais e anos finais, apresenta-se em três eixos: Matéria e Energia; Vida e Evolução e Terra e Universo. A unidade temática Vida e Evolução sugere o estudo da biodiversidade com base nos processos evolutivos e a compreensão das características dos seres vivos, incluindo da espécie humana, e dos ecossistemas, suas interações e estratégias que proporcionam a preservação do meio ambiente (BRASIL, 2017). Essa mesma organização contempla o Currículo Referência de Minas Gerais (CRMG) do Ensino Fundamental anos iniciais e finais (MINAS GERAIS, 2021).

A BNCC do Ensino Médio divide a área das Ciências da Natureza e suas tecnologias em dois eixos: Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmo, que devem ser ensinados de forma interdisciplinar com base na investigação científica. As atualizações na BNCC foram importantes para os estudos da evolução. Essas atualizações focam nos processos relacionados a origem e evolução da vida, com ênfase à evolução humana (BRASIL, 2017).

O CRMG organiza os conteúdos das Ciências da Natureza em três eixos: Matéria e Energia; Vida, Terra e Cosmo e Tecnologia e Linguagens. As habilidades que integram o eixo Vida, Terra e Cosmos e que fazem referência ao conteúdo de evolução sugerem que os alunos sejam capazes de “construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis” (MINAS GERAIS, 2021). Essas habilidades se dividem em:

I. Analisar e discutir modelos, teorias e leis propostos em diferentes épocas e culturas para comparar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo com as teorias científicas aceitas atualmente.

II. Analisar as diversas formas de manifestação da vida em seus diferentes níveis de organização, bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas, com ou sem o uso de dispositivos e aplicativos digitais.

III. Aplicar os princípios da evolução biológica para analisar a história humana, considerando sua origem, diversificação, dispersão pelo planeta e diferentes formas de interação com a natureza, valorizando e respeitando a diversidade étnica e cultural humana.

O planejamento anual proposto pelo CRMG sugere que os conteúdos de evolução sejam ensinados no 1º, 2º e 3º ano do Ensino Médio. No 1º ano o foco está nas leis e teorias da evolução biológica, os alunos devem analisar e discutir teorias antigas e atuais, destacando suas diferenças e semelhanças. Além disso, existe uma preocupação com o ensino dos diferentes processos de especiação, o planejamento sugere que esses processos sejam

ensinados com base nas observações feitas por Darwin nas ilhas Galápagos. Também existem orientações pedagógicas que priorizam os estudos relacionados ao surgimento da espécie humana.

No 2º ano do Ensino Médio, os estudos sobre a evolução biológica estão associados à diversidade biológica, com ênfase na taxonomia e na sistemática. Com base nas árvores filogenéticas, os alunos devem compreender o grau de parentesco entre as espécies e retomar conteúdos relacionados a seleção natural e especiação.

No último ano do Ensino Médio é proposta uma revisão dos conteúdos estudados nos anos anteriores, mais uma vez discute-se as teorias e as evidências que fundamentam a evolução das espécies. As novas diretrizes apontam para um estudo mais aprofundado e completo sobre o assunto. Entretanto, percebe-se que as referências para o ensino da evolução não vão muito além das teorias de Darwin e Lamarck. A história da ciência é desconsiderada. Essa fragmentação pode prejudicar o entendimento ou até mesmo a aceitação das teorias científicas. A ideia de que as teorias são produzidas por uma única pessoa, em um curto período de tempo e que suas hipóteses são inquestionáveis é comum entre os estudantes e na sociedade (LATOURET, 2011). Esse panorama sobre o que é teoria já foi identificado nas aulas de evolução e estudiosos destacam o risco desta abordagem para o processo de ensino e aprendizagem (OLIVEIRA, 2004).

c. Os jogos no ensino de ciências e no ensino de evolução: o DIXIT como um novo produto educacional

Considerando as dificuldades do ensino de ciências e biologia, nos diferentes níveis educacionais, o uso de jogos como ferramenta didática tem sido uma alternativa interessante para o processo de ensino e aprendizagem dessas disciplinas. Um jogo comum é reconhecido como didático quando seus objetivos envolvem a aprendizagem de um determinado tema. O conhecimento mobilizado durante uma partida do jogo é transmitido de forma lúdica, permitindo um melhor desempenho dos alunos (CUNHA, 1988). Além de contribuir para a aprendizagem, as atividades lúdicas podem, ainda, influenciar em outros processos pessoais, sociais e culturais (SANTOS; BOCCARDO; RAZERA, 2009). Elas proporcionam um maior interesse dos alunos pelos estudos, permitem uma relação melhor entre os estudantes e o professor, favorecem o desenvolvimento da autonomia e contribuem para novas experiências e descobertas (CAMPOS; BORTOLOTO; FELÍCIO, 2003).

No decorrer de uma das disciplinas do Promestre, analisando as publicações de uma revista dedicada à divulgação de trabalhos sobre a ludicidade nas aulas de ciências, percebeu-se que o número de atividades lúdicas relacionadas ao ensino de biologia, física e Matemática é reduzido. Esse tipo de atividade é mais comum na área da química. Em geral, disciplinas como a biologia são ensinadas de forma descontextualizada. Os alunos sentem-se obrigados a decorar certos vocábulos científicos para a realização de testes. Em poucos dias, aquela memória desaparece, e o verdadeiro significado dos fenômenos biológicos não é adquirido. Isso ocorre porque “o aluno não é estimulado a vivenciar os fenômenos biológicos de forma contextualizada e articulada à sua vida” (GONÇALVES, 2010, p.5). Quando os estudantes percebem a biologia no cotidiano, é possível tomar posse do conhecimento sem haver necessidade de decorar os conceitos científicos.

O foco principal da disciplina de ciências é proporcionar ao aluno a capacidade de observar e reconhecer um problema e, a partir disso, sugerir uma ideia, experimentá-la e tirar suas próprias conclusões (PAIS, et al., 2019). Sendo assim, no ensino de ciências é fundamental que as informações transmitidas aos alunos sejam relacionadas à realidade; dessa maneira, eles percebem a importância dos conteúdos e aprendem com maior facilidade (NEHRING et al., 2002). Para que as aulas de ciências sejam bem-sucedidas, é necessário buscar práticas que conectem o currículo escolar ao interesse dos alunos e às atividades pedagógicas (LIMA; TEIXEIRA, 2007). Jogando, os estudantes interagem e dialogam sobre um assunto de cunho científico, utilizando um vocabulário comum e compreensível para eles. Os fenômenos ensinados pelo professor e não assimilados por seus alunos, devido ao uso de uma linguagem inacessível, fazem mais sentido quando discutidos pelo aluno e seus pares (PINTO, 2009).

Geralmente, nos primeiros contatos com a teoria evolutiva, nas aulas de ciências e biologia, os alunos já possuem uma opinião formada sobre o assunto, muitas vezes baseada no senso comum e na religião. Desta forma, ao enfrentar-se com um novo conhecimento, transmitido de forma descontextualizada pelo professor, os alunos desconsideram a aquisição da informação mais recente e optam por manter suas próprias ideias. Devido a isso, os jogos didáticos podem representar um caminho diferenciado para que a aprendizagem seja mais compatível com a visão de mundo dos estudantes, uma vez que ela é adquirida de forma leve e divertida, podendo apresentar maior significado para os estudantes.

O uso de jogos didáticos para o ensino da biologia evolutiva foi identificado em alguns trabalhos (COELHO; SILVA, 2020; LOBO; VIANA, 2020). Na literatura, encontram-se

jogos do tipo: digitais, de tabuleiro com perguntas e respostas, de simulação virtuais e físicos, de estratégia, entre outros. A maioria dos jogos desenvolvidos está voltado ao nível básico de ensino. Os conceitos mais usados entre esses jogos são de: hereditariedade, variação, mutação, seleção natural, adaptação e reprodução. Ao fazer uma revisão dos jogos publicados, percebeu-se que o “jogo dos clipsitacídeos”, desenvolvido por Janulaw e Scotchmoor (2003), já foi utilizado e analisado por diferentes autores (REIS, et al., 2013; VARGENS, 2009; ARAUJO; ROQUE, 2020). Trata-se de um jogo que simula a atuação da seleção natural em uma população de pássaros com variações fenotípicas em seus tamanhos e formatos de bico. Os pássaros são representados pelos alunos, que usam diferentes acessórios, como: pinças, tesouras, prendedores, para recolher sementes de tamanhos variados. Essa prática convida os alunos a refletirem sobre as modificações da população de pássaros diante da disponibilidade de alimentos. O jogo mostrou sua eficácia em relação à aprendizagem da seleção natural e seu potencial para motivar, socializar e estimular a criatividade dos alunos (REIS, et al., 2013).

Em uma das propostas de jogos relacionados à teoria evolutiva, os autores observaram

[...] situações de aprendizagem e de ressignificação do conteúdo de evolução biológica e até mesmo de Ciências, quer seja por meio de interações com a mecânica do jogo, na ressignificação de conteúdos envolvidos e nos movimentos de relação entre o mundo real e o virtual (LOBO; VIANA, 2020, p. 417).

No geral, os resultados das pesquisas que tiveram, como foco, a aplicação de jogos e atividades lúdicas sobre a evolução foram satisfatórios. Entretanto, o número de investigações a respeito ainda é reduzido.

Os estudos também demonstram que os jogos do tipo “tabuleiro” representam grande parte dos jogos didáticos já desenvolvidos. Por meio de uma revisão de literatura, Silva et al. (2016) identificaram que estes são muito comuns em formato de tabuleiro, relacionados à biologia. Entretanto, os jogos de tabuleiro (*boardgame*) atuais apresentam uma proposta distinta quando comparados aos tradicionais. Jogos lineares, em forma de trilha, em que a sorte determina o grande jogador, são características do *boardgame* tradicional. Nesta nova concepção, o jogo revela significados mais interessantes. Com essa nova proposta, há um aumento das possibilidades de jogadas e habilidades; além disso, as estratégias dos jogadores é que definem o vencedor (PODOLSKI, 2014).

O jogo *Dixit*, inspiração para este trabalho, é reconhecido como um *boardgame* do tipo moderno. Azevedo (2017) considerou que o *Dixit* pode ser uma ferramenta promissora para ser utilizada em instituições educacionais e possui potencialidade para desenvolver a criatividade e a interpretação do estudante, visto que o jogo implica o uso da imaginação. Identificou-se que o *Dixit* já foi utilizado no ensino de língua estrangeira (CIMERMANOVÁ,

2014). Para a Autora, “o jogo promove a leitura de imagens e elaboração de associações e a habilidade de expressar ideias e sentimentos” (CIMERMANOVÁ, 2014 apud REILY; CHATTON; ROSA, 2017, p.110). Na ocasião, os alunos escolhiam adjetivos e advérbios que tivessem relação com a imagem da carta selecionada. Em seguida, eles eram convidados a justificar como foi feita a associação. A autora também destaca que os alunos compreendiam seu próprio processo de aprendizagem. Ela comenta, ainda, que a diversidade de detalhes nas imagens foi importante para desenvolver a atenção dos alunos, já que era necessária uma melhor precisão para descrevê-las.

Até o momento, o número de trabalhos encontrados sobre a utilização do Dixit em sala de aula também é reduzido. Todas as propostas utilizaram o jogo em sua integridade. Neste trabalho, foram feitas modificações, para adaptá-lo aos objetivos mencionados. O Evoluixit, como um novo produto educacional, atua na rede que se forma enquanto os alunos jogam, mobilizando e transformando conhecimentos sobre diversidade, sobrevivência, adaptação e ambiente, tão importantes para a compreensão da seleção natural. As regras do jogo *Dixit* serão apresentadas nos próximos capítulos.

d. A Teoria Ator – Rede (TAR)

A teoria Ator-Rede (TAR) foi desenvolvida por um grupo de pesquisadores que se propuseram estudar as interações sociomateriais. A TAR difere da *sociologia do social* por considerar a participação dos não humanos um fator importante nas relações sociais. Assim, surge a *sociologia das associações*, com o propósito de romper a dicotomia entre sujeitos e objetos (OLIVEIRA, 2019).

Os estudiosos envolvidos na TAR, entre eles Bruno Latour, criticam fortemente a dicotomia entre ciência e sociedade e sugerem tratar tais assuntos com igualdade. Essa ideia fundou o *princípio de simetria generalizada*. Os adeptos do princípio mencionado compreendem que o mundo das coisas e o mundo dos homens não podem estar divididos, uma vez que “natureza e sociedade são efeitos de redes heterogêneas” compostas por distintos elementos, mas que podem ser “descritas da mesma maneira” (FREIRE, 2006, p. 40). Em seu livro “A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos”, Latour (1997) utiliza a prática científica como foco de suas investigações e explica como as práticas em um laboratório constroem, ao mesmo tempo, a natureza e a sociedade. Para compreender tal afirmação, é necessário olhar para a ciência em ação, sendo construída dentro de um laboratório, e não,

simplesmente, olhar para a ciência pronta. O processo de construção da ciência define seu próprio conteúdo, mas também o contexto social (MORAIS, 2004).

Os principais conceitos que constituem a TAR são: *actantes*, rede e translação. Compreende-se por *actante* qualquer entidade humana ou não humana que interage de forma consciente ou não. Para compreender este primeiro conceito, Latour utiliza as explicações sobre a geração espontânea como exemplo. A análise do conjunto de *actantes*: “Pasteur, Pouchet, frascos de vidro, microrganismos, laboratórios, alto dos Alpes, infusões, feno, etc.”, contam a história e produzem o conhecimento a respeito das controvérsias que envolvem estas ideias (LATOURE, 2000, p.138). Cada um dos *actantes* possui a mesma relevância e, para compreender os fatos, todos devem ser considerados; desse modo, os *actantes* estão sempre unidos e não podem ser vistos como entidades isoladas (HARMAN, 2009).

Para a TAR, o conceito de rede diz respeito às interações/associações que se estabelecem entre os *actantes*, que formam rastros relativamente duráveis e possíveis de serem analisados. Os atores responsáveis pela construção da rede sofrem interferências e, por isso, não podem ser comparados a uma rede cibernética, pois “não se trata de transmissão de informação, que se transporta por longas distâncias sem sofrer alteração” (COUTINHO; SILVA, 2014, p.531). A translação representa a conexão entre os *actantes*, momento em que a participação de um *actante* pode modificar o outro (COUTINHO et al., 2014, p. 1934 e 1935).

A aprendizagem, segundo a TAR, é construída pela mobilização dos *actantes*. Cada estudante forma a sua própria rede de aprendizagem a partir das associações entre os fatos, objetos e pessoas (LAW, 1992). Os sujeitos aprendem quando estão em movimento com outros elementos, humanos e não humanos, que vão estabelecendo conexões, afetando e construindo um corpo diferenciado e híbrido. O corpo, para a TAR, “é o resultado das associações de entidades entre sujeito e mundo; isto é, uma entidade que age em um mundo, que é performado nas associações com outras entidades” (SOUZA, et al., 2022, p.5). O corpo afetado, ou seja, aquele que articula e se conecta com diferentes entidades, constitui-se de forma diferenciada e se torna um sujeito ativo, que produz, capaz de transformar e construir novas conexões. Pode-se dizer que o sujeito afetado modifica e é modificado pelo mundo a sua volta. Entretanto, quando o corpo se limita em estabelecer novas conexões, ou seja, não se permite “ser afetado”, se torna passivo e indiferente ao mundo. Sendo assim, é importante que um corpo aprenda a ser afetado, esteja sempre disponível e disposto a formar novas associações (MELO, 2011).

Essa perspectiva sugere que os professores propiciem situações que viabilizem novas interações com diferentes elementos, para que os alunos possam vivenciar experiências diversificadas e construir redes sociotécnicas mais articuladas e duráveis. “À aprendizagem, é adicionada uma perspectiva de se colocar em contato com as diferenças” (VIANA, SILVA, GOMES, 2021, p. 8). Para Latour (2004, p.213), “aprender a ser afetado significa exatamente que: quanto mais se aprende, mais diferenças existem”. A partir da sociomaterialidade, ou seja, interação entre elementos humanos e não humanos, a aprendizagem é construída e os alunos são convidados a participar ativamente desse processo.

As análises feitas com base na teoria Ator-Rede buscam compreender como os elementos humanos e não humanos atuam no processo de construção do conhecimento. Na teoria Ator-Rede “a materialidade é particularmente destacada, revelando maneiras que corpos, substâncias, objetos se combinam para realmente incorporar e mobilizar o conhecimento, materializar o aprendido e exercer a capacidade política” (FENWICK, 2014, p. 265). É com base nessas definições que a teoria Ator-Rede contribuirá para o desenvolvimento deste trabalho. Durante o jogo, os alunos e as peças formaram redes e deixaram rastros que são analisados nesta pesquisa. As análises permitiram compreender os efeitos, para além dos humanos, que o produto desenvolvido provocou e como se deu a mobilização do conhecimento sobre a seleção natural.

6. JUSTIFICATIVA

A escolha do tema: seleção natural

A seleção natural é uma das explicações mais significativas para a evolução das espécies. A teoria evolutiva pode ser subdividida em: macroevolução e microevolução. A microevolução representa as variações gênicas que ocorrem dentro de uma população devido a ação da seleção natural, mutação e deriva gênica. São pequenas modificações genéticas que ocorrem gradualmente nos indivíduos de uma espécie, por exemplo: a resistência de algumas bactérias a antibióticos. A macroevolução é responsável pelas grandes mudanças evolutivas, que ocorrem acima do nível de espécie, e representa o aceleração dos processos de especiação, por exemplo: o surgimento de novas famílias, novos filos ou gêneros (CAVA, et.al., 2010).

Entender os mecanismos, causas e consequências da evolução das espécies ainda é um desafio (BISHOP; ANDERSON, 1990; BRUMBY, 1984). Sua compreensão demanda a articulação de várias outras explicações, tais como: “descendência com modificação”, “reprodução diferencial”, “variabilidade” e “adaptabilidade”. Sendo assim, os alunos tendem a apresentar dificuldades em compreender seus mecanismos, “já que na seleção natural só é observado o seu produto final, e há uma dificuldade em se produzir dados empíricos em curto prazo para a sua comprovação” (VALENÇA; FALCÃO, 2010 p.2). Eles também costumam, ainda, a confundir explicações anteriores (não aceitas cientificamente) com explicações atuais sobre a seleção natural. O lamarckismo, a hipótese de que os seres vivos se adaptam a um ambiente, é uma das principais concepções que causam essas confusões. Além disso, a religiosidade também pode ser um empecilho, principalmente quando as explicações para a evolução dos seres vivos são embasadas em ideologias teleológicas.

Diante de tais dificuldades, optou-se por elaborar um jogo (Evoluixit), abordando a temática da seleção natural. Sabe-se que a evolução biológica é uma teoria vasta que contempla uma série de explicações. Entretanto, ao ensinar a seleção natural, as demais explicações também serão contempladas, mesmo que de forma indireta, uma vez que os mecanismos evolutivos estão todos conectados. Além da escolha do tema “seleção natural”, elaborou-se um jogo relacionado com o tema: biodiversidade.

A escolha do tema: biodiversidade

Tonidandel (2013, p.96) afirma: “Para os biólogos, o mecanismo da seleção natural como explicação para a origem da biodiversidade é o paradigma mais consensual e regente

desde a publicação de “Origem das espécies”, de Charles Darwin”. Entretanto, a origem da biodiversidade nem sempre é ensinada com base na teoria evolutiva. O ensino da evolução biológica está direcionado principalmente aos estudos dos fósseis, diferenças entre darwinismo e lamarckismo, analogia e homologia. Por esse motivo, foi elaborado um jogo com abordagem voltada para a biodiversidade. O propósito é ampliar a percepção dos alunos acerca da seleção natural. A biodiversidade apresentada no jogo “Evoluixit” teve como base as espécies e ecossistemas brasileiros. Assim, além de expandir a compreensão sobre a origem da diversidade biológica, o jogo busca ampliar o conhecimento dos alunos sobre as espécies e os ambientes típicos de nosso país.

Apesar de o Brasil ser reconhecido como o país mais diversificado biologicamente, pouco se sabe sobre suas tipicidades, e a forma como vai ser conhecido esse ambiente influencia no modo como se atuará para preservá-lo. Por isso, abordar a biodiversidade, mesmo que de forma indireta, “pode oportunizar a sensibilização e a compreensão das crianças e jovens auxiliando na preservação da nossa biodiversidade, de forma a melhorar a forma como os biomas são percebidos pelos alunos” (COELHO, 2017, p.11).

7. CAMINHOS METODOLÓGICOS

A pesquisa- ensino

A abordagem metodológica utilizada neste trabalho foi a pesquisa-ensino, uma modalidade da pesquisa-ação cujos estudos são desenvolvidos em um contexto escolar; seu objetivo é unir a pesquisa à prática. Nessa modalidade, o professor atua como professor-pesquisador, e a investigação acontece no decorrer da ação docente pelo próprio profissional responsável. “O professor-pesquisador é aquele que, ao ensinar, pesquisa o seu ensino; toma conhecimento sobre o ensino e sobre a prática docente como cerne do seu ofício” (PENTEADO, 2010, p.40). O propósito das intervenções da pesquisa-ensino é aprimorar e refletir sobre as práticas docentes. O pesquisador busca compreender as interações construídas ao longo do processo de ensino-aprendizagem, durante suas práticas. Essas interações ocorrem por intermédio de dois tipos de ação: a ação pesquisadora e a ação docente. Ambas as ações atuam concomitantemente, na prática docente (SOARES; ALMEIDA, 2012; PENTEADO, 2010).

O trabalho em questão propiciou evidenciar a mobilização de *actantes* humanos e não humanos durante o desenvolvimento de um jogo sobre a seleção natural. O que se configurou com mais um motivo para se utilizar a pesquisa-ensino como uma das referências metodológicas. Todos os processos mencionados anteriormente foram desenvolvidos pela própria professora-pesquisadora. Foi feita uma “intervenção investigativa” durante minha prática docente. Esta intervenção provocou tanto os processos de ensino e aprendizagem em sala de aula, quanto os processos de minha formação como docente.

O jogo DiXIT

A inspiração para o produto desenvolvido foi o jogo *Dixit*; lançado em 2008, vendeu milhões de cópias. Foi criado pelo terapeuta infantil Jean-Louis Roubira. Ganhou 18 premiações, inclusive o prêmio *Spiel des Jahres* (Jogo do Ano) em 2010. O jogo *Dixit* já foi utilizado em diversos contextos, até mesmo no ambiente escolar, em propostas de ensino que buscam estimular a imaginação e a criatividade (REILY; CHATTON; ROSA, 2017).

No jogo original, os participantes exercem uma função de contador de história. Inicialmente, cada um deles recebe um total de seis cartas, representadas por imagens aleatórias que possuem um traço particular e original. O especialista em *games*, Kai (2010), comentou que o desenho artístico das cartas é a principal causa do sucesso alcançado pelo

jogo *Dixit*. Observe-se, por exemplo, a qualidade das ilustrações e as cores escolhidas pela artista Marie Cardouat, que estimulam a imaginação dos participantes (FIGURA 1, FIGURA 2).

Figura 1 - Exemplos de imagens das cartas do jogo Dixit®. Fonte: MONTEIRO, 2020.



Figura 2 - Jogo Dixit®. Fonte: MONTEIRO, 2020.



Inicialmente, o narrador da partida escolhe uma de suas cartas e, sem mostrá-la aos outros jogadores, diz uma palavra, frase, faz um gesto ou canta uma música relacionada com a ilustração. Logo em seguida, os demais jogadores selecionam uma de suas cartas, que tenha

maior relação com a dica dada pelo narrador. Até então, os jogadores não podem ter acesso à carta escolhida pelos demais participantes. O narrador da jogada recebe e embaralha todas as cartas e as acomoda sobre a mesa. Todas as imagens ficam à mostra, e os participantes devem votar na carta que lhes parece ser a escolhida pelo narrador. Se nenhum jogador acertar, ou se todos os jogadores acertarem qual é a carta correta, o narrador faz zero ponto, e os outros marcam dois pontos. O jogador que conseguir roubar votos do narrador, colocando uma carta melhor para a dica que foi dada, também ganha sua recompensa. O jogo termina quando um participante alcançar o total de trinta pontos ou quando o baralho se esgotar.

