

Uma proposta de jogo didático para o ensino da teoria da Evolução Biológica

Proposal for an educational game for teaching the Biological Evolution theory

Una propuesta de juego didáctico para la enseñanza de la teoría de la Evolución Biológica

Isabela Maria Silva Leão (Isabela Maria Silva Leão (isabela.leaobio@gmail.com))
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
<https://orcid.org/0000-0001-7508-2782>

Fábio Augusto Rodrigues e Silva (fabio.silva@ufop.edu.br)
Universidade Federal de Minas Gerais, Brasil
<https://orcid.org/0000-0003-1245-2648>

Resumo

O presente trabalho apresenta um estudo sobre um jogo didático desenvolvido para o ensino de evolução. Esse recurso educacional, denominado de “Evoluixit”, foi inspirado no jogo Dixit e busca promover uma atividade de ensino, que favoreça a criatividade, a imaginação e o compartilhamento de conhecimentos entre os estudantes. A análise da dinâmica do jogo foi realizada a partir de dados produzidos em turmas do Ensino Médio e orientada por princípios da Teoria Ator-Rede (TAR). Os principais resultados evidenciam que o jogo mobilizou conhecimentos sobre seleção natural, especialmente relacionados à sobrevivência das espécies, e evidenciou a importância de elementos, como imagens, descrições de ambientes e tempo para atividade propiciada pelo Evoluixit. Dessa forma, o recurso educacional proposto pode ser considerado uma ferramenta promissora para as aulas de Biologia.

Palavras-chave: Ensino de Evolução; ensino de Biologia; Teoria Ator-Rede.

Abstract

This article presents a study of an educational game designed to teach evolution. This educational resource, called “Evoluixit”, was inspired by the game Dixit and seeks to promote a teaching activity that favours creativity, imagination and the sharing of knowledge between students. The dynamics of the game were analysed using data from secondary school classes and guided by the principles of Actor-Network Theory (ANT). The main results show that the game mobilized knowledge about natural selection, especially related to the survival of species, and highlighted the importance of elements such as images, descriptions of environments and time for the activity provided by Evoluixit. In this way, the proposed educational resource can be considered a promising tool for biology classes.

Keywords: Evolution teaching; Biology teaching; Actor-Network Theory

Resumen

Este artículo presenta un estudio de un juego educativo diseñado para enseñar la evolución. Este recurso educativo, denominado “Evoluixit”, se inspira en el juego Dixit y pretende promover una actividad docente que favorezca la creatividad, la imaginación y el intercambio de conocimientos entre los alumnos. La dinámica del juego se analizó utilizando datos de clases de secundaria y guiándose por los principios de la Teoría del Actor-Red (ANT). Los principales resultados muestran que el juego movilizó conocimientos sobre la selección natural, especialmente relacionados con la supervivencia de las especies, y destacaron la importancia de elementos como las imágenes, las descripciones de entornos y el tiempo para la actividad proporcionada por Evoluixit. De este modo, el recurso educativo propuesto puede considerarse una herramienta prometedora para las clases de biología.

Palabras-clave: Enseñanza de la evolución; Enseñanza de la biología; Teoría del Actor-Red

INTRODUÇÃO

Os estudos que explicam as modificações sofridas pelos seres vivos ao longo do tempo, bem como a origem da vida e dos seres humanos se expandiram desde 1802, data de criação do termo “biologia” (Braunstein, 2013). Desde então, comunidades científicas e não científicas atribuíram diferentes significados à evolução biológica. Pesquisadores renomados, como Jean-Baptiste-Pierre-Antoine de Monet, ou como ficou conhecido Jean-Baptiste Lamarck, e Charles Darwin, contribuíram para a elaboração da teoria evolutiva mais aceita atualmente. Após inúmeras investigações e estudos ao longo do século XX, a evolução biológica é reconhecida como um tema central para a biologia, pois esta atribui continuidade e unidade aos conhecimentos sobre a vida e os seres vivos (Meyer; El-Hani, 2005).

Apesar disso, a diversidade de compreensões ou crenças sobre a origem e evolução da vida abre espaço para possíveis conflitos, inclusive em sala de aula, principalmente nas aulas de ciências e/ou biologia. Esses conflitos emergem devido a vários motivos, como aqueles relacionados à complexidade: dos termos, que constroem a teoria evolutiva; dos aspectos epistemológicos e ontológicos, que sustentam o raciocínio evolutivo (Ferrari; Chi, 1998); e/ou 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). 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), algo que também ocorre entre alunos do nível básico (Bizzo; Araújo, 2021).

Concordamos com Figueiredo (2021) e destacamos quatro questões, que parecem influenciar nos processos de ensino e aprendizagem da teoria evolutiva. São elas: i) conhecimento inadequado do conteúdo da teoria de evolução por seleção natural associado à falta de compreensão das evidências empíricas, que a sustentam; ii) problemas na formação dos professores; iii) influência do fundamentalismo religioso; e iv) miscelânea de fatores psicológicos, políticos e sociais.

Uma possível opção para superar problemas de ensino e aprendizagem da evolução é a adoção de metodologias diferenciadas, que considerem os saberes dos alunos e estimulem sua participação durante o processo de construção de novos conhecimentos mais próximos do que se é esperado em aulas de ciências e biologia. As metodologias diferenciadas podem mobilizar diferentes recursos, para alcançar as particularidades de diferentes alunos e, assim, estimular seu envolvimento e seu desejo de aprender (Franco, 2005).

Nesse sentido, este trabalho traz resultados acerca de um estudo, que buscou elaborar e avaliar um jogo didático para aulas sobre a teoria evolutiva. A inspiração para o produto educacional, que foi desenvolvido nesta pesquisa, foi o jogo Dixit, uma ferramenta lúdica, que pode ser utilizada em instituições educacionais e possui potencialidade para desenvolver a criatividade e a interpretação dos jogadores, reconhecido como um recurso lúdico para o uso da imaginação (Reily; Chatton; Rosa, 2017). É um tipo de jogo, que busca favorecer a construção de narrativas e cenários e propicia trocas de informações e conhecimentos (Cruz, 2022). Uma dinâmica que nos parece propiciar a emergência de um ambiente favorável para o estudo da evolução, um ramo da biologia relacionado ao que Mayr (2005) caracterizou como biologia histórica; ou seja, uma área de pesquisa biológica construída e atualizada por meio de narrativas históricas.

Em homenagem ao original, o jogo desenvolvido a partir desta investigação foi nomeado “Evoluixit”. O tema escolhido para a elaboração do jogo didático está associado aos conceitos de diversidade, sobrevivência, adaptação e ambiente e, ainda, à interação entre esses elementos, com o fim de mobilizar conhecimentos sobre a seleção natural. Neste artigo, apresentamos uma análise das associações entre os diferentes elementos, humano e não humanos, que foram mobilizados por esse produto educacional lúdico em uma situação de ensino sobre evolução. Com esta análise, destacamos o potencial do jogo para a mobilização de conhecimentos sobre o tema e alguns ajustes na dinâmica do recurso educacional, que podem favorecer uma atividade de ensino mais frutífera.

METODOLOGIA

O jogo Dixit foi criado e lançado em 2008 pelo terapeuta infantil Jean-Louis Roubira. Ele já foi utilizado em diversos contextos, até mesmo no ambiente escolar, em propostas de ensino, que buscavam estimular a imaginação e a criatividade (Reily; Chatton; Rosa, 2017). No jogo original, os participantes exercem uma função de contadores de história. Inicialmente, cada um deles recebe um total de seis cartas, representadas por imagens aleatórias, que possuem um traço particular e original.

Em uma partida, o narrador da jogada escolhe uma de suas cartas e, sem mostrá-la aos outros jogadores, diz uma palavra, uma 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 o momento, 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 jogador algum 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 30 pontos ou quando o baralho se esgotar.