EvoluiXIT: produto educacional

Para atender aos propósitos da pesquisa, as regras e as imagens do jogo original sofreram modificações (APÊNDICE I). Apostou-se em uma perspectiva que garantiu interações discursivas dos sujeitos envolvidos durante uma partida. O jogo é composto por cartas, um tabuleiro, alguns piões e uma ampulheta. Assim como no jogo original, as cartas do EvoluiXIT são ilustrativas. Foram criados dois grupos de cartas com imagens: um deles representa pequenas populações de seres vivos; o outro representa diferentes tipos de ambientes. Os dois grupos representam a ideia central da seleção natural, ou seja, o sucesso das adaptações dos **seres vivos** em um determinado **ambiente** (FUTUYMA, 2002). No momento da elaboração do jogo, já se pensou na criação de regras, na seleção do tipo de ambientes e seres que foram utilizados e na confecção dos demais elementos do jogo. As imagens foram desenhadas por uma artista plástica formiguense e, em seguida, foram digitalizadas. A Autora acompanhou todo o processo. O jogo está disponível em formato PDF para impressão, a fim de possibilitar o acesso aos demais interessados (APÊNDICE II).

“EvoluiXIT” é um jogo didático com temática voltada à “seleção natural” e pode ser usado nas aulas de ciências e biologia. Espera-se que a discussão sobre seus resultados possa preparar os alunos para aprenderem mais sobre a biologia evolutiva. O jogo proporciona momentos de discussão, permitindo a visualização de alguns pilares da seleção natural: a adaptação e a sobrevivência. Os alunos precisam elaborar explicações que justifiquem a sobrevivência de uma espécie em um determinado ambiente. As justificativas serão elaboradas a partir dos conhecimentos dos estudantes, com base nas características e condições de cada espécie/ambiente que estarão representadas nas imagens. Por fim, os jogadores terão que selecionar, por meio de uma votação, a espécie que apresentou as características mais favoráveis para sobreviver no ambiente “de cada rodada”. O jogador que

acumular o maior número de votos, ao longo do jogo, será o vencedor. A votação fará com que os alunos visualizem a força do ambiente sobre as espécies.

As espécies e os ambientes utilizados no jogo são típicos do Brasil. Com isso, pretende-se mostrar como a seleção natural pode conduzir à biodiversidade de modo contextualizado, a partir de nosso país. A fauna e a flora dos ambientes apresentam características próprias, determinadas pelas condições de: clima, solo, relevo e disponibilidade de água. Ao jogar, os alunos poderão perceber que, em cada ambiente, existem determinadas espécies que se adaptaram, mas que sua permanência em outro tipo de ambiente poderia levá-las à extinção.

Figura 3 - Exemplo de imagens das cartas do jogo Evoluixit. Fonte: autoria própria.



Coleta de dados

A pesquisa foi realizada com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual da cidade de Candeias, Minas Gerais, Brasil. O jogo didático foi aplicado durante as aulas de biologia da Professora-pesquisadora responsável. Foram necessários dois horários de 50 minutos para concluir a aplicação do jogo. O projeto e o termo de autorização (ANEXO 1) foram entregues à Diretoria da instituição de ensino. Para qualquer tipo de dúvida ou esclarecimento, a Autora esteve à disposição da escola. Somente após a autorização e a assinatura do termo pela Diretora, é que a pesquisa se iniciou. Com a autorização em mãos, a professora reuniu-se com os alunos envolvidos, para comentar sobre os objetivos do projeto

desenvolvido. O Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE (ANEXO II) e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido do Menor (ANEXO III) foram entregues aos alunos e a seus responsáveis.

Com a autorização da Diretora, a dos pais e a dos alunos, a fase prática começou. Foi feita a gravação, em forma de áudio, dos alunos jogando para obtenção dos dados e algumas fotos também foram tiradas. Os envolvidos, assim como seus responsáveis, foram informados sobre as fotos e a gravação da prática. Esta informação foi transmitida de forma oral e escrita, por meio dos termos que foram assinados.

As imagens e os diálogos coletados durante a prática foram utilizados na análise dos dados e na construção da dissertação. Entende-se que, ao examinar e interpretar os dados repetidas vezes o pesquisador descobre novas interrogantes e novos caminhos a serem trilhados (BELEI, et al. 2008). Para isso, os estudantes e seus responsáveis foram informados sobre o fato. As imagens aqui divulgadas sofreram um processo de desfocagem facial para que os alunos não fossem identificados. Para expor as falas dos alunos, utilizaram-se nomes fictícios.

Fonte: autoria própria.



Fonte: autoria própria.



Fonte: autoria própria.



Análise de dados a partir da teoria Ator-Rede – TAR

Os dados obtidos foram analisados por meio de uma teoria social pós-humanista, que surgiu com a intenção de descentralizar a ação dos humanos e valorizar a ação dos objetos/coisas nas práticas sociais. A teoria compreende que tanto seres humanos como não humanos possuem uma função importante e uma posição hierárquica equivalente na sociedade. Foi a partir dessa forma de pensar, que surgiu a teoria Ator – Rede (TAR). A TAR atribui o título de “*actante*” a toda forma humana e não humana existente. Os *actantes* estão relacionando-se constantemente. Essa relação forma uma rede que deixa rastros passíveis de análise pela TAR (PICKERING, 2001). Para Latour (2012), as transformações ocorrem quando os objetos/coisas participam ativamente do cotidiano e são reconhecidos como tal, e não como um simples artefato. A TAR também atribui um novo título às práticas sociais, pois reconhece que estas podem ser definidas como associações. Dessa forma, há uma valorização da ação dos objetos, por se considerar que as práticas vão além da ação dos humanos (LATOURE, 2012).

Nesta pesquisa pretendeu-se, com base no referencial latouriano, compartilhar os resultados obtidos a partir das ações dos *actantes* não humanos (elementos do jogo) e *actantes* humanos (alunos), durante a prática. A TAR entende que a aprendizagem é um efeito produzido pelas interações que formam uma rede e geram conhecimento (COUTINHO, et al, 2017). Acredita-se que os jogos didáticos possibilitam mobilizar diferentes *actantes* para as atividades em salas de aula. Sendo assim, o uso da teoria Ator-Rede, como referencial, permitiu uma análise das práticas sociomateriais que foram construídas ao longo da aplicação do jogo (COUTINHO; VIANA, 2019).

A análise da rede construída pelos *actantes*, durante uma partida do jogo, foi feita por meio do *software* Iramuteq, um programa que realiza análises textuais básicas e complexas. As análises oferecidas pelo *software* são variadas, e a análise de similitude foi utilizada como referência neste trabalho, “pois ela permite representar as associações presentes em uma rede heterogênea de humanos e não humanos que são mobilizados no jogo” (SOUSA, SILVA, 2021, p.200). A análise de similitude se apoia na teoria dos grafos e estuda as coocorrências entre as palavras de um determinado texto. Ou seja, o programa possibilita a visualização das palavras mais usadas de um determinado *corpus* textual e a conexão entre elas. Essa conexão é representada por meio de árvores máximas que mostram as ligações entre as palavras (MARCHAND; RATINAUD, 2012). Os diagramas representados pelas árvores máximas contribuem nas análises, pois permitem identificar e seguir os principais *actantes* envolvidos na pesquisa, bem como as suas interações.

Esse mesmo programa foi utilizado na análise dos dados de uma pesquisa feita com jogos didáticos, baseada na teoria Ator- Rede. Trata-se de um jogo de RPG com tema “energia”. Os autores estudaram como se deu a mobilização de *actantes* humanos e não humanos durante o desenvolvimento do jogo. Os textos das cartas do jogo foram tratados e aplicados ao programa Iramuteq. Nesse exemplo, as árvores máximas construídas “possibilitou a apresentação do conteúdo de um material pedagógico relativamente extenso e minimizou uma possível discussão com base apenas nas ênfases escolhidas pelos pesquisadores” (SOUSA; SILVA, 2021, p. 207). Os resultados da pesquisa mostram a eficácia do programa Iramuteq na análise de dados tratados com a perspectiva da TAR.

8. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo, será feita a descrição dos dados da pesquisa considerando as falas dos alunos. Os dados foram analisados com base à teoria ator-rede, a partir das interações entre os *actantes* envolvidos antes e durante o jogo. O uso do programa Iramuteq possibilitou a construção de árvores máximas de similitude que revelaram a conexão entre as palavras e os termos relacionados à seleção natural que foram mobilizadas nas interações dos alunos.

Reflexões gerais sobre diferentes momentos do jogo

Estipulamos⁵ que seriam necessárias duas aulas de 50 minutos para os estudantes jogarem. Para isso, considerando que as turmas que participaram da pesquisa constituíam o meu quadro de horários desde o início do ano letivo, a aplicação teve início em um horário que já era destinado à minha aula de biologia. Para dar continuidade, foi feito um acordo com a professora responsável pelo horário seguinte, que cedeu o tempo necessário para os alunos terminarem de jogar. Um total de duas turmas, 53 estudantes, participaram da pesquisa. Os alunos foram divididos em grupos; alguns deles finalizaram o jogo antes do horário estipulado; para outros, o tempo foi insuficiente.

Devido aos contratempos que se deram ao longo do ano, os alunos que participaram da pesquisa não tiveram a oportunidade de ter contato com o tema do jogo em uma data próxima a realização da prática. As aulas sobre evolução biológica foram ministradas no início do ano letivo e a pesquisa foi realizada no final desse mesmo ano. É possível que essa diferença de tempo entre as aulas sobre evolução e a aplicação do jogo tenha afetado a forma como os alunos jogaram.

Ao chegar à sala de aula, percebi que os alunos estavam esperando pelo jogo com entusiasmo. Em aulas anteriores, eu já havia comentado a respeito da pesquisa, além de ter entregado os “Termos de consentimento” aos estudantes. Todos devolveram os termos assinados; somente três alunas optaram por não participar e, por isso, lhes foram entregues atividades diferenciadas. A turma foi dividida em grupos pequenos (4-6 integrantes). Um total de 8 grupos foram formados. Os próprios alunos ficaram responsáveis pela divisão. Optei por não interferir na montagem dos grupos. Por se tratar da aplicação de um jogo didático, que tem a intenção de proporcionar um ambiente de aprendizagem e diversão, a escolha dos integrantes de cada grupo foi livre, na tentativa de formar grupos cujos integrantes tivessem mais afinidade, a fim de estimular uma interação maior entre os jogadores. Após a formação

⁵ Passo a utilizar a primeira pessoa para indicar as ações realizadas pela professora-pesquisadora.

dos grupos, foram entregues os componentes do jogo: tabuleiro, peões, dado, cartas, livro de instruções e ampulheta. Em seguida, expliquei as regras do jogo com base no manual de instruções e utilizei um dos jogos como modelo. Rapidamente os alunos compreenderam como jogar *Evoluixit*; entretanto, notei a perda de entusiasmo de alguns, ao perceberem que, para jogar, seria necessário “pensar”⁶, ou seja, que se tratava de um jogo baseado na elaboração de explicações e hipóteses. Alguns alunos tinham expectativas diferentes em relação à prática. Suponho que estes esperavam por um jogo do tipo *boardgame* tradicional, já discutido em um capítulo anterior, em que a sorte determina o grande jogador, e não as habilidades e estratégias.

Em uma das disciplinas ofertadas pelo Promestre, foi sugerida pelo professor a escrita de um artigo científico baseado em algum tema de relevância para o desenvolvimento de nossa pesquisa. Optei por analisar a primeira edição da revista eletrônica *Ludus Scientiae* (RELuS), dedicada a publicar trabalhos relacionados a jogos e atividades lúdicas para o ensino de ciências. Observei que a maioria das publicações envolviam jogos do tipo *boardgame* tradicional, com perguntas e respostas. Esses jogos se assemelham mais a uma avaliação, pois desconsideram outros tipos de aprendizagem que são importantes para a formação dos alunos. Os jogos de tabuleiro modernos, como é o caso de *Evoluixit*, exigem um maior esforço cognitivo, e isso pode ter despertado certa resistência em alguns estudantes. Os motivos desse comportamento podem ser variados. Pensando na realidade das turmas que participaram da pesquisa, percebo que o cansaço pode ter influenciado no envolvimento dos alunos, considerando que a prática foi realizada no final do ano letivo e ao final do turno diurno, nos últimos horários de aula daquele dia. Isso também explica o número reduzido de alunos presentes no dia da prática; as salas estavam mais vazias, quando comparadas a outros dias do ano.

Destacamos, também, que uma das características dos jogos de tabuleiro modernos é a autoavaliação e a tensão, pois exigem “aplicação dos conhecimentos, habilidade, coragem e força” (PRADO, 2018, p. 31.). Dessa forma, compreende-se que há certo nível de dificuldade no jogo *Evoluixit*. O fator dificuldade pode contribuir para a aprendizagem, quando se fala em jogos didáticos, pois instiga a construção e a verificação de hipóteses (GRANDO, 2000). Entretanto, percebemos que esse fator também pode gerar um desconforto entre os alunos: pela timidez, pela falta de conhecimento a respeito do assunto, pela dificuldade em elaborar hipóteses ou por outros motivos.

⁶ Expressão utilizada pelos alunos.

Apesar das dificuldades que os alunos possam encontrar ao jogar, é válido ressaltar que durante a atividade, os estudantes são convidados a se retirar de um estado de passividade, pois estão socializando, interagindo com diferentes elementos e pensando em suas estratégias e hipóteses. Por mais que não sejam feitas associações assertivas e que sejam elaboradas hipóteses confusas, o jogo abre espaço para a fala e para discussões. O mesmo não ocorre em uma aula tradicional expositiva, quando o aluno é o espectador do processo pedagógico. Enquanto os alunos jogam, observa-se um movimento e uma articulação do pensamento científico e por mais que não cheguem a uma resolução completa e definitiva de um ponto de vista do conteúdo escolar, o aprendizado está sendo produzido, pois os alunos estão abertos a vivenciar uma nova experiência que proporciona novas conexões. “São essas “conexões” que fabricam o corpo e, ao mesmo tempo, a cognição e a aprendizagem” (SOUZA, et al., 2022, p.3). Em sua interpretação dos pressupostos de Latour, Melo (2011, p.182) descreve:

quando um indivíduo aprende, ele se deixa afetar e se torna cada vez mais diferenciado porque terá estabelecido mais e mais conexões, tornando-se mais interessante e enriquecido na relação com o seu entorno (uma rede de elementos variados e heterogêneos do qual ele também é parte). Se o conhecimento é concebido como o resultado de uma articulação e a aprendizagem como uma forma de se deixar afetar, de se deixar tocar em toda a materialidade do corpo, então poderíamos questionar as bases em que as aprendizagens são propostas, quando assentadas numa visão que separa o corpo do mundo e trabalha a transmissão de conhecimento como uma cópia a ser imitada.

Posto isso, também pensando na perspectiva da TAR, ressaltamos que os momentos anteriores à aplicação do jogo foram importantes para a construção das redes sociomateriais. Podemos citar: a forma como o jogo foi elaborado, o tempo estipulado, o dia em que os alunos foram informados a respeito da pesquisa e, possivelmente, até o momento em que as regras do jogo foram repassadas. Alguns *actantes* fizeram papel de atores, modificando, gerando novas associações e desenvolvendo as redes. Como mencionado anteriormente, o tempo estabelecido para os alunos jogarem, duas aulas de 50 minutos, não foi suficiente para todos os grupos. Desse ponto de vista, o fator tempo pode ser identificado como um ator, pois foi capaz de produzir efeitos nas redes. Alguns grupos foram interrompidos devido à falta de tempo, impedidos de finalizarem suas jogadas e estimulados a realizá-las de forma acelerada. Entretanto, para outros, o tempo estabelecido não foi um problema. No presente caso, o fator tempo pode ser considerado um *actante* intermediário, pois não foi capaz de provocar transformações diretas.

Percebemos, também, que os grupos mais engajados foram os mais afetados pelo tempo. As discussões, elaborações de hipóteses, interações entre os integrantes desses grupos

foram mais complexas e demoradas, ao passo que, coincidentemente, os que jogaram em um espaço de tempo mais curto, eram integrados pelos alunos menos engajados, que perderam o entusiasmo logo na explicação das regras. Sendo assim, compreendemos que as translações e conexões entre os *actantes* dos grupos mais empenhados foram mais complexas, pois deixaram rastros que formaram uma rede mais forte.

Sendo uma rede uma assembleia ou reunião de actantes mantidos juntos e ligados por meio de processos de translação, que juntos performam uma determinada ação, quanto mais aliados e conexões existirem na rede, mais forte ela se torna (COUTINHO, et al., 2014, p. 1935).

Pensando na forma como o jogo foi desenvolvido, reconhecemos que o *actante* “número de cartas de ambientes” também influenciou, de formas diferentes, na formação das redes sociotécnicas. De acordo com as regras, cada carta de ambiente corresponde a uma rodada, porém, nenhum grupo passou por todas elas. Por um lado, identificamos os grupos que tiveram tempo suficiente, mas que optaram por interromper o jogo antes de as rodadas serem finalizadas. Tal decisão pode ter sido provocada pelo cansaço em elaborar hipóteses para cada ambiente. Inicialmente, notamos que os alunos tentavam elaborar explicações um pouco mais complexas, que faziam sentido, porém, no decorrer do jogo, mudaram a postura: começaram a elaborar hipóteses vagas, curtas, além de admitirem certo desânimo e cansaço em jogar:

Aluna Brenda: Eu vou colocar o pato mergulhão, porque ele vai poder nadar aí.

Aluna Iara: Eu vou colocar o mico leão dourado, eu acho que ele consegue se sustentar numa região seca.

Aluna Lara: Agora é a última gente, saiu caverna... já tô cansada de pensar.

Aluna Teresa: Anão, não quero jogar mais não.

Aluna Sara: Vamos a última vez.

Por outro lado, a quantidade de rodadas causou um impacto diferente entre os grupos mais engajados, que só interromperam o jogo devido à falta de tempo. Nesse caso, os alunos não conseguiram jogar todos os ambientes, porém se dedicaram bastante nas rodadas, elaborando hipóteses mais complexas e ainda desejaram jogar mais de uma vez.

Aluna Maria: Bom, eu coloco o gavião, porque ele é um animal carnívoro, então ele poderia comer outros animais pra sobreviver. Então alimento ele já vai ter, ele só teria que achar os animais. Ele poderia sobrevoar a área, como ele é um pássaro grande, ele consegue voar longas distâncias. E ele também poderia fugir e achar um lugar pra se esconder.

Aluna Marcela: A não, vamos jogar de novo?

Aluno Daniel: Não dá, vamos descer para a aula de educação física.

Aluna Luana: Vamos jogar de novo?

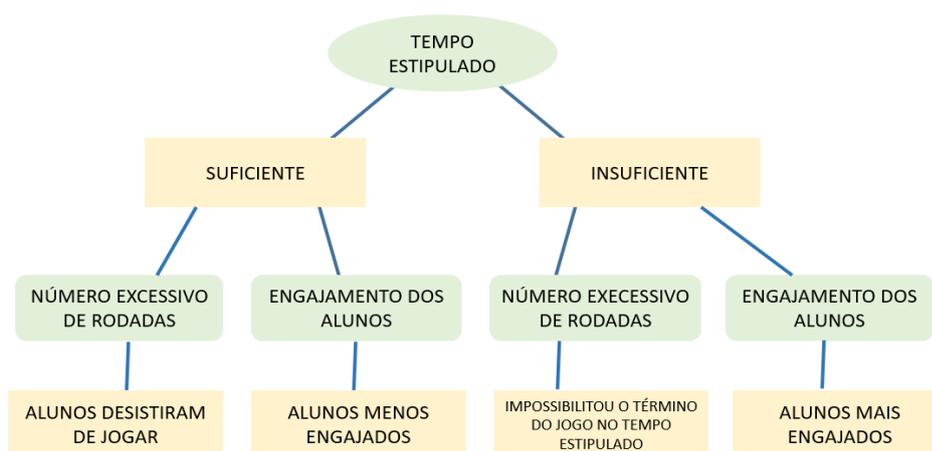
Aluno Rafael: Acho que não vai dar tempo.

Aluna Jéssica: Nossa, eu tava lá atrás e passei todo mundo. Eu gostei do jogo, estimula muito o pensamento e é divertido.

Considerando ser o Evoluixit um jogo que envolve discussões, construção e verificação de hipóteses, recomendamos diminuir o número de rodadas/cartas de ambientes, na intenção de promover um jogo menos cansativo e mais produtivo. Outra possibilidade é diminuir a quantidade de casas do tabuleiro, para que os jogadores possam alcançar a última casa e finalizar o jogo, passando por uma quantidade menor de rodadas.

Isso posto, podemos associar ao fator tempo dois novos atores, que formarão nossa rede sociotécnica: o número de rodadas (cartas de ambientes) e o engajamento dos alunos. Ambos atuam como mediadores, pois foram capazes de modificar a rede, impactando o tempo e a forma como os alunos encararam o jogo.

De um lado, temos os grupos nos quais o tempo de aplicação foi suficiente; entretanto, a quantidade excessiva de rodadas gerou um cansaço psicológico nos alunos, afetando o engajamento e estimulando a interrupção do jogo.



Fonte: Autoria própria.

Do outro lado, temos os grupos no qual o tempo não foi suficiente devido ao bom engajamento dos alunos, que se empenharam e interagiram durante todo o tempo ofertado.

Como já esperado, verifica-se que as translações e os rastros deixados pelos grupos não são os mesmos: apesar de todos terem jogado o mesmo jogo, cada grupo mobilizou seus atores de uma forma diferente.

Percebemos também que a desistência em jogar torna visível o aluno que nega a participar do processo de ensino e aprendizagem. O mesmo não ocorre com tanta evidência em uma aula expositiva tradicional. Neste caso, basta o estudante permanecer quieto e em silêncio enquanto o professor transmite o conteúdo. Entretanto, algumas metodologias, como os jogos didáticos, convidam os alunos a participarem ativamente das aulas. Sendo assim, o

desinteresse em aprender torna mais evidente quando os alunos se recusam a participar das atividades propostas. Com base na TAR, percebemos que alguns estudantes não se deixaram afetar, pois optaram por não jogar ou simplesmente abandonaram o jogo. Esses alunos preferiram não estabelecer novas associações com os colegas e com os elementos do jogo. Essa postura afeta o processo de construção do conhecimento e a aprendizagem, uma vez que “o conhecimento é concebido como o resultado de uma articulação e a aprendizagem como uma forma de se deixar afetar, de se deixar tocar em toda a materialidade do corpo” (MELO, 2011, p. 182).

A partir do ponto de vista do ensino e da aprendizagem, o fator tempo mostrou que os grupos que desistiram de jogar apresentaram dificuldades para mobilizar um pensamento científico baseado na seleção natural. Além disso, foi possível identificar o desinteresse de alguns grupos em relação a aprendizagem, ao negarem finalizar a prática, impedindo de serem afetados pelo jogo. Esses resultados são importantes para o processo pedagógico, eles simbolizam um momento de diálogo entre o professor e os alunos, com base nas decisões e atitudes dos estudantes diante o jogo, o professor pode adaptar sua prática.

Descrição dos momentos durante a prática

Faremos, agora, uma descrição detalhada de momentos que ocorreram durante a prática. A descrição nos auxilia a identificar os *actantes* que foram mobilizados enquanto os alunos jogavam. Com o detalhamento dos dados e a identificação desses *actantes*, poderemos montar uma rede que deixa rastros para serem lidos e interpretados (DRESSLER; SILVA; KATO, 2020). Nossa intenção é compreender a atuação do jogo Evoluxit como um recurso educacional, que visa a mobilizar conhecimentos sobre biodiversidade e adaptação.

Sendo assim, percebemos que, logo de início, certos alunos apresentaram dificuldades em reconhecer determinadas espécies do jogo. Alguns, inclusive, admitiram não conhecer espécies que são típicas da região em que vivem, como ocorreu no exemplo abaixo:

Aluna Clara: Bom, eu nem sei que planta é essa aqui...

Aluna Ana: Que planta é essa?

Aluno Alex: Lê o nome aí!

Aluno João: Canela da ema?

Aluna Maria: Canela de ema. Por que essa?

Aluna Clara: Uai, porque tem água no pantanal... é uma planta né.

Aluna Joana: Mas será que ela é uma planta que vive em muita água? Ou será que ela é uma planta desértica? Tem planta que não gosta de umidade.

Aluna Clara: Sei não, vamos ver...

Aluna Teresa: Eu vou colocar a canela de ema.

Aluna Iara: O que é isso?

Aluna Teresa: Uma árvore [...]

A canela-de-ema é uma espécie vegetal muito comum no bioma Cerrado e predominante na região em que os participantes da pesquisa vivem. A primeira transcrição mostra que os alunos deveriam selecionar uma espécie que estaria apta a sobreviver no ambiente Pantanal. A aluna Clara selecionou a canela-de-ema, contudo elaborou uma justificativa breve e superficial. Clara associou o fato de a canela-de-ema ser um vegetal ao fato de o Pantanal ser um ambiente abundante em água, sem considerar que algumas espécies de vegetais são típicas de regiões mais secas. Logo em seguida, a adversária Joana fez um questionamento importante sobre quais seriam as condições ideais para a sobrevivência da canela-de-ema; porém, o grupo não conseguiu chegar a uma conclusão por falta de conhecimento sobre a espécie em questão.

Não sabemos como o tema biodiversidade foi abordado anteriormente, com essas turmas. Contudo, a dificuldade indica a falta de contextualização do tema, a partir do território em que os alunos vivem, e dos seres que o habitam. Faltaram elementos para os estudantes elaborarem suas justificativas e associarem as espécies do jogo à fauna e à flora local. Para Latour, a aprendizagem se desenvolve a partir das interações entre diversos *actantes* que se mobilizam e formam uma rede heterogênea, e quanto maior for a conexão entre esses elementos maior será a aprendizagem (SILVA, et al., 2020). Assim, parece-nos que não foram apresentados aos alunos elementos suficientes para serem formadas associações e, conseqüentemente, para haver aprendizagem sobre algumas espécies que compõem a biodiversidade local.

Abaixo, apresentamos novas falas de alunos que demonstraram dúvidas e dificuldades em reconhecer algumas espécies do jogo.

Aluna Taís: Uai gente, eu queria saber um pouco mais sobre os animais.

Aluna Marcela: Eu vou jogar a ema. Porque ela é uma ave e a chance dela ser herbívora é muito grande. Mas como ela é um bicho de alto porte, ela também tem uma chance muito grande de ser carnívora, mas eu acho que ela é herbívora! Eu acho... aí como ela é herbívora, ela tem os matinhos, entendeu?

Aluno Fábio: A ema não come mato, eu acho!

Aluna Joana: Eu escolho a seriema, porque ela com essas pernas grandes pode correr facilmente dos predadores.

Aluno João: Mas ela não é um animal mais aquático?

Aluno Alex: Não, a seriema não. Você nunca viu a seriema andando por aí na cidade não?

Aluno João: Verdade!!

Aluna Lara: O meu vai ser o sagui, porque se não me engano ele já vive em uma área seca, não sei se é verdade, mas eu acho que com o aumento da temperatura, ele não vai sofrer tanto.

Aluna Sara: Eu acho que o sagui nem vive em área seca, mas enfim.

Aluna Maria: Tartaruga marinha, ela sobreviveria bastante, por causa da água.

Aluno Alex: Tartaruga marinha? No pantanal?

Aluna Joana: Ela gosta é de água salgada. No mar, ela é marinha!!

Aluna Maria: Aé...

Aluna Joana: Tucunaré, por causa da água, mas eu não tenho certeza se ele vive em água salgada.

Aluno Rafael: Eu? Vou escolher o animal da nota de 200, o lobo guará. Basicamente, ele é da Amazônia também...

Aluna Flávia: Mas o lobo guará é do cerrado

Aluna Luana: É verdade.

Aluno Rafael: Ele é da Amazônia. Ele pode se alimentar normalmente, ele pode beber água no rio, pode caçar os animais, é sei lá... sobrevive tranquilamente na Amazônia.

Novamente, as falas retrataram a falta de conhecimento dos alunos sobre algumas espécies brasileiras. Em certos momentos, eles reconheciam as espécies do jogo, mas não eram capazes de identificar suas características: tipo de alimentação, habitat, principais predadores, etc. Esses dados mostram, mais uma vez, que a educação é falha quando o assunto é biodiversidade. A fauna e a flora brasileiras são pouco estudadas em sala de aula e podem, até mesmo, não ter sido apresentadas aos alunos devido à falta de tempo, principalmente no Ensino Médio (CANTO; ZACARIAS, 2009). Além disso, as turmas que participaram da pesquisa eram integradas, majoritariamente, por alunos urbanos. A interação desses alunos com a fauna e a flora fica prejudicada pelo modo de vida das cidades. É possível que esse fator tenha influenciado os alunos no momento de identificar algumas espécies.

Sendo assim, identificamos a atuação de alguns fatores que performaram a rede, afetando os sujeitos da pesquisa e transformando suas interações com os demais *actantes*. Entre eles podemos citar a falta de conhecimento dos alunos sobre algumas espécies. Esse fator conecta-se com outro *actante* que consideramos primordial: a educação científica. Sem os conhecimentos básicos sobre as espécies, os alunos enfrentariam dificuldades ao jogar, porque ela atua na vida dos estudantes, fornecendo os subsídios para que possam argumentar e levantar suas hipóteses. Diante disso, ressaltamos que um jogo didático pode demandar alguns “pré-requisitos” dos jogadores. Neste caso, seria um conhecimento básico sobre as espécies. Em um jogo comum, geralmente, não existe essa demanda. Esse pré-requisito poderia ser solucionado com a inclusão de informações sobre as espécies nas cartas ou em um livro de apoio. As incorporações dessas informações ao jogo poderiam torna-lo mais dinâmico. Sendo assim, consideramos que a educação científica atuou fortemente na nossa

rede, transformando a forma como os alunos jogaram; por isso, ela pode ser reconhecida como um mediador.

Alguns materiais utilizados pelos professores, como o livro didático, contemplam a fauna nativa de forma breve, e ilustram o conteúdo com imagens de espécies exóticas (COSTA et al., 2010; BEZERRA, DATA). Esses materiais atuam nas redes de conhecimento dos alunos, causando um impacto negativo, gerando confusões e contribuindo para uma aprendizagem menos articulada. As conexões entre os *actantes* que formam esse conhecimento são fracas, pois distanciam o conteúdo trabalhado da realidade dos alunos. Uma pesquisa feita com estudantes de uma cidade do estado do Amazonas mostrou que eles acreditavam que animais como elefantes, girafas, leões e tigres compunham a fauna da floresta amazônica. Esse fato mostra, também, a dificuldade dos alunos em reconhecerem a própria biodiversidade e diferenciá-la das demais (FREITAS; FERRAZ, 1999).

A falta de conhecimento sobre a biodiversidade do Brasil impacta na aprendizagem de outros conteúdos que integram a biologia, como a ecologia, zoologia, nos estudos das teorias evolutivas, como a seleção natural, entre outros. É importante destacar que investir nos estudos da biodiversidade brasileira também contribui para o desenvolvimento de “atitudes éticas, sentimento de pertencimento ao ambiente, além de sensibilizar para a preservação” (COELHO, 2017, p.18).

Diante das dificuldades apresentadas, percebemos, por meio das falas, que os alunos sentiram a necessidade de receberem um material com informações sobre cada espécie, para auxiliar na elaboração das justificativas.

Aluna Marcela: Professora, pode pesquisar no Google o animal?

Aluno Fábio: Sabe um negócio que eu acho que deveria ter? Deveria ter a descrição do bicho na carta. Eu não conheço nenhum desses aqui não.

Aluna Paula: Eu também acho.

Aluno Alex: Sim, a gente não tem outro caderno pra saber né, as espécies... se tivesse aí seria bem melhor. Mas vamos seguir...

Inicialmente, optamos por não disponibilizar nenhum tipo de material contendo detalhes sobre as espécies. Nossa intenção era verificar os conhecimentos prévios dos alunos sobre a fauna e a flora brasileira. Com base nesses conhecimentos, esperávamos que eles pudessem selecionar a espécie que estaria apta a sobreviver em cada ambiente para que, assim, compreendessem como a seleção natural atua e influencia na nossa biodiversidade. Porém, lacunas no ensino prejudicam a construção desse raciocínio. A falta de conhecimento

sobre as características dos seres vivos reflete-se na compreensão das condições ambientais que são favoráveis à sobrevivência das espécies.

Na tentativa de amenizar essas lacunas e tornar o jogo mais dinâmico, poderia ser disponibilizado um caderno com as descrições de cada espécie, como foi sugerido pelos alunos. Outra possibilidade é adicionar às cartas um quadro com informações básicas sobre cada ser vivo; isso poderia ajudar na compreensão e na elaboração das justificativas. O quadro poderia ser adicionado ao verso da carta. Exemplo:

CAPIVARA: MAMÍFERO	
<p>Hábitos: Semiaquáticos, diurnos e noturnos. Vivem em grupos.</p>	<p>Dieta: Herbívoros, se alimentam de capim, grama, ervas e vegetação aquática.</p>
<p>Predadores: Onça-pintada, onça-parda, jaguatiricas, cobras, cachorros-domato, sucuri e jacaré.</p>	<p>Comprimento: 1,2 m em média</p> <p>Peso: de 20 kg a 80 kg</p>



As informações extras contendo essas características, atuariam na rede, mobilizando conhecimentos e mudando a forma como os alunos pensam, fazem, aprendem e agem dentro do jogo. Essas transformações seriam ainda mais significativas para os jogadores com pouco ou nenhum conhecimento sobre algumas das espécies. Assim como as imagens das cartas, tais informações trazem elementos que podem mediar a elaboração das justificativas.

Ocorre um desvio na rede, no momento em que os alunos sugerem o uso de algum material extra com a descrição das espécies do jogo. O desvio gerou novas associações que não eram esperadas por nós, autores, e foi capaz de transformar a rede a ponto de proporcionar possíveis modificações no jogo original. Esse deslocamento na rede só ocorreu devido às falhas no conhecimento da biodiversidade brasileira. Se os alunos conhecessem melhor a fauna e a flora do Brasil, o jogo seria encarado de maneira mais dinâmica. Entretanto, percebemos que o desvio provocado pelos alunos é importante para o aperfeiçoamento do jogo.

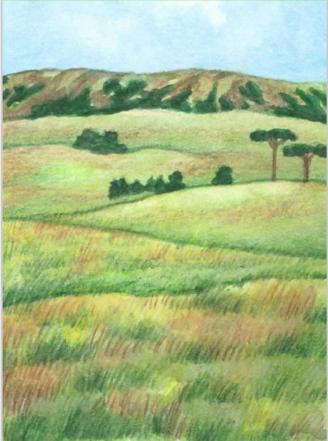
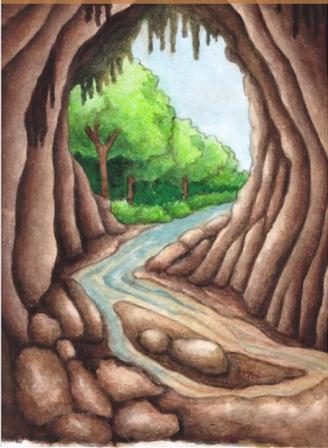
A atuação das imagens das cartas na rede sociotécnica do jogo Evoluixit

Percebemos que as imagens das cartas influenciaram a forma como os alunos jogaram. Esse dado mostra como os objetos participam ativamente das ações humanas. Eles deixam de ser apenas artefatos, modificando/transformando a ação de outros atores. No presente caso, podemos considerar que as cartas com imagens atuaram fortemente na rede, pois estabeleceram relações importantes para o jogo. “Quando um *actante* se torna indispensável, de tal modo que vários outros se interligam a ele, dizemos que ele se tornou um ponto de passagem obrigatório” (LATOUR, 2000a, p. 214).

O quadro abaixo mostra alguns momentos de associação entre os alunos e as imagens de seres vivos.

Quadro 1 - Associações entre os alunos e as imagens de seres vivos

FALAS DOS ALUNOS	OBSERVAÇÕES	IMAGEM CORRESPONDENTE
<p>Aluna Marcela: Eu vou jogar a ema. Porque ela é uma ave e a chance dela ser herbívora é muito grande. Mas como ela é um bicho de alto porte, ela também tem uma chance muito grande de ser carnívora, mas eu acho que ela é herbívora! Eu acho... aí como ela é herbívora, ela tem os matinhos, entendeu?</p> <p>Aluno Fábio: A ema não come mato, eu acho!</p> <p>Aluna Marcela: Aqui no pé dela gente!</p>	<p>Aluna Marcela associa a imagem da vegetação rasteira sob as patas da Ema aos seus hábitos alimentares. A imagem modifica a forma como Marcela pensa e elabora sua justificativa.</p>	
<p>Aluna Ana: O gambá sobreviveria na caatinga, porque ele tem uma resistência maior que a dos outros animais.</p> <p>Aluna Maria: Mas ele precisa se esconder em árvores... e se as árvores aqui na caatinga forem muito secas? E ele não achar um abrigo?</p> <p>Aluno Alex: Como ele teria alimento para ele e para o resto dos filhotes?</p>	<p>A imagem dos filhotes ao redor do Gambá transforma a maneira como o aluno Alex joga. Ele usa a imagem para rebater a justificativa de Ana. A imagem é capaz de mobilizar ações.</p>	

<p>Aluna Roberta: Tartaruga marinha, porque sei lá né, por causa da neve aí, do gelo, capaz que se derreter ela consegue sobreviver, porque ela nada. É isso.</p>	<p>A imagem da neve caindo sobre o termômetro tinha o propósito de indicar uma queda na temperatura do ambiente. O fato da neve estar presente na imagem transformou a escolha e a justificativa da aluna Roberta. A imagem gerou um desvio, pois nossa intenção não era indicar que o ambiente estava nevando. Porém, como nessa rodada os alunos não leram a descrição do ambiente no livro de regras, o desvio aconteceu e a imagem foi um forte mediador (actante capaz de modificar significados).</p>	<p>Temperatura Diminui</p> 
<p>Aluna Lara: Agora saiu pampa (aluna vira uma carta de ambiente)</p> <p>Aluna Iara: Vai Lara, é você!</p> <p>Aluna Lara: Deixa eu ler a pampa.</p> <p>Aluna Teresa: Não precisa, a imagem já fala tudo.</p>	<p>Para os alunos, os detalhes das imagens são suficientes para a compreensão das características dos ambientes, sendo dispensável a leitura da descrição no livro de regras. A imagem é capaz de transformar a forma como os alunos entendem o bioma Pampa.</p>	<p>Pampa</p> 
<p>Aluna Brenda: Eu vou colocar o pato mergulhão, porque ele vai poder nadar aí.</p> <p>Aluna Sara: Hã? Na caverna?</p> <p>Aluna Brenda: Mas tem rio.</p> <p>Aluna Sara: Nessa aí né... enfim, se nessa tem né.</p>	<p>Neste caso, a imagem do rio passando pela caverna pode ser considerada um desvio na rede sociotécnica. A aluna Brenda transformou o sentido da carta. Brenda estabeleceu uma forte associação à imagem do rio e desviou do que era realmente proposto, a imagem de uma caverna.</p>	<p>Caverna</p> 

<p>Aluna Taís: Então eu vou colocar o martim pescador, porque ele é um pássaro e ele pode ficar em cima das árvores. Então, o solo... a enchente...</p> <p>Aluna Rebeca: Mas vai dar um raio na árvore, aí ele morre!</p> <p>Aluna Taís: Você não sabe.... você não sabe! Aí também, tipo assim, se tiver rio ele pode caçar também pra sobreviver. Tipo, ele é um pescador né, ele deve comer peixe, peixinho.</p> <p>Aluna Rebeca: É, pelo formato do bico dele também.</p>	<p>A aluna Rebeca associa o desenho do formato do bico do pássaro Martim-pescador aos seus hábitos alimentares. Ela sugere que o bico é característico de espécies que se alimentam de peixes (bico em forma de lança).</p>	 <p>Martim-pescador</p>
<p>Aluno João: Ambiente desmatado... (aluno vira mais uma carta de ambiente)</p> <p>Aluno Alex: Ahh, não precisa ler, precisa?</p> <p>Aluno João: Precisa... vai que tem algumas coisas que a gente não sabe.</p> <p>Aluno Alex: Olhando pela foto, você acha que precisa de falar um pouco?</p>	<p>A imagem é capaz de mediar a forma como os alunos elaboram suas justificativas, o que torna, para eles, dispensável a leitura da descrição do ambiente desmatado no livro de regras.</p>	 <p>Ambiente desmatado</p>

Fonte: Autoria própria.

O quadro mostra que as imagens mobilizaram a atenção dos estudantes para as características dos seres vivos e que elas foram fundamentais para a construção das justificativas. Além disso, as justificativas também foram elaboradas com base nas características dos ambientes que estavam descritas no Livro de Regras e representadas nas imagens das cartas. Sendo assim, podemos formar uma rede que envolve os alunos, as cartas com imagens de seres vivos, as cartas com imagens de ambientes e o livro de instruções.

As imagens trazem elementos que caracterizam os seres e os ambientes do jogo. Pensando nos alunos com pouco ou nenhum conhecimento sobre algumas das espécies, podemos considerar que o Evoluixit pode contribuir para a aprendizagem da biodiversidade brasileira, utilizando, como exemplo, o caso da Canela-de-ema, apresentado anteriormente. Alguns alunos não reconheceram tal espécie. Entretanto, a imagem revela suas características morfológicas; é perceptível que se trata de uma planta de pequeno porte, de caule ereto, com poucas ramificações e que apresenta flores. Sendo assim, uma espécie que era desconhecida

pelos alunos torna-se familiar. Por isso, acreditamos que o jogo tem potencial para mobilizar conhecimentos sobre a biodiversidade, a ponto de desenvolver a aprendizagem sobre o tema.

A atuação das descrições dos ambientes na rede sociotécnica do jogo Evoluixit

Percebemos que os estudantes também estabeleceram conexões com os trechos das descrições dos ambientes, no livro de regras. Em algumas falas, os alunos trazem exatamente o que foi exposto no livro. Dessa forma, identificamos um novo *actante*, que foi capaz de modificar a rede. As descrições mediaram as escolhas dos alunos. Eles associaram condições do clima, tipo de vegetação, solo, relevo e disponibilidade de água de cada ambiente às características das espécies e, com isso, elaboraram suas justificativas.

Em algumas rodadas, os estudantes optaram por não ler as descrições dos ambientes. Isso ocorreu, ao menos uma vez, com todos os grupos participantes. Essa postura pode ser reconhecida como um desvio na rede. Não sabemos exatamente o motivo para tal atitude, mas é possível destacar algumas possibilidades. Uma delas é a extensão do texto que descreve os ambientes. Percebemos que, no princípio, os grupos faziam a leitura dessas descrições, mas que, no decorrer do jogo, eram abandonadas. Tal postura indica que, com o passar do tempo, os alunos ficaram cansados de ler e de se concentrar nas descrições. Algumas vezes, a leitura era feita somente até a metade do texto. A imagem dos ambientes nas cartas também provocou esse desvio. Alguns grupos consideraram que os desenhos das cartas traziam elementos suficientes para o reconhecimento dos ambientes. Isso também ocorreu com os ambientes mais conhecidos pelos alunos, como o Cerrado, ambiente atingido por chuvas intensas, aumento e diminuição da temperatura. Nesses casos, o livro de regras não foi consultado, pois os alunos acreditaram ter conhecimento suficiente para elaborar suas hipóteses. Porém, percebemos que essa atitude causou um impacto negativo para o jogo. As descrições continham informações importantes, que poderiam contribuir para a escolha das espécies e a elaboração das justificativas.

O esquema abaixo expõe as translações estabelecidas entre as falas dos alunos e as descrições do livro de regras. Sublinhamos os trechos das falas que fazem uma forte associação aos trechos das descrições. Essas translações mostram a importância da leitura das características dos ambientes para o jogo. As justificativas e discussões dos grupos que optaram por não ler as descrições foram mais curtas e pobres. Entretanto, o impacto foi diferente entre os alunos que receberam informações sobre os ambientes; eles foram capazes de elaborar justificativas plausíveis e complexas.

Quadro 2 - Translações estabelecidas entre as falas dos alunos e as descrições do livro de regras

FALAS DOS ALUNOS		DESCRIÇÃO CORRESPONDENTE
<p>Aluna Luana: Ariranha, a ariranha é um bicho aquático, então ela sobreviveria, já que nos pampas tem <u>grande disponibilidade de água, tem bastante rio e com boa condição de navegação.</u> Elas podem se locomover para qualquer lugar que quiserem dentro da água. E a ariranha é um bicho terrestre e aquático, então se elas quiserem sair da água para fazer alguma coisa, elas podem. Eles se alimentam provavelmente de peixe e coisas do tipo.</p> <p>Aluno Alex: Eu vou jogar a onça parda, porque é um animal bem rápido né, se a seriema tentasse fugir dela, com certeza ela pegaria a seriema. <u>Tem bastante água, como falaram ali no exemplo. Ela não depende muito de árvores, coisa que tem bem pouco na pampa.</u></p> <p>Aluna Maria: [...] eu vou escolher o martim pescador [...].</p> <p>Aluna Joana: Você viu o nome dele?</p> <p>Aluna Clara: Mas aqui tá falando que tem bastante água, que é bem comum: <u>“grande disponibilidade de água, apresenta rios com boas condições para navegação”.</u> Então tem muita água lá.</p>		<p>“Grande disponibilidade de água. Apresenta rios com boas condições para navegação. Próximo ao litoral existem muitos lagos e lagoas. [...] Grande variedade de vegetação herbácea, ou seja, formada basicamente por gramíneas e espécies vegetais de pequeno porte que não ultrapassando os 50 cm de altura.”</p>
<p>Aluna Flávia: Eu vou escolher a</p>		

<p>perereca, por causa que elas gostam de <u>lugares úmidos</u>, por isso que elas ficam no banheiro da gente. E tipo assim, elas também podem viver em charcos, charcos são molhados. <u>Elas podem viver de baixo de pedra, que é escuro.</u> Então, <u>a caverna que é úmida e escura</u> é o lugar propício para ela viver e se alimentar, porque passam alguns insetos por ali, tem insetos em todo lugar, formiga e tudo mais, então ela conseguiria se alimentar e se reproduzir porque é o lugar propício pra ela. É isso... e calor, porque eu acho que elas gostam de calor também, caverna costuma ser bem calor lá dentro.</p>		<p>“Cavernas são cavidades formadas em rochas. [...] na maior parte das vezes é totalmente escuro [...]. Além disso, a temperatura dentro da caverna varia pouco e a umidade do ar geralmente é elevada.”</p>
<p>Aluna Flávia: Eu escolho então a canela de ema, porque como a gente pode ver ela é uma <u>árvore de pequeno porte</u>. Ela tem folhas... se eu não me engano, essa árvore é a que fecha as folhinhas de noite pra não perder água pro ambiente. Então eu acho que ela seria uma ótima opção para viver na caatinga. Ela é uma árvore de lugares secos, eu acho que ela é do cerrado, mas eu acho que ela sobreviveria na caatinga, <u>porque ela gosta de calor</u>. Eu acho que é isso!</p> <p>Aluna Jéssica: Tá, eu vou jogar o cacto, porque a caatinga é um ambiente seco e o cacto, <u>como diz no texto, é uma das plantas que podem armazenar água</u>, então eu acho que sobreviveria bem. Ali na foto também tem cacto, ó.</p>		<p>“Clima é quente, com longos períodos de seca. [...] A vegetação é seca, com árvores baixas, raízes longas [...]. Algumas plantas da caatinga podem armazenar água, como o cacto, isso possibilita a sua sobrevivência durante períodos de muita seca”</p>
<p>Aluna Ana: O bicho preguiça. Porque o único lugar no Brasil que ele vai viver é na Amazônia, porque ele não vai sobreviver em altas temperaturas, então a <u>Amazônia é um lugar úmido</u> pra ele viver. <u>Ele pode sobreviver nas árvores altas</u>, vai ter alimento e água pra ele. O único perigo mesmo é ele descer e encontrar outro predador, mas ele consegue viver na Amazônia muito bem.</p>		<p>“[...] Região bastante úmida. [...] A vegetação da Amazônia é densa e formada por árvores altas e robustas.”</p>

<p>Aluno Fábio: Ó galera... vou botar a minha Sumaúma. É uma árvore, <u>é um lugar que chove muito.</u> Clima chuvoso não é um problema pra ela, porque ela é uma árvore, então ela gosta de água. Então, bastante água pra ela é incrível. <u>Dá pra ver aqui que ela é uma árvore grande, e aqui falou que lá tem árvores grandes.</u> Quando tá quente pra ela também não é um problema, porque ela é uma árvore. Então clima quente e chuvoso não é um problema pra ela...</p>		<p>“[...] as chuvas fortes são um fator determinante na formação de pântanos. [...] A vegetação é muito variada, com árvores de médio e grande porte, como na Amazônia.”</p>
<p>Aluno Daniel: [...] ele (lobo guará) pode cavar o solo para beber água, entendeu? Aluna Marcela: <u>Você não leu não? Não ouviu? Ele vai cavar três metros de profundidade?</u></p>		<p>“[...] Para achar a grande reserva de água, é necessário ir fundo, em camadas mais profundas do solo.”</p>

Os desenhos das cartas e as descrições dos ambientes afetaram os sujeitos da pesquisa, trazendo conhecimentos sobre as características das espécies e dos ambientes, estimulando a criatividade para a elaboração das justificativas, trazendo elementos para discussões entre os jogadores, provocando desvios que não eram esperados. Para a TAR, “quanto mais aliados um *actante* possui mais forte e indispensável ele se torna” (COUTINHO, et al., p.398). Nesse caso, é possível identificar diferentes *actantes* formando uma rede. As translações entre esses *actantes* podem estabilizar-se por meio de traços duráveis e significativos para os processos de aprendizagem (BLOCK; JENSEN, 2011, p. 167).