O jogo Evoluixit

Para atender aos propósitos da nossa pesquisa, as regras e as imagens do jogo original passaram por modificações (Figura 1). Apostou-se em uma dinâmica, que procurou garantir interações discursivas dos sujeitos envolvidos durante uma partida. Portanto, esperamos que o Evoluixit seja reconhecido como um jogo didático, com temática voltada à seleção natural, e que possa ser usado nas aulas de ciências e biologia. Esperamos que a discussão sobre seus resultados possa preparar os alunos para aprenderem mais sobre a biologia evolutiva.



Fonte: autoria própria.

Figura 1 – Exemplo de imagens das cartas do jogo Evoluixit.

O nosso jogo é composto por um livro de instruções, cartas, um tabuleiro, alguns peões 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. As espécies e os ambientes utilizados no jogo são típicos do Brasil. Os dois grupos representam elementos importantes para a ideia central da seleção natural; ou seja, as adaptações dos seres vivos em um determinado ambiente (Meyer; El-Hani, 2005).

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. 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.

Os alunos precisam produzir explicações, que justifiquem a sobrevivência de uma espécie em um determinado ambiente. As justificativas devem ser 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.

O desenvolvimento do Evoluixit na sala de aula

Para avaliar o jogo e produzir os dados para a pesquisa, foi feita uma intervenção mediada pela professora regente, a primeira autora deste artigo. Portanto, 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 (Penteado, 2010). Nessa modalidade de pesquisa aplicada, a professora atua como professora-pesquisadora, e a investigação acontece no decorrer da ação docente pela própria profissional responsável.

A pesquisa foi realizada com alunos do 3º ano do Ensino Médio de uma escola estadual de uma cidade do interior de Minas Gerais. Ela foi desenvolvida a partir de autorização do Comitê de Ética, conforme parecer consubstanciado nº 56353722.0.0000.5149.

O jogo didático foi aplicado durante as aulas de biologia da professora-pesquisadora responsável, em dois horários de 50 minutos, para concluir a aplicação do jogo. Um total de duas turmas, 53 estudantes, participou da pesquisa. Os alunos foram divididos em

grupos; alguns deles finalizaram o jogo antes do horário estipulado; para outros, o tempo foi insuficiente. Cada turma foi dividida em grupos pequenos (quatro-seis integrantes). Os áudios dos grupos foram gravados e transcritos, e os sujeitos da pesquisa foram identificados por pseudônimos.

Análise de dados a partir da Teoria Ator-Rede

Os dados obtidos foram analisados por meio de uma teoria social pós-humanista, a Teoria Ator-Rede (TAR) (Latour, 2012), uma proposta que surgiu com as intenções de descentralizar a ação dos humanos e valorizar a ação dos objetos/coisas nas práticas sociais. A Teoria compreende que tanto humanos como não humanos possuem uma função importante e uma posição hierárquica equivalente para a análise do social. A TAR atribui o título de “actante” a todo humano e a todo não humano. Estes podem ser identificados como intermediários ou mediadores e estão se relacionando constantemente, formando uma rede (Coutinho; Viana, 2019). Um actante intermediário é capaz de transportar significado ou elementos sem modificar a rede. Assim, as conexões de um mediador são fortes suficientes para transformar outros actantes.

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. Essas associações e transformações ocorrem também em processos educativos e nos permitem entender a aprendizagem como resultado de uma rede sociomaterial ou como uma prática sociomaterial (Coutinho; Viana, 2019). Portanto, a TAR entende que a aprendizagem é um efeito produzido pelas interações, que formam uma rede e geram conhecimento (Coutinho, et al, 2017).

Nesta pesquisa, pretendemos, com base no referencial latouriano, compartilhar os resultados obtidos, a partir das ações dos actantes não humanos (elementos do jogo) e dos actantes humanos (alunos), durante o ato de jogar Evoluixit. Acreditamos que os jogos didáticos possibilitam mobilizar diferentes actantes para as atividades em salas de aula e produzir diferentes associações. Desse modo, contribuem 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. 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 diferente ou afetado. Segundo Melo, 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).