Existe, ainda, a possibilidade de que os elementos do jogo estabeleçam conexões complexas a ponto de desenvolverem a aprendizagem dos alunos. Para a TAR, a aprendizagem é resultado das interações entre o sujeito e os *actantes* à sua volta. Os *actantes* são reconhecidos como “tudo o que existe ou pode existir, produzindo ou sofrendo efeitos pela ação de outras.” (MELO, 2011, p. 179).

A mobilização de termos relacionados a seleção natural durante o jogo

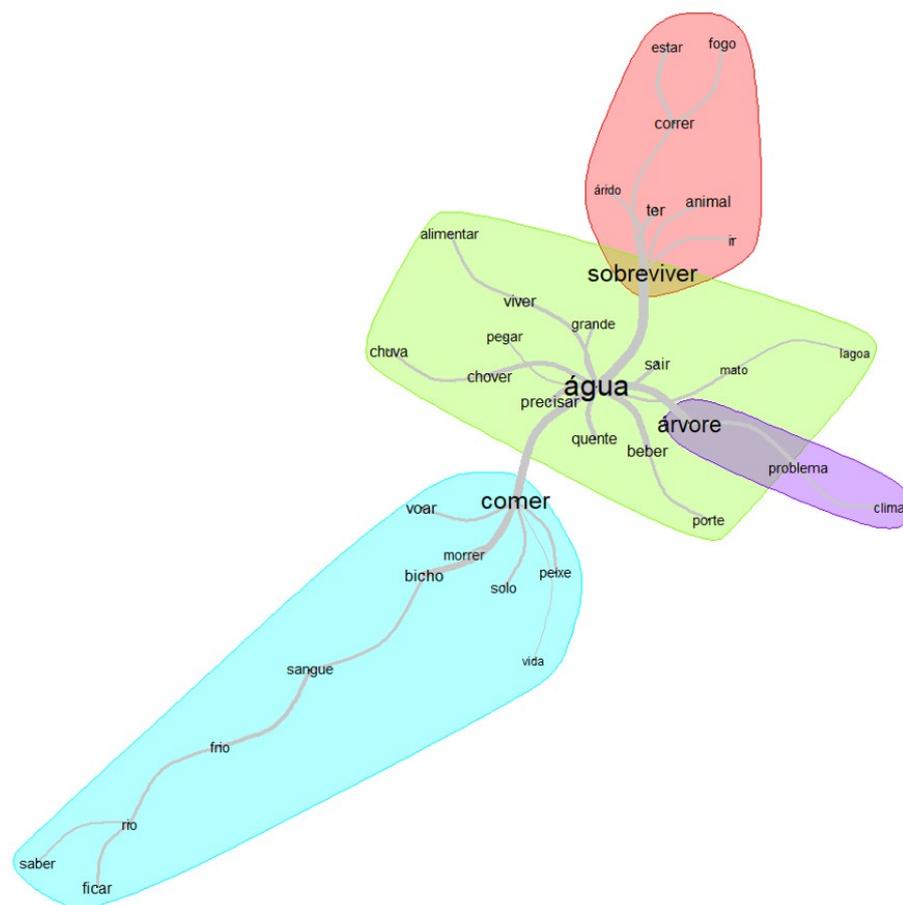
Para compreender a mobilização e associações dos *actantes* humanos e não humanos relacionados à seleção natural, usamos o programa Iramuteq. Optamos pela “análise de similitude”. Essa análise revela a conexão entre as palavras mobilizadas nas interações dos

alunos por meio de árvores máximas. Essas árvores nos possibilitam representar as associações da rede heterogênea que se formou enquanto os estudantes jogavam. A análise de similitude busca “estudar a proximidade e as relações entre os elementos de um todo, na forma de árvores máximas: o número de ligação entre dois itens em evolução” (MARCHAND; RATINUAD, 2012, p. 688). O programa possibilitou a visualização da conexão entre os *actantes* relacionados a seleção natural que foram mobilizados pelos alunos. Desta forma, podemos compreender as provocações do jogo em relação ao tema.

As associações estabelecidas pelos alunos podem contribuir para a formação de uma rede de aprendizagem baseada na teoria da evolução biológica. Quanto maior o número de associações, mais complexa será essa rede, por isso, optamos por analisar somente os grupos mais engajados. As discussões e os termos utilizados durante o jogo, em conjunto com as imagens e as descrições dos ambientes no livro de regras, provocam os alunos, e a mobilização de diferentes entidades humanas e não humanas corroboram para formação de um corpo afetado. Para Latour “quando um indivíduo aprende, ele se deixa afetar e se torna cada vez mais diferenciado porque terá estabelecido mais e mais conexões, tornando-se mais interessante e enriquecido na relação com o seu entorno (uma rede de elementos variados e heterogêneos do qual ele também é parte)” (MELO, 2011, p. 182).

Dos oito grupos que foram formados, cinco demonstraram maior envolvimento e comprometimento ao jogar, ou seja, 62,5% dos participantes da pesquisa interagiram da forma esperada e 37,5% apresentaram dificuldades e mostraram certo desinteresse pelo jogo. Dos cinco grupos mais engajados, selecionamos três para nossas análises. Cada grupo foi analisado separadamente. No primeiro grupo, destacamos, com base na árvore máxima apresentada na figura 4, algumas palavras centrais: sobreviver, água, árvore e comer. Essa centralidade indica que esses *actantes* atuaram fortemente na rede, e por essa razão podem ser classificados como mediadores.

Figura 4 - Árvore máxima de similitude do corpus textual do grupo 1.



Fonte: Autoria própria.

Acreditamos que as palavras destacadas foram fundamentais na elaboração das hipóteses e deram sentido às justificativas dos alunos. Destacamos a centralidade da palavra “sobreviver”. A sobrevivência é um dos pilares da seleção natural, “o indivíduo mais bem adaptado sobrevive e deixa mais descendentes do que o menos adaptado, o que conduz ao declínio de sua variedade ou espécie, eventualmente conduzindo-a à extinção” (CARMO, BIZZO, MARTINS, p.211, 2009). Pela árvore de similitude observamos que alguns alunos estabeleceram conexões à palavra “sobreviver”. As falas abaixo fazem referência ao fato:

Aluno Pedro: A coruja ela pode encontrar água, bem longe, mas pode! Mas ela consegue sobreviver lá. Deve ter umas minhocas por lá também para ela comer...

Aluna Paula: Ééé... quando chove a orquídea pega, sabe a árvore? Ela num tem a raiz longa? Então, ela também vai pegar a água da árvore. Ela vai roubar a água da árvore. Ela vai lutar até o ultimo segundo para sobreviver

Aluno Fábio: Então agora eu escolho o canarinho! É um exemplo que nós tem aqui no cerrado. Nós tem muito no cerrado. O canarinho é um pássaro de porte pequeno, ou seja, quando ele for beber água, ele não precisa beber muita água. Tá ligado? É mais fácil para sobreviver.

Aluno Pedro: Eu vou jogar um cacto, porque ele não precisa de muita água. Ele consegue sobreviver no sol, ele consegue sobreviver em temperaturas altas. E quando tiver chovendo... ele não precisa de muita água! E quando tiver sol ele vai conseguir sobreviver.

Aluna Paula: Olha, eu vou jogar uma onça pintada, porque novamente é o único que dá pra jogar. Mas a onça pintada é esperta, ela sabe correr rápido, ela saber caçar e ela pode beber água quando ela roubar de alguém. Ela sobrevive!

Aluno Fábio: Eu vou botar o mico leão dourado, porque ele é um macaco e as árvores estão pegando fogo de lá, ele ia para as árvores de cá, entendeu? Ele vai em sentido contrário do fogo, muito rápido... vai sair correndo do fogo pelas árvores. Ele vai para muito longe do fogo e consegue sobreviver.

Aluno Daniel: Eu vou jogar o veado. Sabe por que o veado? Vocês já viram Rei Leão? Quando pega fogo assim nos trem ele corre em direção contrária e o fogo não pega ele. Quando ele tá cercado ele pula! Ele não vai morrer na mata em chamas.

Aluna Marcela: Eu jogarei o cacto, porque... porque é uma região seca, é uma região árida, com pouca chuva. Se chover, ele vai sugar a água da chuva, vai ter mais reserva e daí ele vai conseguir sobreviver mais tempo sem chuva. E como é um clima árido não chove quase nunca, vai ficar muito quente. O solo é árido.

A figura 4 também mostra a associação do termo “sobreviver” aos *actantes*: água, correr, ter, animal, árido, etc. Com isso, percebemos que os alunos buscavam elementos para justificar a sobrevivência das espécies em cada um dos ambientes. As falas dos alunos descritas anteriormente confirmam essas associações. A ligação entre essas palavras mostra como alguns elementos atuaram no momento em que o grupo pensava em situações e características que garantem a sobrevivência dos seres vivos.

Além disso, a ligação entre as palavras “água” e “vive” (FIGURA 4) aponta para a atuação de um segundo *actante* fundamental para a compreensão da seleção natural: a adaptação. A fala abaixo mostra um dos alunos justificando a sobrevivência de uma determinada espécie reptiliana, que possui hábitos semiaquáticos, em um ambiente que foi atingido por chuvas intensas.

Aluno Pedro: Não, é sério. Ela pode viver na água, porque ela também vive. E no barro... lá no solo ela pode andar normalmente. E ela pode comer os outros animais também... e com o aumento do nível das águas ela pode comer os peixes também. E assim, ela pode sobreviver né, quando tiver chuva.

O mesmo ocorreu no exemplo seguinte, por meio da conexão entre as palavras “água” e “árvore” (FIGURA 4). O aluno afirma que a espécie arbórea em questão está adaptada a ambientes com grande disponibilidade de água e por isso estaria apta para sobreviver em um ambiente onde o clima é chuvoso.

Aluno Fábio: Ó galera... Vou botar a minha Sumaúma. É uma árvore, é um lugar que chove muito. Clima chuvoso não é um problema pra ela, porque ela é uma árvore, então ela gosta de água. Então, bastante água pra ela é incrível. Dá pra ver aqui que ela é uma árvore grande, e aqui falou que lá tem árvores grandes. Quando

tá quente pra ela também não é um problema, porque ela é uma árvore. Então clima quente e chuvoso não é um problema pra ela...

A mobilização desses *actantes* possibilita a construção de uma rede que evidencia uma aprendizagem, constituída por fatores e termos que conduzem a seleção natural, como a sobrevivência e a adaptação. A associação entre os alunos e diferentes elementos que integram a evolução biológica contribui para a formação de um corpo diferenciado e híbrido. A partir dessas análises, percebemos que o jogo proporcionou aos alunos novas experiências que possibilitaram novas associações, estimulando o pensamento científico.

Destacamos também a centralidade da palavra “comer”. Essa ocorrência indica que a disponibilidade de alimento foi um fator discutido e usado com frequência pelo grupo 1 (FIGURA 4).

Aluno Pedro: E pode ter peixe lá pra ele se alimentar. E vai ter peixes de várias espécies. E assim o jacaré vai poder sobreviver.

Aluna Marcela: A ema vai ter a lagoa pra tomar água! Se ela for carnívora tem os peixinhos, vai ter o sapinho cururu pra ela se alimentar! Vai ter as algas da lagoa, tem a água da lagoa, tem... tem os matinhos da pampa, entendeu? Ela sobrevive...

Aluno Daniel: Sabe por que eu escolho a borboleta? Porque isso aqui é um campo, tem flores e ela se alimenta de néctar. Entendeu?

Aluno Fábio: O canarinho pode comer folha, ele pode comer grama, ele pode comer frutinha que dá nas árvores. Ele faz a casa dele, um ninho pra ele em cima das árvores. Então é muito bom!

Aluna Paula: O sapo cururu, porque é a única carta que eu tenho que cabe aqui. E tem lagoas, ele pode viver na lagoa, ele pode se alimentar de mosquitos, insetos.

Podemos considerar que os alunos compreendem o papel da alimentação na evolução biológica, sendo uma condição fundamental para a manutenção das espécies. Sem a energia proveniente dos alimentos, os seres são incapazes de reproduzir, realizar suas atividades e por isso são levados a morte. Na árvore de similitude (FIGURA 4), o grupo que envolve a palavra “comer” revela uma associação desta com os *actantes*: voar, morrer, solo, peixe, vida, água. Essas associações podem validar a afirmação anterior, graças a conexão entre a palavra “comer” e “morrer”.

A figura 5 apresenta as palavras centrais do grupo 2, são elas: conseguir, ter, ser, animal, sobreviver, água e árvore. Novamente, os *actantes*: “sobreviver” e “água” foram mobilizados. O aparecimento desses elementos em mais de um grupo pode indicar uma tendência, por parte dos alunos, a associar a teoria evolutiva à luta pela sobrevivência, e a existência de fatores que determinam o resultado final da ação da seleção natural sobre as espécies, como a disponibilidade de água, alimento, etc.

Aluno João: Ele poderia conseguir bicar os cactos para conseguir água. O risco que ele corre de pousar no chão, porque ele teria que pousar no chão, ele não pode botar as patas né, porque o cacto é o cacto... ele poderia ser pego por outro animal.

Aluno Alex: O tucano. A minha é bem parecida com a dela, eu acho que ele conseguiria usar o bico forte que ele tem pra conseguir penetrar no cacto e assim conseguir água. A mesma justificativa vai para as frutas né, que ele conseguiria.

Aluno João: Seria bem difícil pra ele sobreviver sem água e no desmatamento...

Aluna Joana: Sapo cururu... Eu acho que na caverna tem muita água né, e ele também poderia pegar os insetos que tem dentro da caverna.

Aluna Maria: Cachorro do mato, ele sobreviveria, porque lá tem água. Ele poderia se esconder na caverna também, né...

Aluno João: Cágado. Porque é um animal que vive no escuro, na umidade, perto de represas que ele possa sair. Ele come plantas e insetos variáveis assim... para a sobrevivência dele. E só com água assim, ele pode absorver essa água da represa onde ele está, para ele não morrer de sede né, de desidratação.

Aluna Ana: O bicho preguiça. Porque o único lugar no Brasil que ele vai viver é na Amazônia, porque ele não vai sobreviver em altas temperaturas, então a Amazônia é um lugar úmido pra ele viver. Ele pode sobreviver nas árvores altas, vai ter alimento e água pra ele. O único perigo mesmo é ele descer e encontrar outro predador, mas ele consegue viver na Amazônia muito bem.

Aluna Ana: Sapo cururu, porque lá tem muita água, então ele vai conseguir se adaptar ao clima. Tem todo alimento que ele precisa, insetos, frutinhas... tudo o que ele vai precisar pra sobreviver. A questão dos predadores... aí é um problema, mas ele pode se esconder na água.

A palavra “conseguir”, destacada na árvore de similitude do grupo 2, está ligada aos *actantes*: alimento e fugir. Essa conexão indica que os alunos também associaram a seleção natural, à disponibilidade de alimento e ao comportamento de fuga. A habilidade para fugir do perigo presente em um determinado ambiente, seja pela presença de um predador ou por condições ambientais de clima, solo, etc., confere ao ser vivo uma vantagem na luta pela sobrevivência.

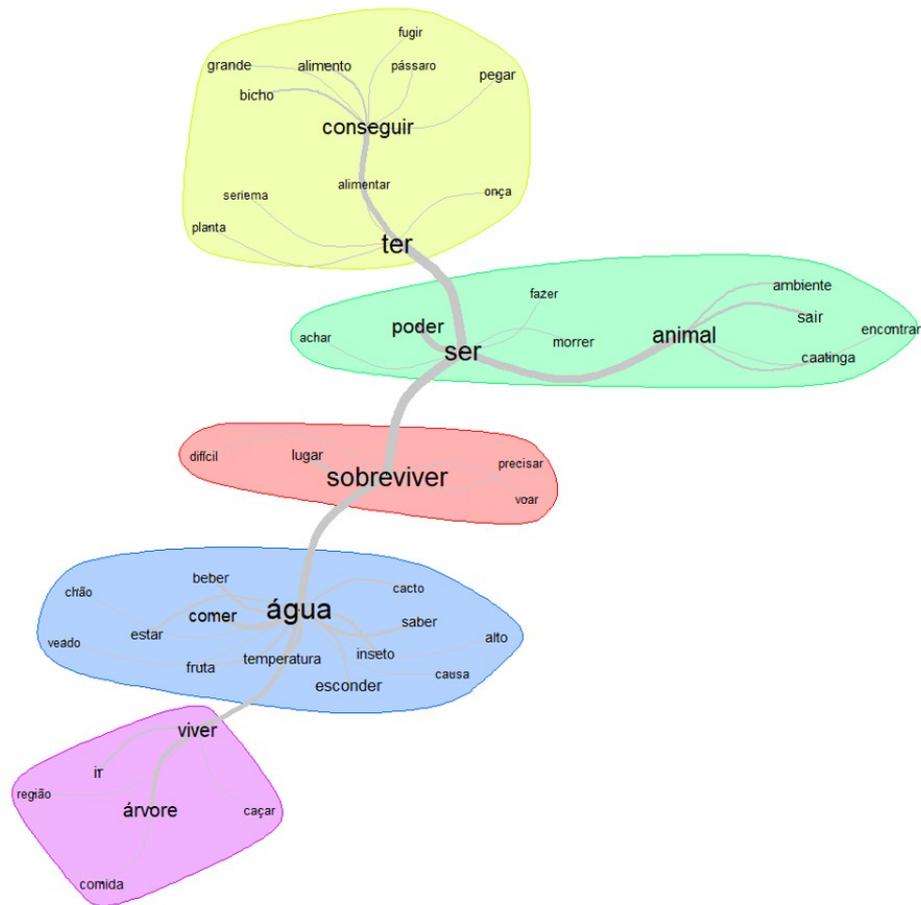
Aluna Joana: O canarinho, eu acho que é porque ele consegue pegar vários bichinhos do chão né, para se alimentar, porque ele voa.

Aluna Maria: Morcego frutífero, porque na época que não tá tão seco na caatinga ele consegue se alimentar do que tem lá, vai ter bastante fruta na caatinga. Ele também consegue perfurar o cacto pra pegar água e na época da seca ele pode migrar para outra região.

Aluno João: Não, comida ele poderia arranjar os outros animais que sobraram... eu não sei como ele conseguiria água e fugir desse ambiente desmatado... ele é um bicho bem ágil até... mas água eu não sei explicar como ele conseguiria

Aluno João: Arara azul... ela é uma espécie do tipo voador que é herbívora, então come várias frutas. Ela tem água para se hidratar, também nunca passaria calor e desidratação por causa da umidade do ambiente. E os perigos dos mamíferos que poderiam atacar ela, acho que ela conseguiria facilmente fugir.

Figura 5 - Árvore máxima de similitude do corpus textual do grupo 2.



Fonte: Autoria própria.

A árvore de similitude referente ao terceiro grupo se estruturou em torno dos seguintes *actantes*: sobreviver, água, lugar, ser, alimentar (FIGURA 6). A palavra “lugar” ocupou pela primeira vez o eixo central, ou seja, no grupo 1 e 2 esse elemento não se destacou. A mobilização desse *actante* indica que, para alguns alunos do grupo 3, devemos considerar o local onde o ser vive quando pensamos em evolução. Essa ocorrência também faz referência ao termo “adaptação”. As justificativas abaixo foram elaboradas com base nas características que conferem vantagens aos organismos e possibilitam a sua permanência em um ambiente. A associação do termo “lugar” às redes de aprendizagem construídas pelo grupo 3, que fazem referência à adaptação das espécies, apontam para uma compreensão mais complexa sobre a seleção natural.

Aluna Flávia: Eu escolho então a canela de ema, porque como a gente pode ver ela é uma árvore de pequeno porte. Ela tem folhas... se eu não me engano, essa árvore é a que fecha as folhinhas de noite pra não perder água pro ambiente. Então eu acho que ela seria uma ótima opção para viver na caatinga. Ela é uma árvore de lugares

secos, eu acho que ela é do cerrado, mas eu acho que ela sobreviveria na caatinga, porque ela gosta de calor. Eu acho que é isso!

Aluna Luana: Iguana, porque que ela sobreviveria na caatinga? Porque ela é um réptil e répteis gostam de calor e eles se alimentam geralmente de insetos, e na caatinga eu tenho certeza que tem insetos. Na caatinga é seco, é quente, e bichos igual a iguana gostam de lugares secos e eles não tem dificuldade de sobreviver em lugares secos, porque ele não precisa de tanta água igual os outros animais.

Aluna Flávia: Eu vou escolher a perereca, por causa que elas gostam de lugares úmidos, por isso que elas ficam no banheiro da gente. E tipo assim, elas também podem viver em charcos, charcos são molhados. Elas podem viver de baixo de pedra, que é escuro. Então, a caverna que é úmida e escura é o lugar propício para ela viver e se alimentar, porque passam alguns insetos por ali, tem insetos em todo lugar, formiga e tudo mais, então ela conseguiria se alimentar e se reproduzir porque é o lugar propício pra ela. É isso... e calor, porque eu acho que elas gostam de calor também, caverna costuma ser bem calor lá dentro.

Destacamos também, no grupo 3, a mobilização de um *actante* fundamental para a compreensão da evolução biológica: a reprodução. Esse termo aparece na árvore de similitude associado a palavra central “ser”.

Aluno Enzo: Gente, eu escolho o martim pescador, porque é uma ave. As aves conseguem se locomover de um lugar para outro e ambientes mais quentes pras elas podem talvez ser uma boa opção, porque primeiramente elas colocam os seus ninhos nos galhos das árvores e como seria um local quente, eles poderiam reproduzir melhor os ovinhos, porque eles precisam ficar quentinhos pra conseguir reproduzir de forma boa. Eles conseguem levar comidas nos seus bicos de um lugar para outro, então qualquer ambiente próximo que houvesse uma vida mais fácil, eles poderiam levar os alimentos para os seus filhotinhos lá na florestinha.

Aluno Enzo: Então vamos lá. A minha escolha é o sapo cururu. Ele conseguiria sobreviver principalmente nas entradas das cavernas, porque tem água. São ambientes úmidos para os sapos, eles conseguiriam se reproduzir bem, até porque também teriam muitos fungos que ajudariam na reprodução dos girinos deles. Então, eles conseguiriam reproduzir bem nas entradas nas cavernas e seria um habitat bom. Eles não conseguiram sobreviver dentro das cavernas, mas na porta sim... até porque haveria água e é um ambiente úmido que eles precisam pra poder gerar os girinos deles.

Aluna Flávia: Eu vou escolher a perereca, por causa que elas gostam de lugares úmidos, por isso que elas ficam no banheiro da gente. E tipo assim, elas também podem viver em charcos, charcos são molhados. Elas podem viver de baixo de pedra, que é escuro. Então, a caverna que é úmida e escura é o lugar propício para ela viver e se alimentar, porque passam alguns insetos por ali, tem insetos em todo lugar, formiga e tudo mais, então ela conseguiria se alimentar e se reproduzir porque é o lugar propício pra ela. É isso... e calor, porque eu acho que elas gostam de calor também, caverna costuma ser bem calor lá dentro.

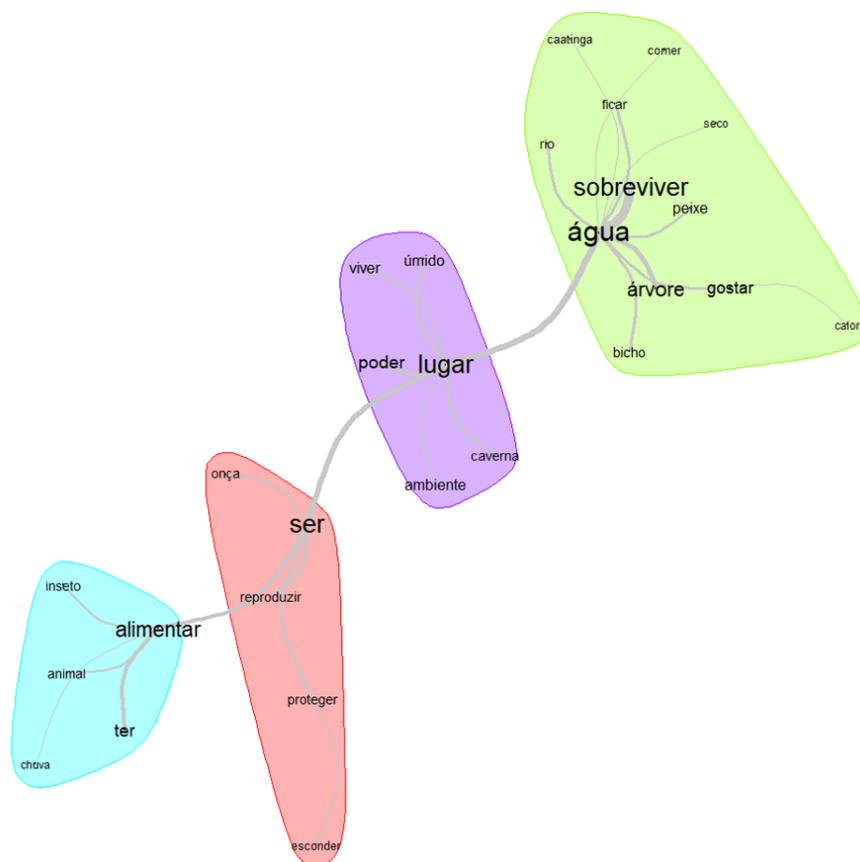
Aluno Rafael: As borboletas conseguiriam sobreviver nesse local, porque é um local onde tem várias espécies de plantas, vários insetos, várias coisas. Elas conseguiriam se alimentar, se reproduzir. As lagartas conseguiriam fazer seus casulos nas árvores, pois é o lugar que elas fazem né, nas árvores e conseguiriam reproduzir. É isso. E elas poderiam sair por aí, batendo as asas.

Aluno Enzo: Gente, o pampa ele é úmido, ele tem rios, uma garça consegue sobreviver tanto em rios como em terra. Naturalmente, ela come bicho de água né, peixes, coisas assim do tipo, então nesses pequenos rios elas conseguiriam sobreviver e se reproduzir. Talvez... não, é isso.

Aluna Flávia: Então, a coruja, porque em um período chuvoso não tem sol, é escuro, então a coruja vai conseguir sobreviver. E tipo assim, pode ser uma floresta, um lugar na floresta... e tipo assim, vamos supor, nas florestas temperadas chove muito e as corujas conseguem sobreviver nas florestas temperadas, então acho que as corujas iam conseguir sobreviver. Até porque elas botam os seus ovos dentro de troncos de árvores, então não ia ter perigo nessa questão de reprodução. Acho que é isso.

As falas mostram que os alunos também associaram os processos evolutivos à reprodução dos organismos. Essa ligação não ocorreu nos outros grupos. Mais uma vez o grupo 3 se aproxima ao sentido real e científico da teoria. Considerando que os três grupos elaboravam suas justificativas com base na sobrevivência das espécies, é possível afirmar que esses alunos compreendem o papel da reprodução para a manutenção das espécies e das características ao longo das gerações. Também houve uma preocupação em relação às condições de temperatura e umidade dos ambientes para os seres se reproduzirem.

Figura 6 - Árvore máxima de similitude do corpus textual do grupo 3.



Fonte: Autoria própria.

Após as análises fundamentadas pelas árvores de similitude e pelas falas dos alunos, observamos que o jogo provocou a mobilização de termos que integram a seleção natural, e por isso podemos considerar que houve a construção de uma rede de aprendizagem nos grupos mais engajados. O nível de complexidade dessa rede não pode ser mensurado, pois não houve um momento de discussão entre a professora e os alunos após o jogo. Essa sistematização após a prática poderia fortalecer as associações que foram estabelecidas, além de criar novas possibilidades de conexões que afetariam ainda mais os alunos.

Os termos mais articulados pelos alunos foram: sobreviver, água e comer/alimentar. Essa similaridade pode indiciar que o jogo performou, para os três grupos, uma compreensão sobre o processo evolutivo baseada, principalmente, na sobrevivência das espécies. O destaque às palavras “água” e “comer” mostram que, para os alunos, esses elementos são importantes para a manutenção da vida.

O sentido de “adaptação” também esteve presente em alguns grupos, não de forma direta, mas as conexões entre as palavras e as transcrições das falas mostraram que alguns alunos tiveram o cuidado em mencionar as características dos organismos que os permitiam sobreviver e se reproduzir em um ambiente.

As transcrições também mostraram que o jogo promoveu a aprendizagem por pares, pois foi capaz de incentivar o diálogo e a reflexão em conjunto. Algumas falas indicavam que os estudantes buscavam elementos para convencer os colegas. Em alguns momentos, esses elementos iam além dos conhecimentos disponíveis nos materiais do jogo. Eles mencionavam situações e experiências do cotidiano para justificar suas escolhas e ganhar votos.

Aluno Daniel: Eu vou jogar o veado. Sabe por que o veado? Vocês já viram Rei Leão? Quando pega fogo assim nos trem ele corre em direção contrária e o fogo não pega ele. Quando ele tá cercado ele pula! Ele não vai morrer na mata em chamas .

Aluna Marcela: Eu jogarei o cacto, porque... porque é uma região seca, é uma região árida, com pouca chuva. Se chover, ele vai sugar a água da chuva, vai ter mais reserva e daí ele vai conseguir sobreviver mais tempo sem chuva. E como é um clima árido não chove quase nunca, vai ficar muito quente. O solo é árido.

Aluno Pedro: O cacto não precisa de água para sobreviver.

Aluna Marcela: Precisa sim!

Aluna Paula: Precisa. Eu tenho cacto em casa e você quer discutir comigo?

Os alunos também usavam expressões na tentativa de chamar a atenção dos demais participantes. Vale destacar que, quando uma discussão é realizada entre pares, a aprendizagem pode ocorrer de forma mais rápida e leve (PINTO, et al., 2012).

Aluno Fábio: Ó galera... Vou botar a minha Sumaúma. É uma árvore, é um lugar que chove muito. Clima chuvoso não é um problema pra ela, porque ela é uma árvore, então ela gosta de água. Então, bastante água pra ela é incrível.

Aluno Daniel: Sabe por que eu escolho a borboleta? Porque isso aqui é um campo, tem flores e ela se alimenta de néctar. Entendeu?

Os alunos também recebiam um *feedback* imediato em relação às suas dúvidas e afirmações. Esse *feedback*, na maioria das vezes, era certo, contribuindo positivamente para os objetivos do jogo e para a construção da aprendizagem.

Aluna Marcela: Mas você falou um negócio errado, o que eu falei tá certo, porque a arara azul vai caçar outro local pra ela comer. Os bichos vão todos morrer praticamente... morrer não, mas eles vão sofrer.

Aluno Fábio: Mas que bicho o que? A arara é herbívora velho.

Aluno João: Mas ela não é um animal mais aquático?

Aluno Alex: Não, a seriema não. Você nunca viu a seriema andando por aí na cidade não?

Em geral, percebemos que o jogo afetou os grupos de formas bem parecidas. Sendo assim, podemos considerar que o nosso produto é um possível mediador, com potencial para ser usado nas aulas de biologia para sistematizar e/ou revisar o tema teoria evolutiva. As análises mostraram que o jogo ofereceu oportunidades de aprendizagem a partir da mobilização de *actantes* que são importantes para a compreensão da seleção natural.

9. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esse estudo ator-rede com a descrição dos dados mostrou a atuação de alguns *actantes* antes e após o jogo, que foram fundamentais para compreender as provocações, limitações, falhas e possibilidades manifestadas por meio do jogo Evoluixit. Inicialmente, observamos nos resultados da pesquisa o impacto do tempo estipulado para os alunos jogarem (duas aulas de 50 minutos). Para os grupos menos engajados esse tempo foi suficiente e para os grupos mais engajados o tempo foi curto, sendo necessária a interrupção do jogo pela professora/pesquisadora. A partir dessas observações, podemos destacar o bom envolvimento de alguns grupos, que elaboraram hipóteses mais longas, complexas, impossibilitando o término do jogo no horário proposto. Entretanto, o mesmo não ocorreu com todos os alunos. A falta de envolvimento de alguns grupos levou à elaboração de hipóteses curtas, o que impactou nas interações dos grupos, provocando a desistência e o término do jogo antes do tempo estipulado. Com isso, percebemos que os grupos se deixaram afetar pelo jogo de formas diferentes. O jogo evidenciou o aluno que apresentou dificuldades para formular hipóteses e discutir sobre seleção natural e biodiversidade brasileira, além de colocar à mostra o aluno desinteressado em aprender e em participar da prática.

As transcrições das falas mostraram que os estudantes apresentaram dificuldades em reconhecer algumas espécies representadas nas cartas do jogo, inclusive espécies que são típicas da região em que vivem. Esse dado indica que existem problemas na educação quando o assunto é biodiversidade. Por esta razão, sugerimos a introdução de algumas informações extras ao jogo em relação as características de cada uma das espécies. Essas informações poderiam transformar a forma como os alunos pensam, fazem, aprendem e agem dentro do jogo. Essa sugestão representa um desvio na rede, a partir das mobilizações dos alunos novas associações, não esperadas pelos autores, foram estabelecidas, o que levou à necessidade de reparos para o aperfeiçoamento do jogo.

Percebemos também que alguns *actantes*, como os desenhos nas cartas e as descrições dos ambientes, afetaram os alunos. Ambos forneceram elementos que transformaram o jogo, possibilitando associações que auxiliaram os estudantes na elaboração das hipóteses e nas discussões, além de estimular a criatividade. Essas associações provocadas por esses elementos, podem contribuir para a construção de uma rede de aprendizagem sólida pelos alunos. Uma vez que, para a TAR, a aprendizagem se constrói a partir das interações entre o sujeito e todos os *actantes* a sua volta.

O programa Iramuteq possibilitou, por meio das árvores de similitude, a visualização de algumas associações entre *actantes* importantes para a compreensão da teoria evolutiva. Os esquemas apresentaram alguns termos centrais que foram utilizados pelos alunos e sua conexão com outros elementos. A mobilização se concentrou principalmente nos termos: sobreviver, água e comer/alimentar. Esses elementos se repetiram nos três grupos mais engajados. Sendo assim, percebemos que, para esses alunos, a seleção natural é um processo que se baseia na luta pela sobrevivência. O termo “adaptação” não esteve presente de forma direta, mas as conexões entre as palavras e as transcrições mostraram que para justificar a sobrevivência de uma espécie, os alunos faziam referência às características que conferiam vantagem a ela em um determinado ambiente.

Após as análises, os autores consideraram que algumas alterações podem aperfeiçoar o uso do jogo. Não foi possível realizar tais modificações no decorrer da presente pesquisa, porém deixamos algumas recomendações que podem ajudar os professores que desejam se inspirar em Evoluxit para o ensino do tema.

- Reduzir o número de casas no tabuleiro e/ou diminuir o número de rodadas/cartas de ambientes, com o propósito de tornar o jogo menos extenso e cansativo.
- Disponibilizar um caderno com descrições básicas sobre cada espécie, ou adicionar às cartas de cada ser vivo tais descrições. Essas informações extras podem ajudar os alunos na elaboração de suas justificativas.

Com base nessas análises, consideramos que Evoluxit é uma ferramenta diferenciada e com potencial para ser utilizada nas aulas de evolução biológica a fim de sistematizar ou problematizar o conteúdo. O jogo possibilita a mobilização de termos importantes para a seleção natural e as imagens nas cartas possuem potencial para estimular a criatividade dos alunos e atuar na rede de aprendizagem que se forma ao jogar. Os alunos que se deixaram afetar pelo jogo, apresentaram resultados positivos. Foi com base nesses dados que identificamos as potencialidades do jogo em relação a aprendizagem do tema. Entretanto, acreditamos que os grupos menos engajados também se beneficiaram ao jogar. Mesmo com pouca interação, observamos que durante o jogo os alunos pensaram e elaboraram suas hipóteses (mesmo que curtas), isso indica que houve interação entre os integrantes; e é essa interação que possibilita a formação de redes heterogêneas que contribuem para a aprendizagem.

10. REFERÊNCIAS

- ABRANTES, P.; ALMEIDA, F. P. L. de. Criacionismo e darwinismo confrontam-se nos tribunais: da razão e do direito. **Episteme**, Porto Alegre, v.11, n.24, p. 357-401, jul./dez. 2006.
- ALMEIDA, A. V. de; FALCÃO, J. T. da. R. A estrutura histórico-conceitual dos Programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 1, p. 17-32, 2005.
- ALVES, I. P.; CASTRO, M. M. C.; ROCHA, B. A. A.; SANTOS, D. C. L.; LEAL, L. M.. Era da (des) informação: negacionismo e desvalorização da ciência na estratégia bolsonarista frente à pandemia da covid-19. **Revista Serviço Social em Perspectiva**, v. 7, n. 1, p. 08-24, 2023.
- ARAÚJO, A. C.; ROQUE, F. Alta eficácia de material didático para o ensino de evolução por seleção natural. **Holos**, v. 6, 2022.
- AZEVEDO, V. Possibilidade de utilização de boardgame em sala de aula para desenvolvimento criativo e interpretativo do estudante. **Anais IV SINALGE...** Campina Grande: Realize Editora, 2017
- BARBOUR, I. G. **Religion in an Age of Science**. San Francisco: Harper San Francisco, 1990.
- BELEI, R. A. et al. O uso de entrevista, observação e videogravação em pesquisa qualitativa. **Cadernos de educação**, n. 30, 2008.
- BEZERRA, R. G.; SUESS, R. C. Abordagem do bioma Cerrado em livros didáticos de Biologia do Ensino Médio. **Holos**, Natal, v. 1, n. 29, p. 233-242, 2013.
- BISHOP, B.A.; ANDERSON, C. W. Student conceptions of natural selection and its role in evolution. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, p.415-427, 1990.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: MEC, 2017.
- BRAUNSTEIN, G. K. **A evolução biológica segundo os autores de livros didáticos de Biologia aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático (PNLD 2012): buscando um eixo integrador**. 2013. 203 p. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- BRUMBY, M. N. Misconceptions about the concept of natural selection by medical biology students. **Science Education**, v. 68, n. 4, p. 493-503, 1984.
- CAIRES-JUNIOR, F. P. C.; ANDRADE, M. A. B. A relação entre os conhecimentos presentes na literatura científica e nos livros didáticos de biologia sobre evolução biológica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 3, p. 60-83, 2015.

CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A, K, C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Caderno dos núcleos de Ensino**, 2003.

CARNEIR CANTO, A. R.; ZACARIAS, M. A. Utilização do jogo Super Trunfo Árvores Brasileiras como instrumento facilitador no ensino dos biomas brasileiros. **Ciências & Cognição**, v. 14, n. 1, p. 144-153, 2009.

CARNEIRO, A. P. N.; ROSA, V. L. Três aspectos da evolução: concepções sobre Evolução Biológica em textos produzidos por professores a partir de um artigo de Stephen Jay Gould. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5., 2003, São Paulo, **Atas...**, São Paulo: USP, 2003.

CARNEIRO, A.P.N. **A Evolução Biológica aos olhos de professores não-licenciados**. 2004. 136 p. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica) - Centro de Ciências Físicas e Matemáticas, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.

CARVALHO, N. R. **Desembaralhando a evolução: um jogo para o ensino dos conceitos evolutivos**. 2015. 34f. Monografia (Especialização em Genética) Universidade Federal do Paraná, Apucarana, 201

CARVALHO, G. S.; CLÉMENT, P. Projecto Educação em Biologia, Educação para a Saúde e Educação Ambiental para uma melhor cidadania“ análise de manuais escolares e concepções de professores de 19 países (europeus, africanos e do próximo oriente)”. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.7, n.2, p. 1-21, 2007.

CHAVES, S. N. **Evolução de idéias e idéias de evolução: a evolução dos seres vivos na ótica de aluno e professor de biologia do ensino secundário**. 1993. Mestrado em Educação – Universidade Estadual de Campinas. Campinas. 1993.

CIMERMANOVÁ, I. Graphic Novels in Foreign Language Teaching. **Journal of Language and Cultural Education**, v. 2, n. 2, p. 85-94, 2014.

COELHO, I. M. A.; SILVA, F. A. R. Elaboração e aplicação de rpg didático como proposta para o ensino de biomas brasileiros. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v. 4, n. 1, p. 13-13, 2020.

CORTEZ, E. P. M. **Descobrimdo a seleção natural: uma proposta de ensino baseada na história da ciência**. 2018. 258 p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo. 2018.

COSTA, T. B.; SANTOS, M. P.; LARANJEIRAS, D. O.; GUIMARÃES, L. D. A visão do bioma Cerrado no Ensino Fundamental do município de Goiânia e sua relação com os livros didáticos utilizados como instrumento de ensino. **Polyphonia**, v. 21, n. 1, jan./jun., 2010.

COUTINHO, F. A.; RODRIGUES E SILVA, F. A.; MATOS, S. A.; SOUZA, D. F.; LISBOA, D. P. Proposta de uma unidade de análise para a materialidade da cognição. **Revista SBEnBlo**. n. 7. 2014.

COUTINHO, F. Â.; SILVA, F. A. R. E. Ciência e Religião: uma guerra desnecessária. **Ciência Hoje**, Rio de Janeiro, v. 51, n. 304, p. 18-21, 2013.

DARWIN, C. **A origem das espécies**. São Paulo: Hemus, 2003.

DE OLIVEIRA SOARES, I.; DE ALMEIDA, B. Pesquisa-ensino: a comunicação escolar na formação do professor. **Comunicação & Educação**, v. 17, n. 1, p. 121-126, 2012.

DELISLE, R. What was really synthesized during the evolutionary synthesis? A historiographic proposal. *Studies in History and Philosophy of Science Part C: **Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences***, v. 42, n. 1, p. 50-59, 2011

DESMOND, A.; MOORE, J. **Darwin, a vida de um evolucionista atormentado**, 3ª edição, Geração Editorial, S. 2000.

DOBZHANSKY, T. **Genetic diversity and human equality**. New York: Basic Books, 1973.

FENWICK, T. Knowledge circulations in inter-para/professional practice: a sociomaterial enquiry. **Journal of Vocational Education & Training**, 264-280, 2014.

FENWICK, T.; EDWARDS, R. **Actor-Network Theory in Education**. London, New York: Routledge, 2010.

FERREIRA, M. C.; CARVALHO, L. M. O. D. A evolução dos jogos de Física, a avaliação formativa e a prática reflexiva do professor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 57-61, 2004.

FIGUEIREDO, F. J. Problemas e perspectivas sobre o ensino de Evolução. **Revista Sustinere**, v. 9, n. 2, p. 757-768, 2021.

FRANCO, M. A. S. A pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483-502, dez. 2005.

FREIRE, L. de L. et al. Seguindo Bruno Latour: notas para uma antropologia simétrica. **Comum**, v. 11, nº 26, p. 46-65, 2006.

FREITAS, Y. E.; FERRAZ, K. D. I. A floresta amazônica do ponto de vista dos alunos da 5ª série da rede pública estadual de Manaus, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**, v. 29, n. 4, p. 535-540, 1999.

FUTUYMA, D. J. **Evolução, ciência e sociedade**. **Sociedade Brasileira de Genética**, São Paulo, 2002.

GAUDÊNCIO, F.; CIAVATTA, M. Ensino médio: ciência, cultura e trabalho. **Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica**, 2004.

GOEDERT, L.; DELIZOICOV, N. C.; ROSA, V. L. A formação de professores de biologia e a prática docente – o ensino de evolução. Encontro nacional de pesquisa em educação em ciências, 4., 2003, Bauru. **Anais...** Baurú: ABRAPEC, 2003

GONÇALVES, L. O. **Como a Biologia pode ser Ensinada sem a Eterna Decoreba?** Porto Alegre, 2010. 40 f. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas). Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre-RS, 2010.

GRANDO, R. C. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula.** 239 f. Tese de doutorado –Faculdade de Educação, UNICAMP, São Paulo, 2000

HARMAN, G. Prince of networks: Bruno Latour and metaphysics. Melbourne: Re.Press. historiographic proposal. **Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences**, v.42, n.1, p.50-59, 2009.

JANULAW, A.; SCOTCHMOOR, J. Clipbirds. In: Understanding Evolution, UCMP, Berkeley, CA 2003. Disponível em: <http://www.ucmp.berkeley.edu/education/lessons/clipbirds/> Acesso em 15.05.2011

KAI. Dixit. Meople’s Magazine – Board game talk for meeple and people. Disponível em: <<http://www.meoplesmagazine.com/2010/08/01/dixit/>>.

LATOURE, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora.** Tradução Ivone C. Benedetti; revisão da tradução Jesus de Paula Assis. 2ª ed. São Paulo: Unesp, 2011.

LATOURE, B. **Ciência em ação: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora.** Unesp, 2000.

LATOURE, B. Thou shall not freeze-frame’, or, how not to misunderstand the science and religion debate. **Science, religion, and the human experience**, p. 27-48, 2005.

LATOURE, B. **Reagregando o social: uma introdução à teoria do ator-rede.** Edufba, 2012.

LATOURE, B. **Políticas da natureza: como fazer ciência na democracia.** Bauru: EDUSC, 2004.

LATOURE, B.; WOOLGAR, S. **A vida de laboratório: a produção dos fatos científicos.** Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LAW, J. Notas sobre a teoria do ator-rede: ordenamento, estratégia e heterogeneidade. Trad., Fernando Manso. 1992. Disponível em: <http://www.necso.ufrj.br/Trads/Notas%20sobre%20a%20teoria%20Ator-Rede.htm> Acesso em: 24 jul. 2021.

LEÃO, I. M. S.; CARVALHO, G. S.; SILVA, H. M. Biological evolution and creationism from the perspective of graduate students of biological sciences. **Gondola: enseñanza y aprendizaje de las ciencias**, v. 15, p. 1-21-1, 2020.

LEÃO, I. M. S.; SILVA, H. M.; Araújo, E. S. N. N. Teaching of Creationism: Analyzing the Opinions of a Sample of Brazilians. **Journal of Teaching and Education**, v. 05, p. 171-183, 2016.

LIMA, S. M. de Sá; ARAÚJO, M. dos S.; LIMA, M.M. Metodologias alternativas no ensino de Evolução em uma escola pública do Piauí. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática – RenCiMa**, São Paulo, v.12, n.1, 2021

LOBO, S. I. S.; VIANA, M. V. Análise da experiência com o jogo “galápagos” para o ensino de conteúdos de evolução biológica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.25, 2020.

- LUCKMANN, C. B; SOARES, N. A. A Evolução Biológica na perspectiva de estudantes do curso de Ciências Biológicas de uma Universidade Privada.
- MACHADO, D. R. Análise sobre a abordagem histórica dos conteúdos de Evolução em livros didáticos de Biologia: Uma Experiência Na Formação Inicial De Professores. **Revista Comunicação Universitária**, v. 1, n. 4, 2022.
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia**: histórias e práticas em diferentes espaços educativos. 2009.
- MARTINS, L. A. P. **A teoria da progressão dos animais de Lamarck**. 403f. Dissertação (Mestrado em Genética). Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.
- MARTINS, P. A. L. O papel da Geração Espontânea na Teoria da Progressão dos Animais de J.B.Lamarck. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, São Paulo, n.11, p.57-65,1994.
- MAUAD, A. M. Fotografia e história: possibilidades de análise. **A leitura de imagens na pesquisa social: história, comunicação e educação**. São Paulo: Cortez, p. 19-36, 2004.
- MAYR, E. Populations, species, and evolution: an abridgment of animal species and evolution. v. 19. Harvard University Press, 1970.
- MAYR, t. **Biologia, ciência única**. Editora Companhia das Letras, 2005.
- MEGHLIORATTI, F. A. **História da construção do conceito de evolução biológica**: possibilidades de uma percepção dinâmica das ciências pelos professores de Biologia. 2004. 272fs. (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, UNESP. Bauru, SP. 2004
- MELO, M. F. A. Q. Discutindo a aprendizagem sob a perspectiva da teoria ator-rede. **Educar em Revista**, 2011.
- MEYER, D.; EL-HANI, C. N. **Evolução: o sentido da biologia**. Unesp, 2005.
- MINAS GERAIS. **Currículo Referência de Minas Gerais**. Minas Gerais, 2021.
- MONTEIRO, M. F. **A evocação de comportamentos clinicamente relevantes com o uso das cartas Dixit®**. 2020. 117 p. Dissertação (Mestrado em Psicologia) - Programa de Pós-Graduação em Psicologia, Setor de Ciências Humanas, Universidade Federal do Paraná 2020.
- MORAES, Marcia. A ciência como rede de atores: ressonâncias filosóficas. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 11, p. 321-333, 2004.
- MOTA, H. S. **Evolução biológica e religião: atitudes de jovens estudantes brasileiros**. 2013. 275 p. Tese (Doutorado em Educação) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.
- NASCIMENTO, A. de A. S.; SANTOS, T. T.. TEMA EVOLUÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS. **Revista Dynamis**, v. 29, n. 1, p. 109-130, 2023.