A análise da rede construída pelos actantes, durante uma partida do jogo, foi feita por meio do *software* Iramuteq, que foi utilizado para examinar os textos produzidos a partir dos diálogos dos participantes da pesquisa. 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 e mostram as ligações entre as palavras (Marchand; Ratinaud, 2012). Já os diagramas representados pelas árvores máximas contribuem nas análises, pois permitem identificar e seguir os principais actantes envolvidos na pesquisa, bem como mapear as suas interações.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Visão geral da dinâmica do jogo

Como informado anteriormente, os alunos foram divididos em grupos (quatro-seis integrantes). Os componentes do jogo e o livro de instruções foram entregues. Rapidamente, os alunos compreenderam como jogar; entretanto, alguns perderam o

entusiasmo ao perceberem que, para jogar, seria necessário “pensar”¹; ou seja, que se tratava de um jogo baseado na elaboração de explicações e hipóteses.

Os jogos de tabuleiro modernos, como é o caso do Evoluixit, exigem maior esforço cognitivo (Reily; Chatton; Rosa, 2017), e isso pode ter despertado certa resistência em alguns estudantes. Os motivos para esse comportamento são variados e podem estar relacionados à timidez, à falta de conhecimento a respeito do assunto ou à dificuldade para elaborar hipóteses. Além disso, pensando na realidade das turmas que participaram da pesquisa, certo cansaço pode ter influenciado no envolvimento dos alunos, considerando que essa atividade foi realizada no final do ano letivo e ao final do turno diurno, nos últimos horários de aula daquele dia.

Outro ponto importante é que o tempo estabelecido para os alunos jogarem, duas aulas de 50 minutos, não foi suficiente para todos os grupos. Portanto, o fator tempo pode ser identificado como um actante, uma vez que foi capaz de produzir efeitos nas redes (Latour, 2012). Percebemos que os grupos mais engajados foram os mais afetados pelo tempo. A influência do tempo observada nesta pesquisa corrobora estudos ator-rede, que apontam esse elemento como um actante capaz de reorganizar práticas educativas e produzir diferentes efeitos nas associações estabelecidas pelos participantes (Venancio; Viana, 2021).

As discussões, elaborações de hipóteses e 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 e perderam o entusiasmo logo na explicação das regras. Compreendemos que as conexões entre os actantes dos grupos mais empenhados foram mais complexas.

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 grupo algum passou por todas elas. Inicialmente, notamos que os alunos tentavam elaborar explicações um pouco mais complexas, que faziam sentido;

¹ Expressão utilizada pelos alunos.

porém, no decorrer do jogo, mudaram a postura: começaram a elaborar hipóteses mais 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 Lara: Agora, é a última gente, saiu caverna... já tô cansada de pensar.

Aluna Teresa: Ah, não, não quero jogar mais, não.

Aluna Sara: Vamos a última vez.

No caso dos grupos mais engajados, os alunos não conseguiram jogar todos os ambientes, mas 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: Ah, 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.

Isso posto, podemos associar o fator tempo a dois novos atores: o número de rodadas (cartas de ambientes) e o engajamento dos jogadores. Ambos atuam como mediadores, porque foram capazes de modificar a rede, impactando na forma como os estudantes se relacionaram com os elementos do jogo.

O fator tempo pode evidenciar que alguns grupos, os quais desistiram de jogar, apresentaram dificuldades para mobilizar um pensamento científico baseado na seleção natural. Além disso, foi possível identificarmos o desinteresse de alguns grupos em relação à aprendizagem, ao negarem finalizar a prática, impedindo de serem afetados pelo jogo. Esses resultados são imprescindíveis para o processo de desenvolvimento do recurso educacional e podem sinalizar a necessidade de adaptações, como a introdução de informações sobre o processo evolutivo ou a adequação das aulas, a fim de que o tempo seja suficiente para que os estudantes participem do jogo.

Percebemos que as imagens das cartas também influenciaram a forma como os alunos jogaram. Esse dado mostra como esses objetos participaram ativamente das ações

humanas. Eles não são apenas artefatos, pois transformam a ação de outros atores. No presente caso, podemos considerar que as cartas com imagens atuaram na rede, uma vez que estabeleceram relações significativas 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, 2000, p. 214).

Por exemplo, ao observar uma imagem de uma gambá e os seus filhotes, dois estudantes tiveram a seguinte interação:

Aluna Ana: O gambá sobreviveria na caatinga, porque ele tem uma resistência maior que a dos outros animais.

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?

Aluno Alex: Como ele teria alimento para ele e para o resto dos filhotes?

É uma interação, a qual evidencia que as imagens podem mobilizar a atenção dos estudantes para as características dos seres vivos e que esses recursos foram fundamentais para a construção das justificativas.

Percebemos que os estudantes também estabeleceram associações com os trechos das descrições dos ambientes presentes no livro de instruções. Em algumas falas, os alunos trazem exatamente o que foi exposto no livro. Dessa forma, identificamos um novo mediador: as descrições que orientaram 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 lerem as descrições dos ambientes. Isso ocorreu, ao menos uma vez, com todos os grupos participantes. Essa postura pode ser reconhecida como uma dissociação na rede (Faria; Coutinho, 2015). 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. No princípio, os grupos faziam a leitura dessas descrições, todavia, no decorrer do jogo, elas 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 ainda provocou uma dissociação em relação ao livro de instruções. 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. Nesses casos, o livro de regras não foi consultado, porque os alunos acreditaram ter conhecimentos suficientes para elaborar suas hipóteses.

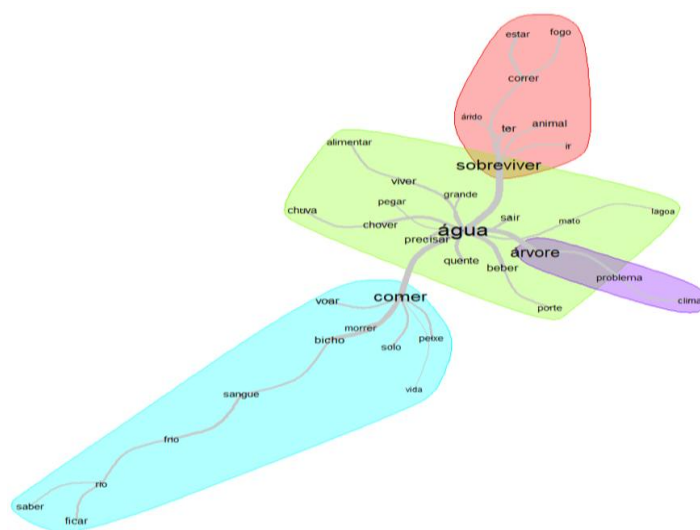
Desse modo, os desenhos das cartas e as descrições dos ambientes parece ter afetado os sujeitos da pesquisa, trazendo conhecimentos sobre as características das espécies e dos ambientes, estimulando a criatividade para a elaboração das justificativas, trazendo elementos para discussões entre os jogadores e provocando dissociações.

Existe ainda a possibilidade de que os elementos do jogo estabeleçam conexões complexas a ponto de desenvolverem a aprendizagem dos alunos. Ou seja, estamos considerando que a rede sociomaterial mobilizada pelo Evoluixit proporcionou diferentes interações entre os humanos e não humanos, o que contribuiu para um estado de transformações, experimentações e construções de novos conhecimentos sobre os seres vivos e os ambientes (Souza *et al.*, 2022).