NEHRING, C. M.; SILVA, C.C.; TRINDADE, J. A. O.; PIETROCOLA, M.; LEITE, R. C. M.; PINHEIRO, T. F. As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o Ensino de Ciências através de projetos. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v.2, n.1, p. 1-18, 2002.

OLIVEIRA, B. B. **Performance da Prática como Componente Curricular na formação de Professores de Ciências e Biologia**. 2019. 125. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São João Del-Rei, São João Del-Rei, 2019.

OLIVEIRA, J. R. de. **Proposta de uma sequência didática fundamentada na teoria Ator Rede: o estatuto do embrião**. 2017. 126 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/8548> Acesso em: jul. 2019.

PACHECO, R. B. C; OLIVEIRA, D. L. O homem evoluiu do macaco? Equívocos e distorções nos livros didáticos de Biologia. In: VI Encontro de Perspectivas do Ensino de Biologia, São Paulo, 1997. **Anais...** São Paulo: FEUSP, 1997.

PAIS, H. M. V.; DE SOUZA, S. R. C.; DE SOUZA, S. M.; FERREIRA, A. R. O.; MACHADO, M. F. A contribuição da ludicidade no ensino de ciências para o ensino fundamental/The contribution of playfulness in teaching science to elementary education. **Brazilian Journal of Development**, v.5, n.2, p. 1024-1035, 2019.

PENTEADO, H. D. Pesquisa-ensino: uma modalidade de pesquisa-ação. Pesquisa-ensino: a comunicação escolar na formação do professor. São Paulo: Paulinas, p. 33-44, 2010.

PINTO, L. T. **O uso dos jogos didáticos no ensino de ciências no primeiro segmento do ensino fundamental da rede municipal pública de Duque de Caxias**. Nilópolis, 2009. 132 f. Dissertação (Programa de Pós-graduação Stricto Sensu em Ensino de Ciências). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio de Janeiro, Nilópolis – RJ, 2009.

PINTO, A. S. S.; BUENO, M. R. P.; SILVA, M. A. G. A.; SELLMANN, M. Z.; KOEHLER, S, M, F.. Inovação Didática-Projeto de Reflexão e Aplicação de Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino Superior: uma experiência com “peer instruction”. **Janus**, v. 9, n. 15, 2012.

PODOLSKI, B. **Cinco aspectos dos boardgames modernos**. Estrutura Ludens. 2014

PRADO, L. L. D. Jogos de tabuleiro modernos como ferramenta pedagógica: pandemic e o ensino de ciências. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae(RELuS)**, v. 2, n. 2, p. 26-38, jul./dez. 2018.

REILY, L.; CHATTON, M.; DA SILVA ROSA, A.. Alunos surdos e as imagens no jogo Dixit: a leitura de camadas de sentidos. *Revista Espaço*, p. 103-122, 2017.

ROCHA, H. da C. **Concepção de professores de ensino médio em Ceilândia-Distrito Federal sobre as teorias criacionista e evolucionista e sua influência no ensino**. 2013. 15 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Licenciatura em Biologia a Distância) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

SANTOS, D. R; BOCCARDO, L; RAZERA, J. C. Uma experiência lúdica no ensino de ciências sobre os insetos. *Revista Iberoamericana de Educación*. n. 50/7, p. 2, 2009.

SCHNETZLER, R. P. Construção do conhecimento e ensino de ciências. **Em Aberto**, Brasília, v. 11, n.55, p 17-22. jul./set. 1992.

SEPULVEDA, C.; EL-HANI, C. N. Quando visões de mundo se encontram: religião e ciência na trajetória de formação de alunos protestantes de uma licenciatura em Ciências Biológicas. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 2, n. 9, 2004.

SILVA, H. M. **Professores de Biologia e Ensino de Evolução: Uma perspectiva comparativa em países com contraste de relação entre Estado e Igreja na América Latina**. 2015. 248 p. Tese (Doutorado em Educação) - Programa de pós-graduação em Educação, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2015.

SILVA, P. A teoria ator-rede nos jogos de aprendizagem em sala de aula. In: **Trends and challenges in Higher Education in Latin America**, Eindhoven, NL: Adaya Press, 2018

SIMPSON, G. G. **O significado da evolução; um estudo da história da vida e do seu sentido humano**. Livraria Pioneira Editora, 1962.

SONCINI, M. I. A evolução das idéias evolucionistas. **Revista de Ensino de Ciências**, n. 24, p. 4-12, 1993.

SOUSA, R. G. de S; SILVA, F. A. R e. Elaborando uma análise ator-rede sobre o Role Playing Game “energizando”. **Revista Insignare Scientia**, v.4, n.3, 2021.

SOUZA, S. de. **A goleada de Darwin- sobre o debate criacionista/darwinismo**. Rio de Janeiro: Editora Record, 2009.

SOUZA, L. O. D.; COUTINHO, F. Â.; VIANA, G. M.; REIS, D. D. Á. A aprendizagem enquanto afetação do corpo: primeiras aproximações ao estudo de práticas de divulgação científica para o público infantil. **Ciência & Educação**, 2022.

TONIDANDEL, Sandra Maria Rudella. **Superando obstáculos no ensino e na aprendizagem da evolução biológica: o desenvolvimento da argumentação dos alunos no uso de dados como evidências da seleção natural numa sequência didática baseada em investigação**. 2013. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

VALENÇA, C. R.; FALCÃO, E. B. M. Darwinismo ou Neodarwinismo nas salas de aula: dificuldades discentes ou ambivalências docentes? **Abrapec**, 2010.

VARGENS, M. M. F. **Análise dos efeitos do jogo clipsitacídeos (clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre evolução**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Bahia. 2013.

VIANA, G. M.; SILVA, F. A. R.; GOMES, A. D. T. Uma proposta de ensino sobre/com o som para os conteúdos de ciências no ensino fundamental: uma aprendizagem enquanto um corpo afetado. **RenCiMa**, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 1-24, 2021

Vivos na Ótica de Aluno e Professor de Biologia do Ensino Secundário. 117f. Dissertação de (Mestrado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1993.

VLASTOS, G. O. **O universo de Platão**. Trad. Maria Luiza Monteiro Salles Coroa. Revisão

ANEXO I - AUTORIZAÇÃO DA ESCOLA PARA REALIZAÇÃO DA PESQUISA

A Diretora da Escola,

Sr.^a Diretora,

Solicitamos sua autorização para iniciar na escola um acompanhamento para a pesquisa acadêmica no tema: “UMA PROPOSTA DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA TEORIA DA SELEÇÃO NATURAL”, com a participação da Mestranda Isabela Maria Silva Leão, aluna do Mestrado Profissional da Faculdade de Educação da UFMG, sob orientação do Professor Doutor Fábio Augusto Rodrigues e Silva.

O objetivo desta pesquisa é elaborar e analisar um jogo didático com temática voltada para a teoria da seleção natural. Pretende-se contribuir para o processo de aprendizagem sobre as teorias da evolução biológica por meio de uma atividade lúdica.

Os dados da pesquisa serão coletados por meio de fotografia e filmagem dos alunos durante a aplicação do jogo e anotações em caderno de campo, com o objetivo de verificar e analisar os efeitos que tal atividade pode provocar em sala de aula.

Os alunos não terão a obrigação de participar da atividade e os dados coletados serão utilizados unicamente para os estudos na área de educação em ciências.

Os riscos que a pesquisa pode provocar são mínimos. A pesquisadora responsável estará atenta a qualquer desconforto ou risco que possa surgir durante a aplicação do jogo, a fim de amenizá-los. Os cuidados relacionados à pandemia da COVID-19 serão devidamente respeitados. A pesquisadora garante o anonimato de todos os envolvidos (de professores e alunos que optarem por participar da pesquisa). Caso seja necessário, nomes fictícios serão utilizados para identificar algum participante. Os registros farão parte do banco de dados que poderão ser utilizados nessa e em outras pesquisas do grupo do qual os pesquisadores fazem parte.

Somente após a autorização da direção da escola, e do consentimento dos pais/responsáveis e dos alunos a pesquisa será iniciada. Os gastos necessários para o desenvolvimento da pesquisa serão de responsabilidade da pesquisadora. Caso ocorra qualquer incidente com os alunos, na presença da pesquisadora, a mesma se responsabilizará. Está garantida a indenização em casos de eventuais danos, comprovadamente decorrentes da participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extrajudicial.

Os pesquisadores responsáveis estão disponíveis para sanar dúvidas que possa surgir durante o desenvolvimento da pesquisa para o Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva, pelo telefone (31) 96042205 ou para a mestranda Isabela Maria Silva Leão, pelo telefone (37) 999630348, ou ainda para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pelo telefone (031) 3409-4592.

Em qualquer momento durante o desenvolvimento da pesquisa a senhora tem a liberdade de recusar a sua participação ou retirar o seu consentimento.

Se estiver de acordo com a participação da escola no desenvolvimento desta pesquisa, peço-lhe a gentileza de assinar duas vias desta autorização, sendo que uma das vias ficará com V.

S^a. e outra será arquivada pelos pesquisadores por cinco anos, de acordo com a Resolução 466/2012.

Atenciosamente,

Isabela Maria Silva Leão

(Pesquisadora)

Fábio Augusto Rodrigues e Silva

(Orientador da pesquisa)

Agradecemos desde já sua colaboração

- Concordo e autorizo a realização da pesquisa.
 Discordo e desautorizo a realização da pesquisa.

Nome completo da diretora da Escola

ANEXO II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Prezados Pais ou Responsáveis,

Este termo se trata de um convite ao seu filho ou filha para participar da pesquisa “UMA PROPOSTA DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA TEORIA DA SELEÇÃO NATURAL”, desenvolvida no Mestrado Profissional em Educação e Docência pela Universidade Federal de Minas Gerais, desenvolvida pela pesquisadora Isabela Maria Silva Leão, sob a orientação do Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva.

O objetivo do estudo é a elaboração de um jogo didático com temática voltada á teoria da seleção natural. Pretende-se contribuir para o processo de aprendizagem sobre as teorias da evolução biológica por meio de uma atividade lúdica.

Os riscos que envolvem a participação na pesquisa são mínimos. O principal deles é a revelação da identidade dos voluntários. Com isso, a pesquisadora se compromete a seguir todas as medidas de segurança propostas pela Resolução CNS 466/2012 com o propósito de preservar todos os participantes. Os dados coletados serão guardados pelos pesquisadores e os nomes dos participantes não serão revelados.

Os cuidados relacionados à pandemia da COVID-19 serão devidamente respeitados.

Os dados da pesquisa serão obtidos por meio de filmagem. Pretende-se filmar os participantes durante a aplicação do jogo a fim de analisar detalhadamente os efeitos que o material produzido pela pesquisadora provocou. Para que as imagens e os sons possam ser utilizados, pedimos a você e seu filho que assinem também um termo de utilização de imagens e sons. Os registros coletados durante a pesquisa estarão sob a responsabilidade do Orientador Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva e serão arquivados na Faculdade de Educação (UFMG), por um período de cinco anos. Após este prazo, os dados serão incinerados e deletados dos computadores.

Após a coleta e a análise dos dados, os resultados finais serão apresentados em uma defesa de mestrado e/ou artigo científico. O trabalho também será compartilhado com a escola para que os interessados tenham acesso.

Caso haja algum desconforto, por parte do seu filho (a), durante a aplicação do jogo, ele terá total liberdade para recusar a sua participação na pesquisa e os seus dados não serão utilizados como objeto de análise.

Os participantes e seus responsáveis não terão nenhum gasto financeiro com a participação na pesquisa. Também é válido destacar que esta pesquisa não envolve remuneração (bolsa) e a participação é voluntária.

Os pesquisadores responsáveis estão disponíveis para sanar dúvidas que possa surgir durante o desenvolvimento da pesquisa para o Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva, pelo telefone (31) 96042205 ou para a mestrande Isabela Maria Silva Leão, pelo telefone (37) 999630348, ou ainda para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pelo telefone (031) 3409-4592.

Após a leitura e compreensão do termo acima sobre a participação voluntária de seu filho na pesquisa, e estando consciente dos direitos, responsabilidades, riscos e benefícios que

envolvem a participação, o (a) Senhor (a) concorda e autoriza a participação do seu filho, sem que para isso não tenha sido forçado (a) ou obrigado (a).

Assinatura dos Pais ou Responsáveis

Isabela Maria Silva Leão

Pesquisadora – isabela.leao94@hotmail.com

Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues Silva

Orientador da pesquisa – fabogusto@gmail.com

Candeias, ____ de ____ de 2021

ANEXO III - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO DO MENOR

Prezado (a) aluno (a),

Eu, pesquisadora Isabela Maria Silva Leão, aluna do Mestrado Profissional em Educação e Docência da Universidade Federal de Minas Gerais, orientada pelo Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva, gostaria de convidá-lo a participar da pesquisa: “UMA PROPOSTA DE JOGO DIDÁTICO PARA O ENSINO DA TEORIA DA SELEÇÃO NATURAL”.

Caso se sinta desconfortável durante as atividades, você terá a liberdade de recusar a participar em qualquer momento e não sofrerá nenhum prejuízo por isso. A participação na pesquisa é voluntária, isto é, não haverá nenhum auxílio (bolsa) financeiro. Lembrando que você e/ou seus responsáveis também não terão nenhum gasto. Os custos serão arcados pela pesquisadora.

Para uma maior segurança, os dados de cada participante, como nome, imagem, idade, etc, serão acessados exclusivamente por mim e pelo orientador.

Os registros coletados durante a pesquisa estarão sob a responsabilidade do Orientador Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva e serão arquivados na Faculdade de Educação (UFMG), por um período de cinco anos. Após este prazo, os dados serão incinerados e deletados dos computadores.

Para uma melhor análise dos dados, o processo de aplicação do jogo será filmado, por isso você irá assinar um termo de utilização de imagens e som. Os resultados finais deste trabalho serão apresentados em uma defesa de mestrado e também poderá ser publicado em uma revista de artigo científico.

Os pesquisadores responsáveis estão disponíveis para sanar dúvidas que possa surgir durante o desenvolvimento da pesquisa para o Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva, pelo telefone (31) 96042205 ou para a mestrande Isabela Maria Silva Leão, pelo telefone (37) 999630348, ou ainda para o Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), pelo telefone (031) 3409-4592.

Após a leitura e compreensão do termo acima sobre a sua participação voluntária na pesquisa, e estando consciente dos direitos, responsabilidades, riscos e benefícios que envolvem a participação, você aceita participar, sem que para isso não tenha sido forçado (a) ou obrigado (a).

Isabela Maria Silva Leão

Pesquisadora – isabela.leao94@hotmail.com

Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues Silva

Orientador da pesquisa – fabogusto@gmail.com

AUTORIZAÇÃO

Eu, _____, de _____ anos de idade, após a leitura desse documento (TERMO DE ASSENTIMENTO), sinto-me esclarecido (a) em relação a proposta e concordo em participar voluntariamente desta pesquisa.

Candeias, _____ de _____ de 2021.

Assinatura do (a) aluno (a)

APÊNDICE I



Manual de Instruções

Dica: Leia as instruções a seguir com atenção antes de começar o jogo. Leia as instruções sempre que necessário.

O JOGO

“Evoluixit” é um jogo didático com o objetivo de trabalhar o tema “seleção natural”, nas aulas de Ciências e Biologia. Espera-se que a discussão sobre seus resultados possa preparar os alunos para aprenderem mais sobre a Biologia Evolutiva. O jogo proporciona momentos de discussão, permitindo a visualização de um dos pilares da seleção natural: a adaptação.

Os alunos precisam elaborar explicações que justifiquem a sobrevivência de uma espécie em um determinado ambiente. As justificativas serão elaboradas a partir dos conhecimentos dos estudantes, com base nas características e condições de cada espécie/ambiente que estarão representadas nas imagens. Por fim, os jogadores terão que selecionar, por meio de uma votação, a espécie que apresentou as características mais favoráveis para sobreviver no ambiente de cada rodada. O jogador que acumular o maior número de votos, ao longo do jogo, será o vencedor.

A votação fará com que os alunos visualizem que os ambientes utilizados no jogo são típicos do Brasil. Com isso, pretende-se mostrar como a seleção natural pode conduzir à biodiversidade. A fauna e a flora dos ambientes apresentam características próprias, que são determinadas pelas condições do clima, do solo, do relevo e da disponibilidade de água. Ao final do jogo, após as discussões, os alunos poderão perceber que, em cada ambiente, existem espécies específicas que ali se adaptaram, mas e que a sua permanência em outro tipo de ambiente poderia levá-las à extinção.

COMPONENTES

- 1 trilha de pontos (tabuleiro)
- 50 cartas com imagens de seres vivos
- 16 cartas com imagens de ambientes
- 6 peões
- 1 ampulheta
- 1 Livro de Regras



PREPARAÇÃO DA PARTIDA

(Inicialmente, os participantes devem eleger um deles para dirigir a rodada).

O escolhido colocará, no centro da área de jogo, o tabuleiro e a ampulheta. Cada jogador escolherá um peão.

Em seguida, o dirigente vai separar as cartas em dois montes: ambientes (carta verde) e seres vivos (carta azul); depois, deve embaralhar cada monte separadamente e colocar o monte de cartas de ambientes viradas para baixo. Finalmente, deve distribuir, aleatoriamente, 6 cartas de seres vivos para cada participante. O restante das cartas será colocado ao lado das cartas de ambientes, também viradas para baixo.

COMO JOGAR



QUE COMECE A PARTIDA!!!

O jogador que distribuiu as cartas vai começar o jogo, virando a primeira carta de ambiente; depois lerá, em voz alta, no Livro de Regras, as características desse ambiente.

Cada jogador deve observar atentamente a imagem da carta apresentada e escolher, secretamente, UMA de suas cartas de seres vivos. O objetivo é selecionar a espécie mais adequada para sobreviver naquele ambiente e vai procurar convencer os demais participantes de que sua escolha é a melhor. Para isso, com base nas características da espécie selecionada, cada jogador deve elaborar uma explicação, que justifique a sobrevivência da espécie no ambiente.

O jogador que virou a primeira carta será também o primeiro a justificar sua escolha; a ordem segue no sentido horário. Cada participante tem até 1 minuto para elaborar suas hipóteses, tempo suficiente para que a areia da ampulheta passe do vaso superior para o inferior. No final da rodada, quando todos os jogadores já tiverem compartilhado suas justificativas, é o momento de votar.

VOTAÇÃO

Agora, cada participante vota no jogador que elaborou a melhor justificativa. No momento da votação, os participantes dirão o nome do jogador que mereceu seu voto. O jogador que tiver o maior número de votos é o vencedor e deve avançar 3 casas no tabuleiro. Caso haja empate, cada jogador avançará apenas 1 casa.

OBS: Os jogadores não podem votar em si mesmos.



A não indicação de determinados seres para o ambiente da rodada significa que eles não têm condições de viverem ali: isso significa que a espécie não está adaptada ao ambiente em questão.

O objetivo é obter o maior número de votos. Para ganhar votos, é necessário convencer os adversários através de justificativas coerentes.

Ao final de cada rodada, os participantes devem descartar a carta escolhida, voltando-a para o monte de cartas de seres vivos. O monte será embaralhado novamente para que cada jogador compre outra carta; assim, ele terá, outra vez, 06 cartas na mão, e começará uma nova rodada.

Em cada rodada, uma nova carta de ambiente deve ser apresentada. No final de cada turno, a carta de ambiente será eliminada, para evitar repetição.

OBS: É possível que, em alguma rodada, o jogador NÃO tenha seres vivos com características favoráveis à sua sobrevivência no ambiente da rodada. Caso isso aconteça, é necessário usar a imaginação e a criatividade!

FIM DA PARTIDA

Quando um jogador conquistar 20 pontos, ou seja, quando chegar ao final da trilha de pontos do tabuleiro, o jogo terminará. O jogador que acumulou o maior número de pontos é o vencedor. Em caso de empate, os jogadores empatados compartilham a vitória.

DESCRIÇÃO DOS AMBIENTES



CERRADO



Localização: centro do Brasil. Sua área atinge vários estados, como: Goiás, Mato Grosso, Tocantins, Minas Gerais, dentre outros.

Clima: tropical sazonal, com duas estações bem definidas: um inverno seco e um verão chuvoso. A temperatura média é de 22°C, variando ao longo das estações.

Vegetação: árvores baixas, afastadas umas das outras, troncos retorcidos, folhas grossas e raízes longas; é coberto também por grama, capim e arbustos.

Solo: tem cor avermelhada por ser pobre em nutrientes e por ser muito ácido; é mais seco, devido aos grandes períodos de seca e à escassez de chuva.

Relevo: bastante plano ou suavemente ondulado, podendo haver imensos planaltos ou chapadões.

Água: presença de muitos rios, mas isso não garante que exista água em abundância. Para encontrar grande reserva de água, é necessário ir às camadas mais profundas do solo. É por isso que as árvores têm raízes longas.

CAATINGA

Localização: Nordeste do Brasil. Sua área atinge vários estados dessa região, como: Maranhão, Piauí, Ceará, Pernambuco e outros.

Clima: quente, com longos períodos de seca. A falta de chuvas influencia na vida de animais e vegetais. A média da temperatura é de 27°C.

Vegetação: seca, com árvores baixas, raízes longas, troncos tortuosos, grossos e espinhentos; as folhas caem durante a seca. Algumas plantas da Caatinga podem armazenar água, como o cacto; isso possibilita a sua sobrevivência durante períodos de muita seca.

Fauna: os animais são resistentes ao ambiente seco e, muitas vezes, migram para outras regiões nos períodos mais quentes do ano.

Solo: rico em minerais, seco e rochoso, o que dificulta a entrada da água das chuvas.

Relevo: apresenta duas formações dominantes: planaltos e grandes depressões; são comuns fragmentos de rochas na superfície do solo.

Água: os rios, em sua maioria, são intermitentes ou temporário, pois ficam secos nos períodos em que não chove.



PANTANAL



Localização: localizado na região centro-oeste e ocupa parte dos estados do Mato Grosso e do Mato Grosso do Sul.

Clima: quente, com duas estações bem definidas: verão chuvoso e inverno seco. As chuvas fortes são um fator determinante na formação de pântanos. A temperatura média é de 20°C.

Vegetação: muito variada, com árvores de médio e grande porte, como na Amazônia; possui também árvores tortuosas de baixo e médio porte, muito comuns no Cerrado.

Solo: arenoso e argiloso; é pouco permeável, de forma que a água tem dificuldade de infiltrar a terra, formando os alagamentos. Existem regiões altas que nunca são alagadas e são usadas pelos animais que fogem da subida das águas, procurando abrigo.

Relevo: predominância de planícies, com pouca variação de altitude. As serras e chapadas, que ficam em torno, fazem com que as águas das chuvas desçam e se concentrem num único ponto.

Água: durante as cheias, no verão, estima-se que 180 milhões de litros d'água atinjam a planície do bioma, formando as áreas inundadas: pântanos, brejos, lagoas e baías, que se interligam aos rios.

AMAZÔNIA

Localização: partes do Norte, Nordeste e Centro-Oeste do país, atingindo os estados: Acre, Amapá, Amazonas, Pará, Mato Grosso, e outros.

Clima: úmido, com longos períodos de chuva e temperatura elevada durante todo o ano, variando entre 22°C e 28°C.

Vegetação: densa e formada por árvores altas e robustas.

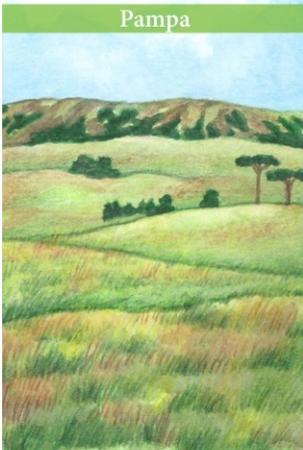
Solo: arenoso. Possui uma fina camada de nutrientes que se forma a partir da decomposição de folhas, frutos e animais mortos. Esta camada é rica em húmus, matéria orgânica importante para algumas espécies de plantas da região.

Relevo: planícies, depressões (relevo plano, onde são encontrados morros baixos) e planaltos (terrenos com superfície elevada). As planícies são constantemente inundadas pela água dos rios.

Água: água doce abundante devido à presença da maior bacia hidrográfica do planeta: o rio Amazonas, que possui mais de mil afluentes; é o rio mais longo do mundo e grande responsável pelo desenvolvimento da floresta.



PAMPAS



Pampa

Localização: Rio Grande do Sul.

Clima: frio e úmido, com chuvas concentradas no inverno; varia entre 18°C e 20°C, podendo haver temperaturas elevadas no verão.

Vegetação: herbácea, ou seja, formada basicamente por gramíneas e espécies vegetais de pequeno porte, não ultrapassando os 50 cm de altura.

Solo: arenoso e raso, ou seja, cavando-se pouco, chega-se às rochas rapidamente; também é fértil e sustenta as espécies vegetais presentes, principalmente as gramíneas.

Relevo: suavemente ondulado; predominam planícies, mas podem ser encontradas algumas colinas e alguns planaltos. Cavernas e grutas são comuns.

Água: grande disponibilidade de água; rios com boas condições para a navegação. Próximo ao litoral, existem muitos lagos e lagoas.



MANGUE

Localização: praticamente presentes em todo o litoral do Brasil, de norte a sul.

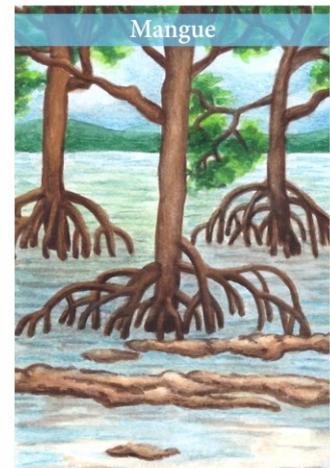
Clima: quente e úmido na maior parte do ano; presença de estações quentes e chuvosas.

Vegetação: como o solo do mangue é pobre em oxigênio, as plantas possuem raízes externas (aéreas); dessa forma, é possível captar o oxigênio fora d'água. Para eliminar o excesso de sal presente no solo, as árvores do manguezal apresentam glândulas em suas folhas.

Solo: úmido, salgado, lodoso, pobre em oxigênio e muito rico em nutrientes.

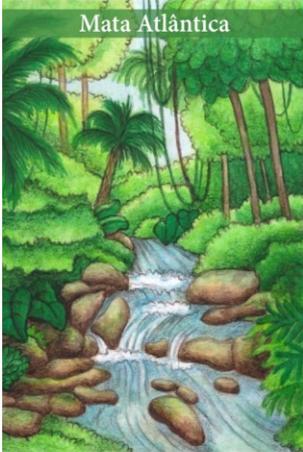
Relevo: baixo e plano o que favorece a entrada de água salgada. Na maré baixa, a água doce do rio prevalece, mas quando a maré sobe, a água do mar mistura-se com a água doce, tornando-a salgada.

Água: grande disponibilidade de água e o encontro da água doce e com a salgada, forma a água salobra.



Mangue

MATA ATLÂNTICA



Mata Atlântica

Localização: atinge a costa leste, sudeste e sul do Brasil: Alagoas, Bahia, Minas Gerais, Paraná, etc.

Clima: verões chuvosos e invernos secos, com temperaturas médias e umidade do ar elevada durante o ano todo; chuvas regulares e bem distribuídas.

Vegetação: grande biodiversidade; nela existem diferentes tipos de plantas e flores, árvores mais altas, leguminosas, ipês, ervas, gramíneas e outras espécies.

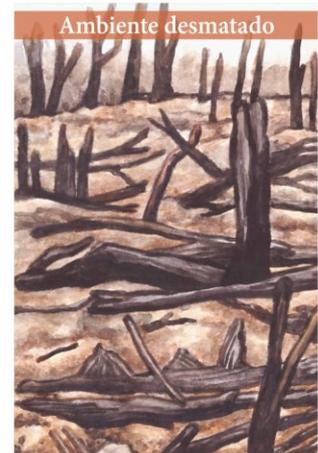
Solo: bastante raso, úmido e pobre, mas é muito nutritivo, por ser rico em húmus, devido à decomposição de animais e plantas.

Relevo: estende-se por toda a planície costeira, alcançando a cadeia de montanhas que acompanha a costa brasileira.

Água: reservas de água necessária ao abastecimento de 70% da população brasileira.

AMBIENTE DESMATADO

Neste ambiente, houve a retirada da vegetação, o que provoca a morte de diversos animais e plantas, altera o clima da região e o calor torna-se intenso. Outra consequência do desmatamento é a erosão. Pela falta de vegetação, o solo fica desprotegido, e a água da chuva e dos rios o destrói lentamente. A erosão provoca o empobrecimento do solo, devido à falta de nutrientes.



Ambiente desmatado



Mata em chamas

MATA EM CHAMAS

Esse ambiente foi atingido pelo fogo. As queimadas provocam o empobrecimento do solo, devido à perda de nutrientes. Diminui a capacidade de infiltração de água no solo, provoca seu ressecamento e pode levar à desertificação. A fumaça causa a poluição da atmosfera e altera a qualidade do ar. As queimadas provocam a morte de animais e plantas, prejudicando a biodiversidade.

Ambiente seco



AMBIENTE DESERTIFICADO

Ambiente semelhante ou igual ao deserto; o solo foi danificado pela seca e pela rápida perda de nutrientes. A desertificação diminui a qualidade e a fertilidade dos solos; contribui para a perda da biodiversidade de plantas e animais; aumenta o risco de erosão; diminui o nível da água e prejudica a disponibilidade de alimentos.

CAVERNA

Caverna é uma cavidade formada em rochas. Dentro das cavernas, existe um habitat muito específico porque, na maior parte das vezes, é totalmente escuro, exceto perto das entradas. Por isso, a ausência de luz dificulta o crescimento de plantas. Além disso, a temperatura dentro da caverna varia pouco, e a umidade do ar é elevada. A disponibilidade de alimento é pouca e dificulta a sobrevivência de animais.

Caverna



Ambiente costeiro marinho



AMBIENTE COSTEIRO MARINHO

No ambiente marinho, a água possui um alto teor de sal; o que dificulta a sobrevivência de alguns seres vivos. A disponibilidade de luz diminui com a profundidade dos mares e oceanos. Os ventos são rápidos e existe uma alta produção de O₂ através de algas. A temperatura da água varia pouco com as estações do ano.



LAGOA

É um tipo de ambiente aquático em que não ocorre a presença de sal. É água própria para o consumo (desde que seja tratada) dos seres humanos e animais. O ambiente de água doce é mais variável do que o ambiente marinho e pode desaparecer e aparecer, dependendo da estação do ano. A temperatura da água também pode variar de acordo com a profundidade: quanto mais raso, mais quente e maior disponibilidade de luz.

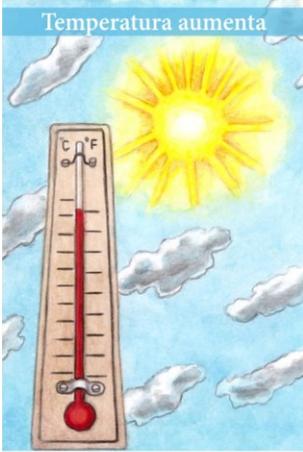
CHUVAS INTENSAS

O excesso de chuva provoca a diminuição de oxigênio no solo, prejudicando a existência de nutrientes importantes; a salinidade e a acidez do solo aumentam. Também há a formação plantas; perda de barro no solo, aumento do nível da água de mares e rios, causando enchentes e inundações, de modo a forçar o deslocamento dos animais locais.



TEMPERATURA DIMINUI

Ocorre uma diminuição na temperatura do ambiente. As variações na temperatura podem influenciar na sobrevivência de algumas espécies. As baixas temperaturas prejudicam o desenvolvimento das plantas e podem influir na disponibilidade de alimento. Animais que não estão adaptados ao frio podem morrer de hipotermia. Peixes, anfíbios e répteis sofrem mais com as variações da temperatura.



TEMPERATURA AUMENTA

Ocorre um aumento na temperatura, o que pode influenciar na sobrevivência de algumas espécies. Nas regiões húmidas, esse aumento pode provocar inundações de rios e lagos e o aumento no nível da água de oceanos; os solos podem ficar encharcados devido aos longos períodos de chuva. As áreas secas do planeta sofrerão ainda mais com a falta de água. Há ocorrência de incêndios e diminuição na disponibilidade de alimento. Peixes, anfíbios e répteis sofrem mais com as variações da temperatura.



Trilha de Pontos (Tabuleiro)

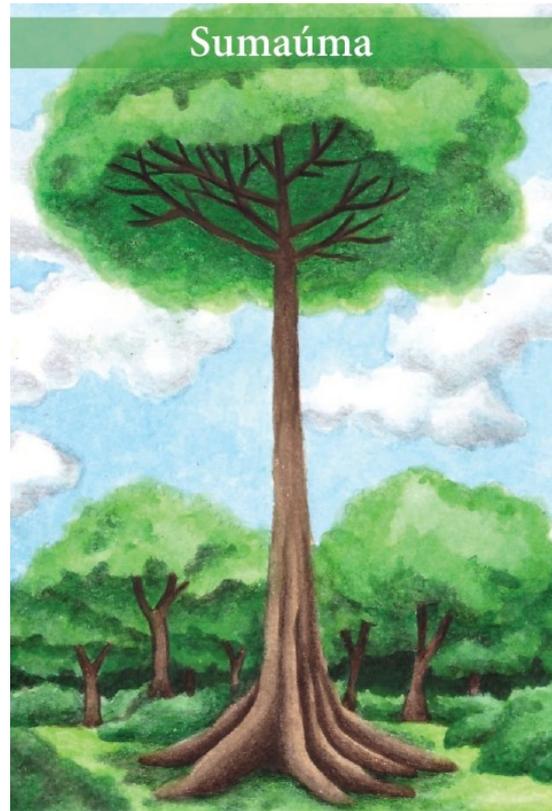
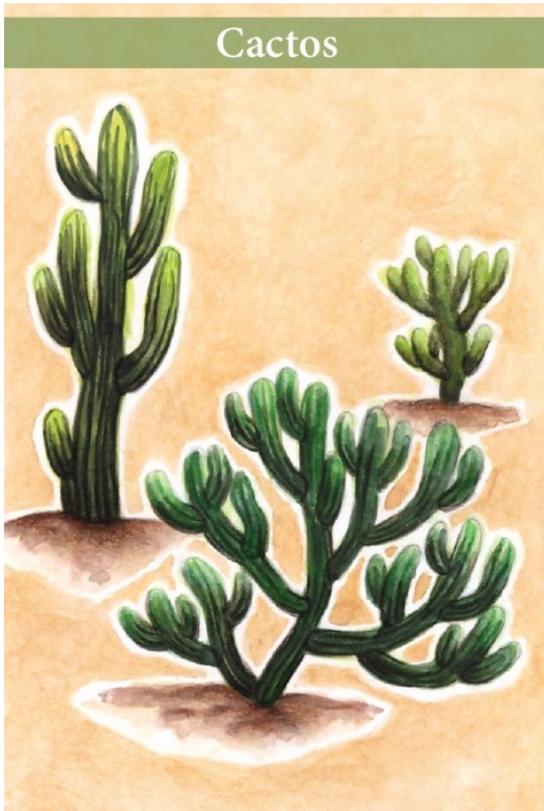
	20	
	19	
	18	
	17	
	16	
	15	
	14	
	13	
Evoluixit	12	Evoluixit
	11	
	10	
	9	
	8	
	7	
	6	
	5	
	4	
	3	
	2	
	1	

APÊNDICE II

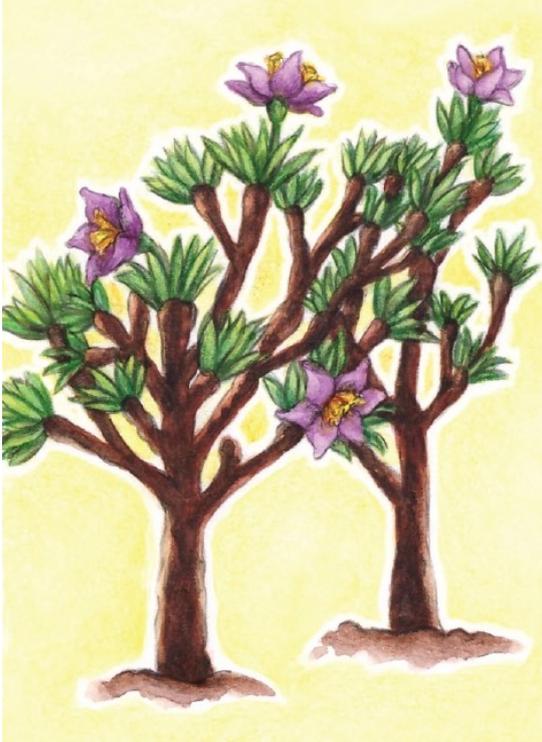
TABULEIRO DO JOGO EVOLUIXIT



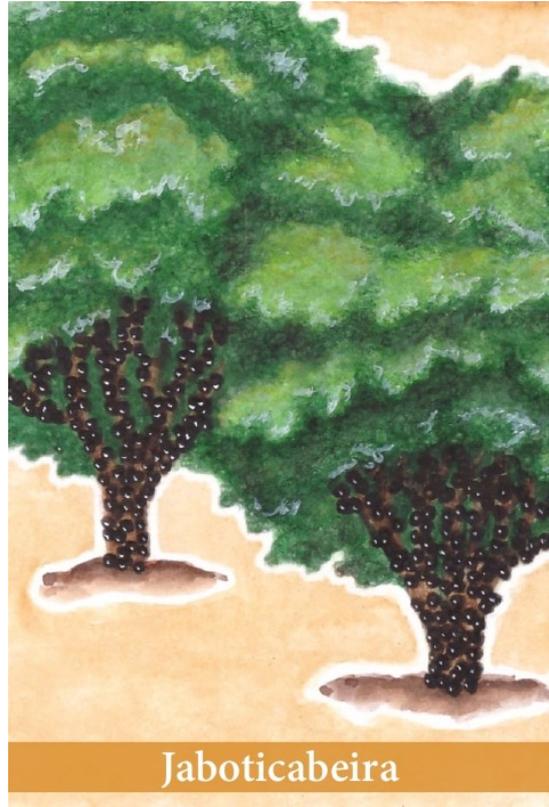
CARTAS – SERES VIVOS



Canela-de-ema



Jaboticabeira



Abelha-sem-ferrão



Anta



Arara-azul



Arara-vermelha



Ariranha



Baleia-jubarte



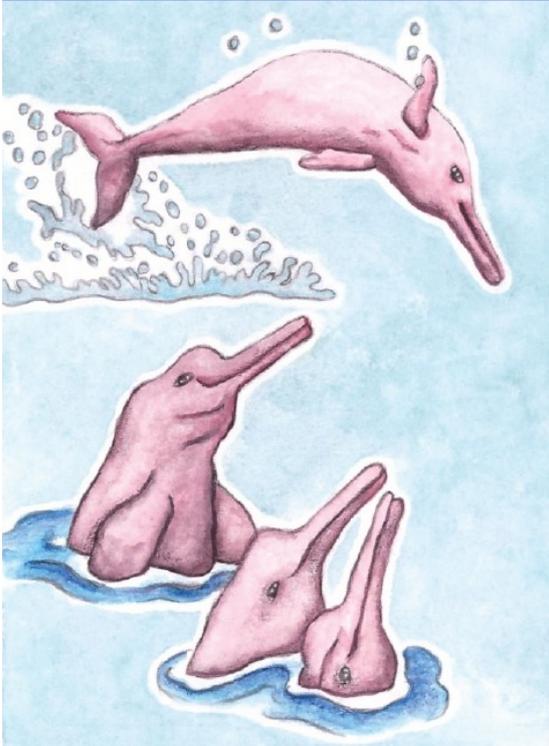
Bicho-preguiça



Borboleta-azul



Boto-rosa



Cachorro-do-mato



Cágado



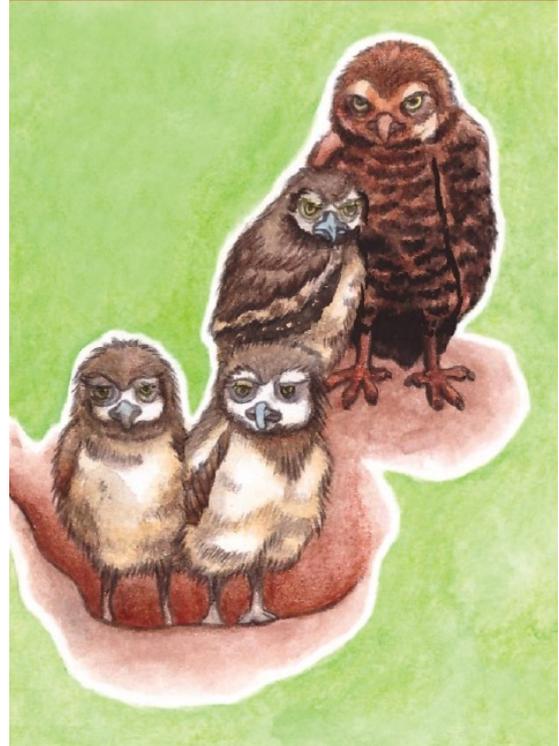
Canarinho



Capivara



Coruja-buraqueira



Ema



Garça



Gambá



Gavião-pato



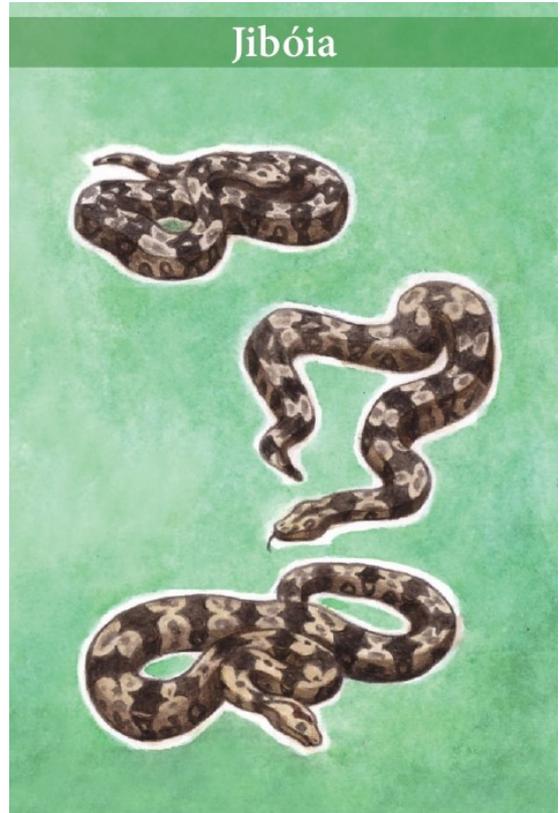
Iguana



Jacaré



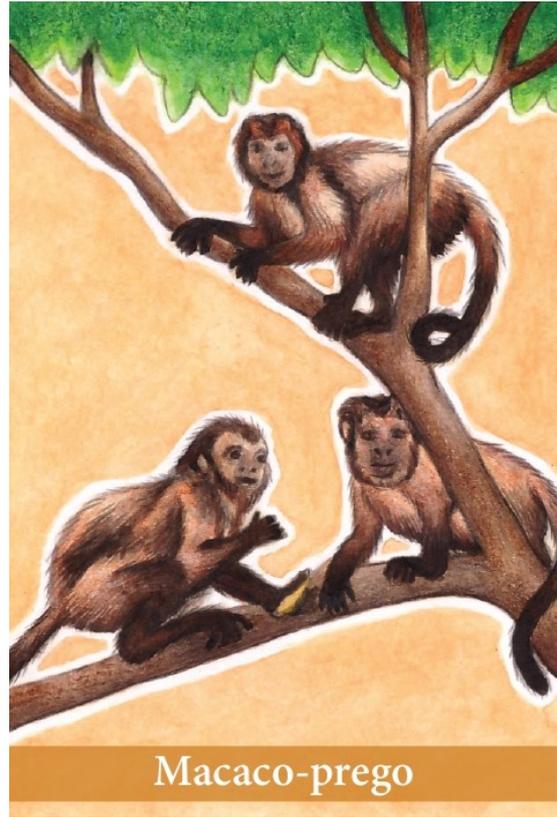
Jibóia



Jaguatirica



Lagarto-teiú



Macaco-prego

Lobo-guará



Martim-pescador



Mico-leão-dourado



Sagui



Morcego frutífero



Onça-parda



Onça-pintada



Pato-mergulhão



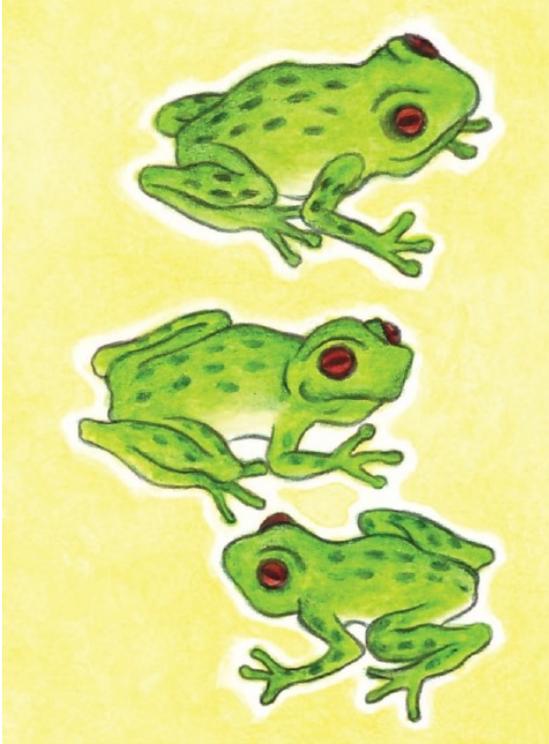
Peixe-boi



Peixe-pintado



Perereca



Pica-pau-do-campo



Sapo-cururu



Seriema



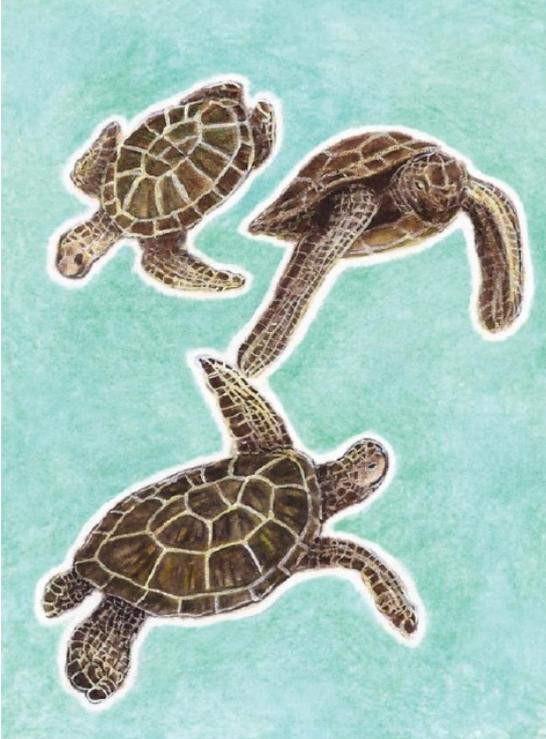
Sucuri



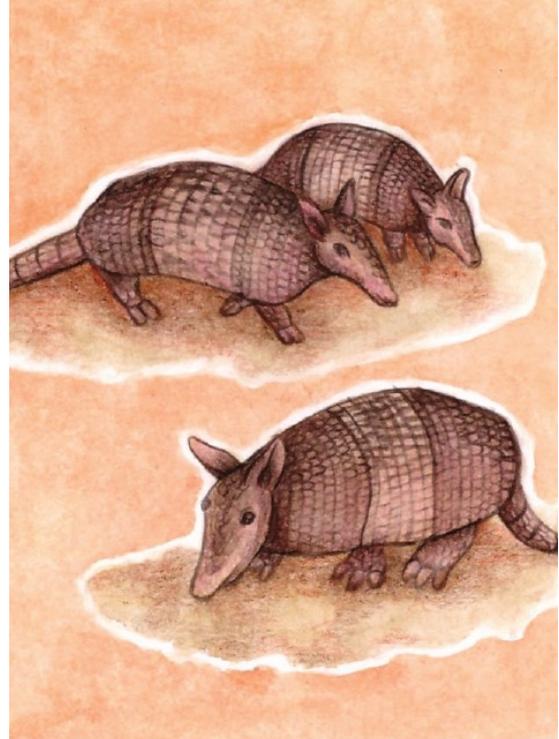
Tamanduá

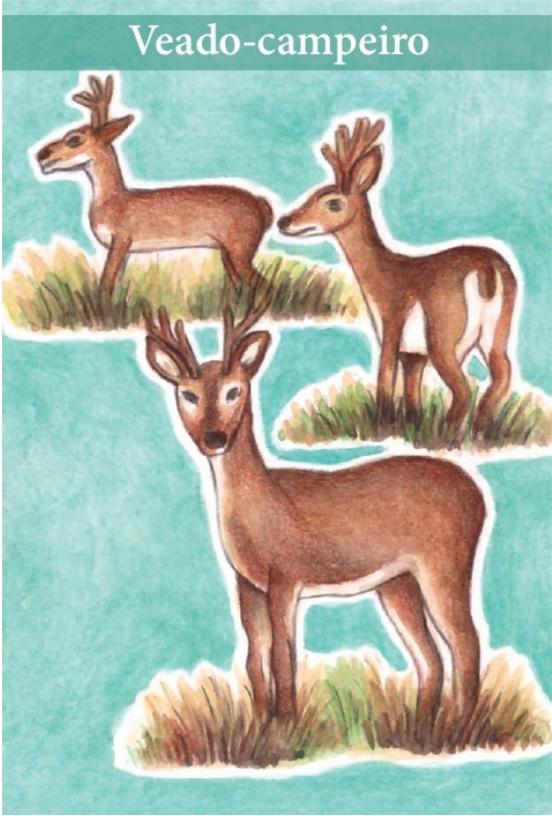
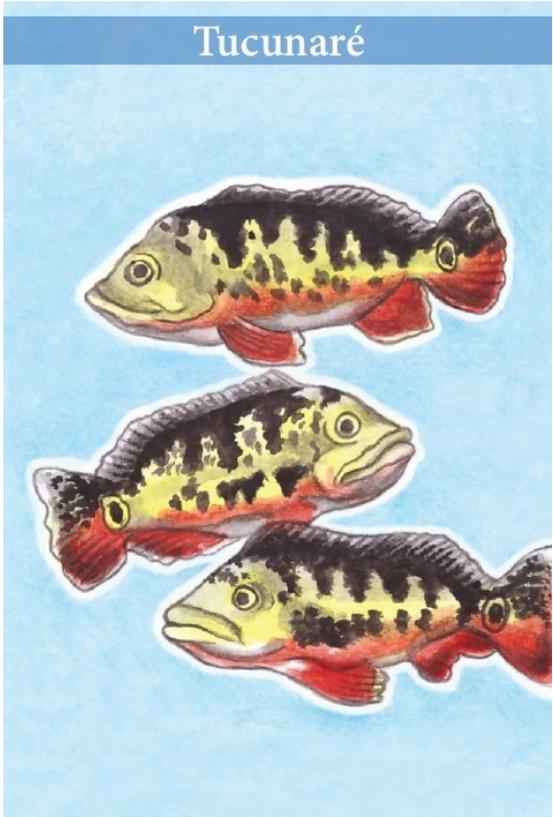
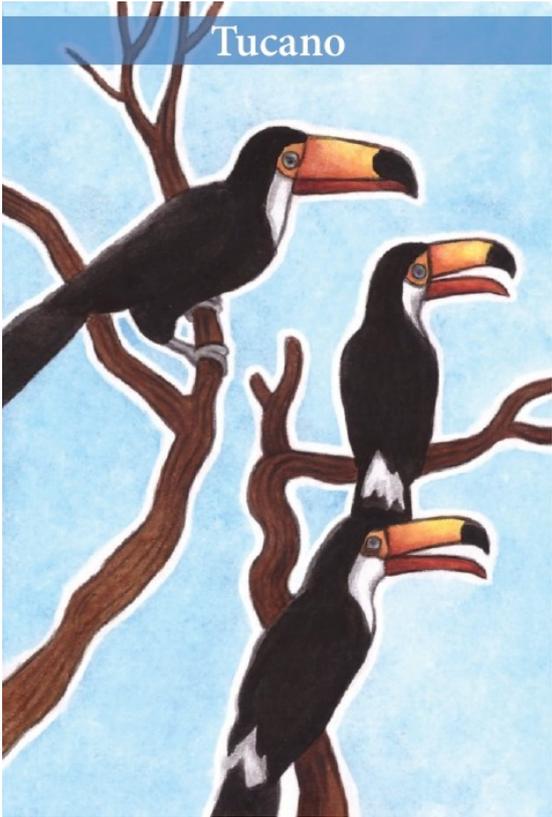


Tartaruga-marinha

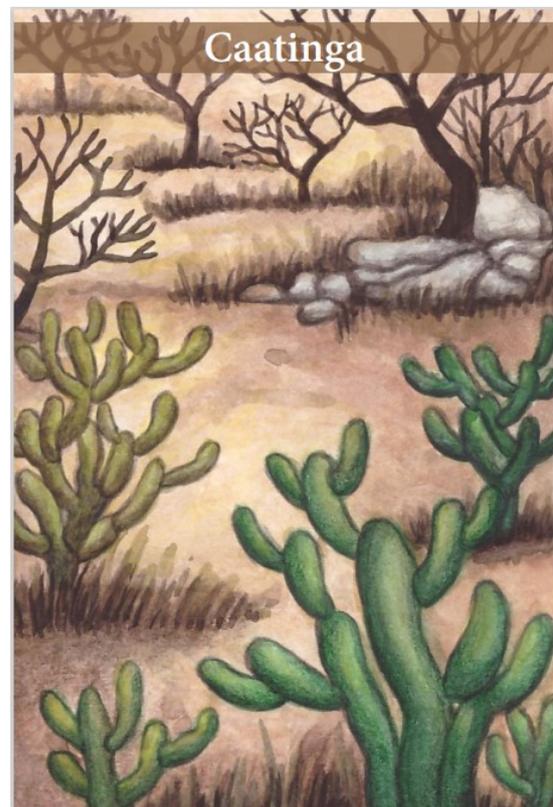
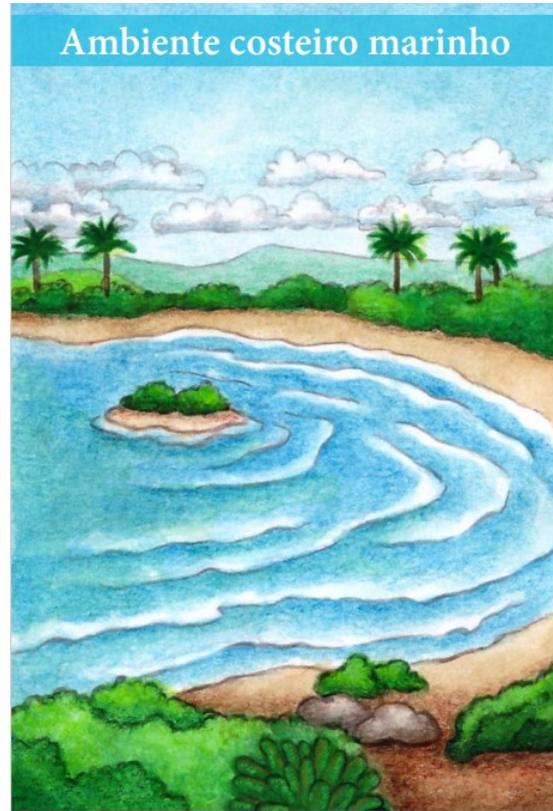
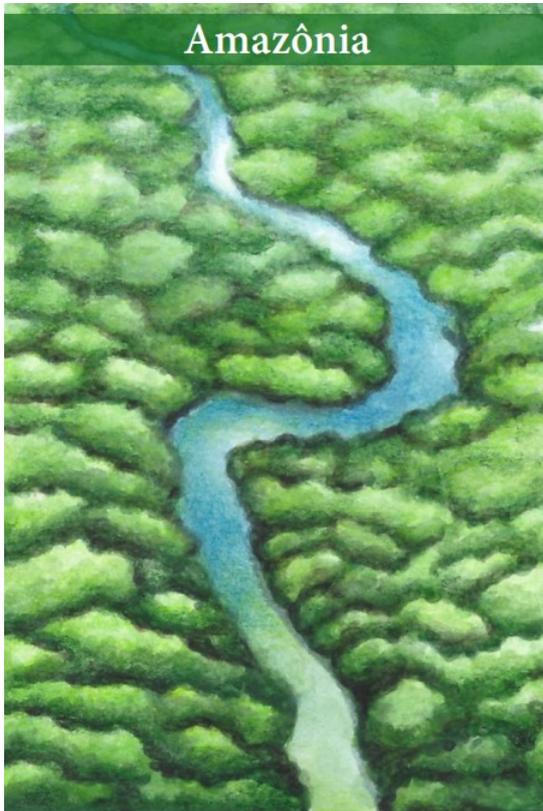


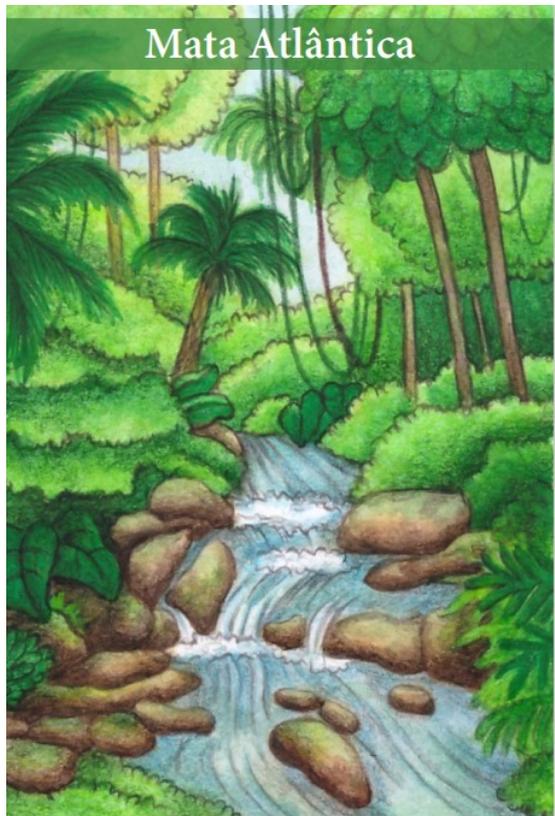
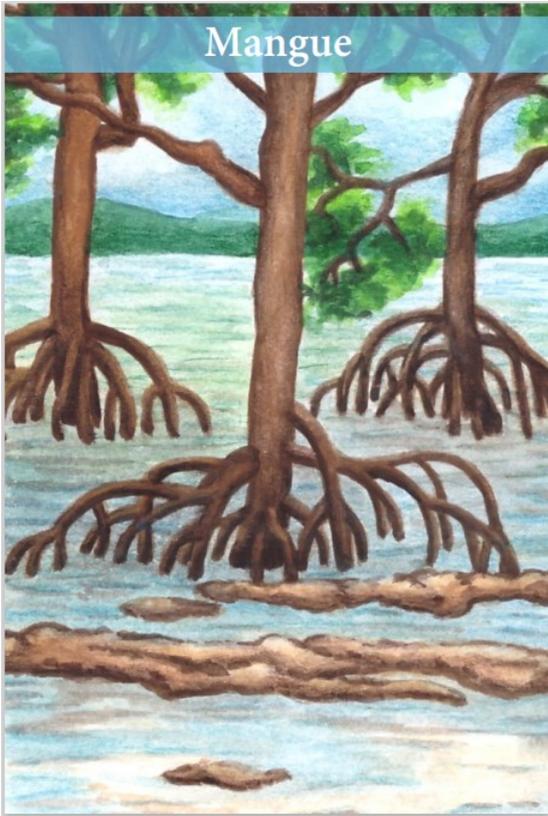
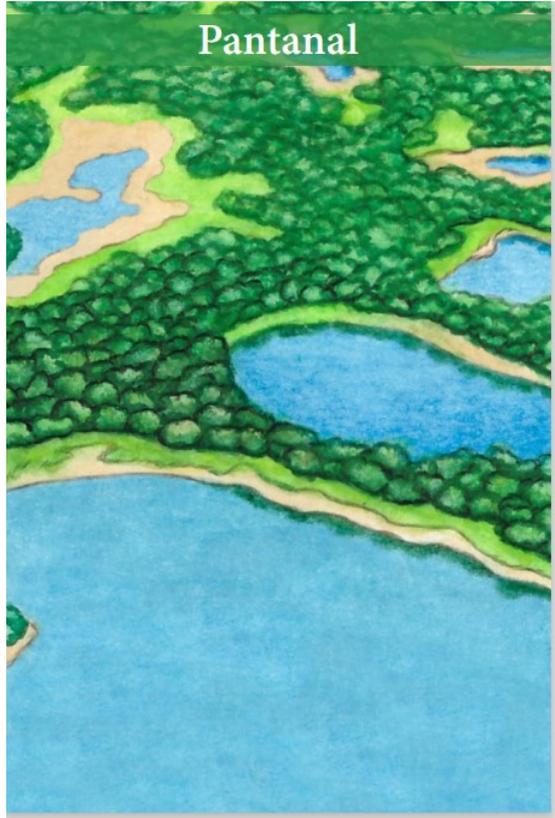
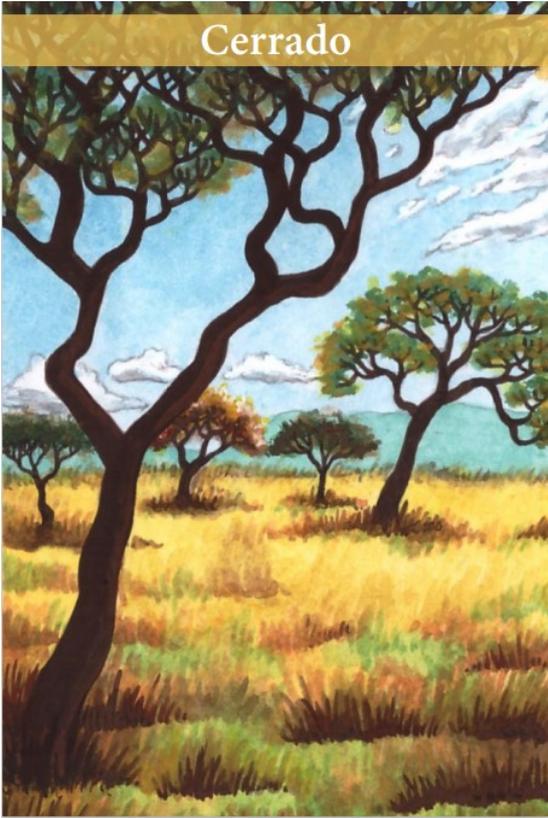
Tatu

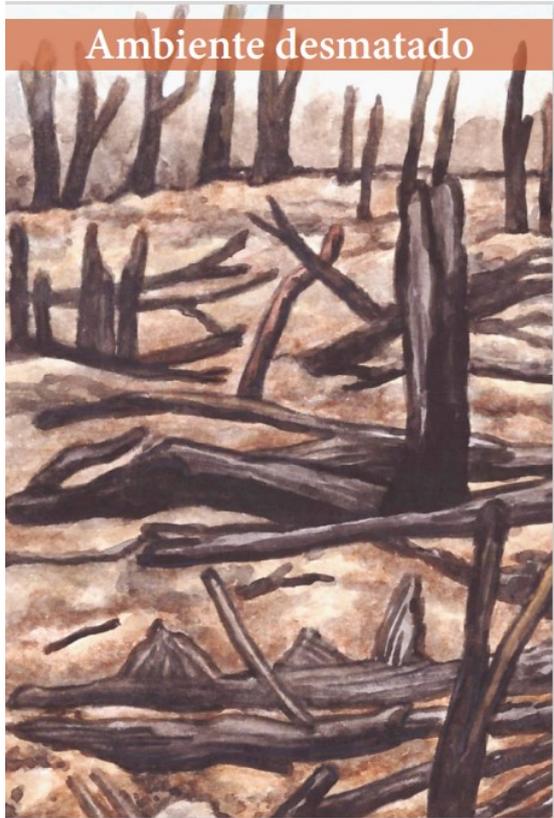
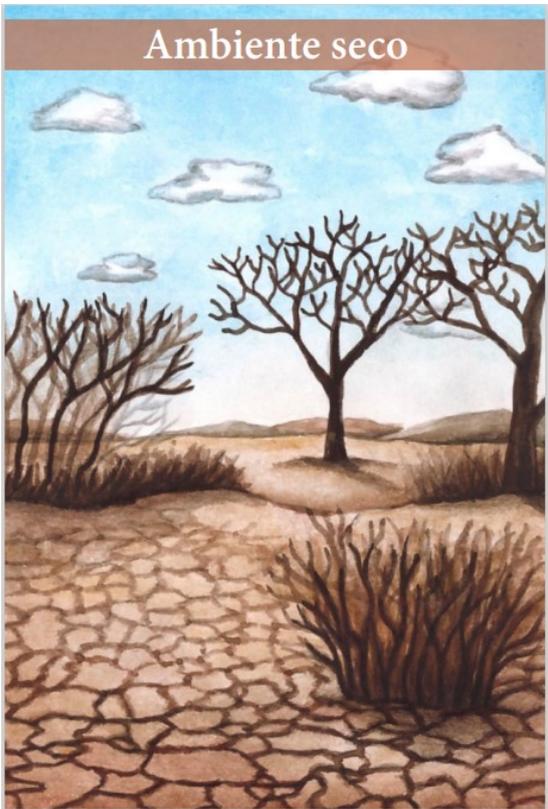
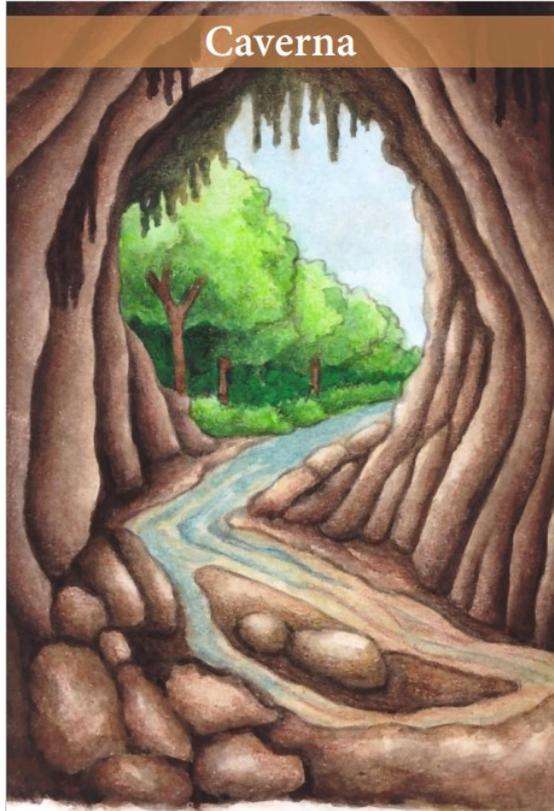
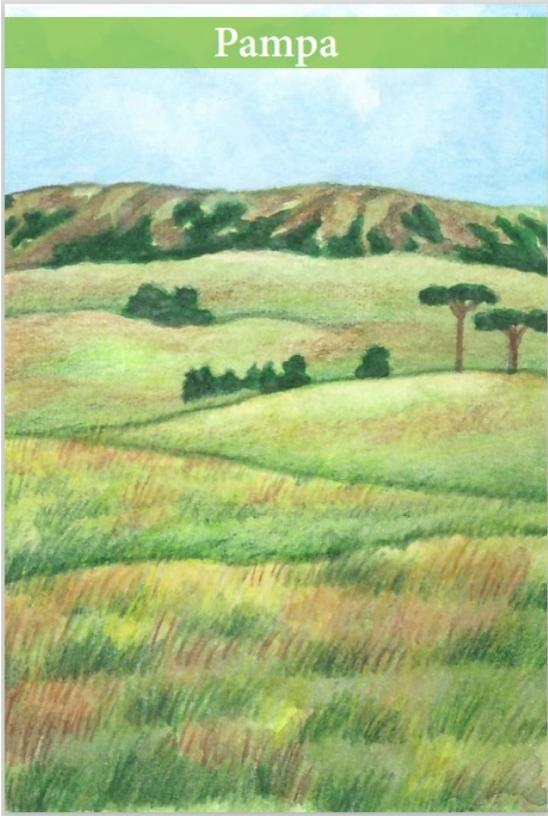




CARTAS – AMBIENTES



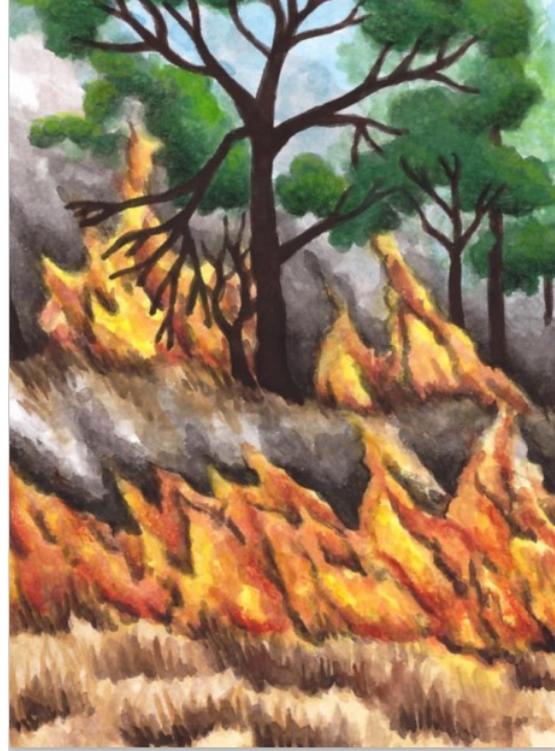




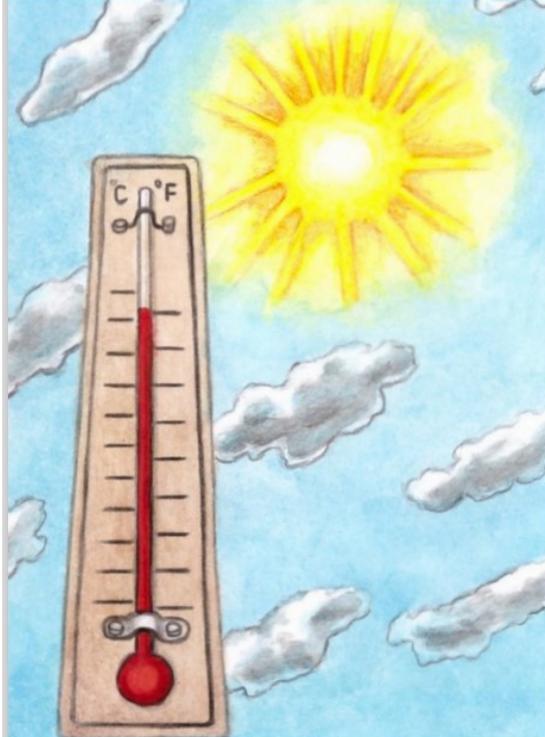
Chuvas intensas



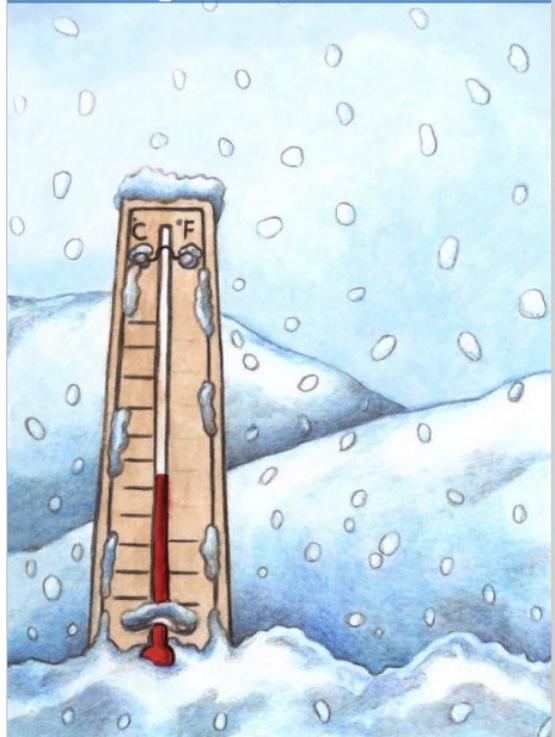
Mata em chamas



Temperatura aumenta



Temperatura Diminui



VERSO DAS CARTAS DE SERES VIVOS, AMBIENTES E VOTO