As redes sociomateriais desenvolvidas durante o jogo

Para compreendermos mais sobre a mobilização e as associações dos actantes mobilizados na atividade do jogo, usamos o programa Iramuteq. A análise de similitude nos permitiu produzir representações das associações e contribuem para entendermos um pouco mais acerca da rede sociomaterial propiciada pelo jogo didático. Para fins de apresentação neste trabalho, selecionamos três grupos para nossas análises, devido à qualidade dos áudios, o que nos propiciou melhor transcrição dos diálogos dos estudantes.

No primeiro grupo, destacamos, com base na árvore máxima apresentada na Figura 2, 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. São palavras que foram fundamentais na elaboração das hipóteses e deram sentido às justificativas dos alunos do grupo.



Fonte: autoria própria.

Figura 2 – Árvore máxima de similitude do *corpus* textual do grupo 1.

A princípio, destacamos a centralidade da palavra “sobreviver”. A sobrevivência é um dos pilares da seleção natural (Carmo; Bizzo; Martins, 2009). Pela árvore de similitude, observamos que alguns alunos estabeleceram conexões à palavra “sobreviver”. As falas a seguir 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...

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.

A Figura 2 também mostra a associação do termo “sobreviver” aos actantes água, correr, ter, animal, árido etc. Com isso, percebemos que os estudantes buscavam elementos, para justificar a sobrevivência das espécies em cada um dos ambientes. A associação entre essas palavras mostra como alguns elementos foram mobilizados quando o grupo pensava em situações e características, que garantem a sobrevivência dos seres vivos.

Além disso, a ligação entre as palavras “água” e “vive” indica para a atuação de um segundo actante fundamental para a compreensão da seleção natural: a adaptação. A fala a seguir 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.

Isso também ocorreu no exemplo seguinte, por meio da conexão entre as palavras “água” e “árvore”. 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, no qual 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 têm 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 possibilitou a construção de uma rede, que evidencia uma aprendizagem, constituída por fatores e termos, que se relacionam à 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. A partir dessas análises, percebemos que o jogo proporcionou aos alunos novas experiências ou novas associações (Melo, 2011).

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.

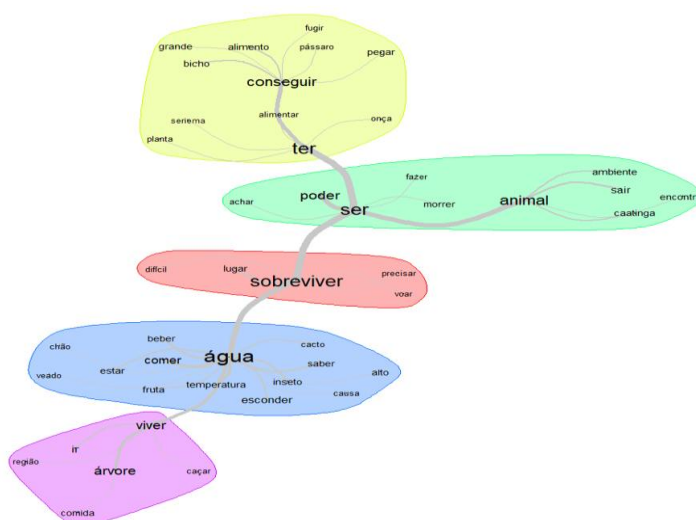
Aluno Pedro: E pode ter peixe lá pra ele se alimentar. E vai ter peixes de várias espécies. E, assim, o jacaré vai poder sobreviver.

Aluna Marcela: A ema vai ter a lagoa pra tomar água! Se ela for carnívora, têm 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...

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 e realizar

suas atividades; por isso, são levados à morte. Na árvore de similitude, o grupo que envolve a palavra “comer” revela uma associação desta com os actantes voar, morrer, solo, peixe, vida e água. Essas associações podem validar a afirmação anterior, graças à conexão entre a palavra “comer” e “morrer”.

A Figura 3 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.



Fonte: autoria própria.

Figura 3 – Árvore máxima de similitude do *corpus* textual do grupo 2.

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 (Meyer; El-Hani, 2005) e à existência de fatores que determinam o resultado 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.

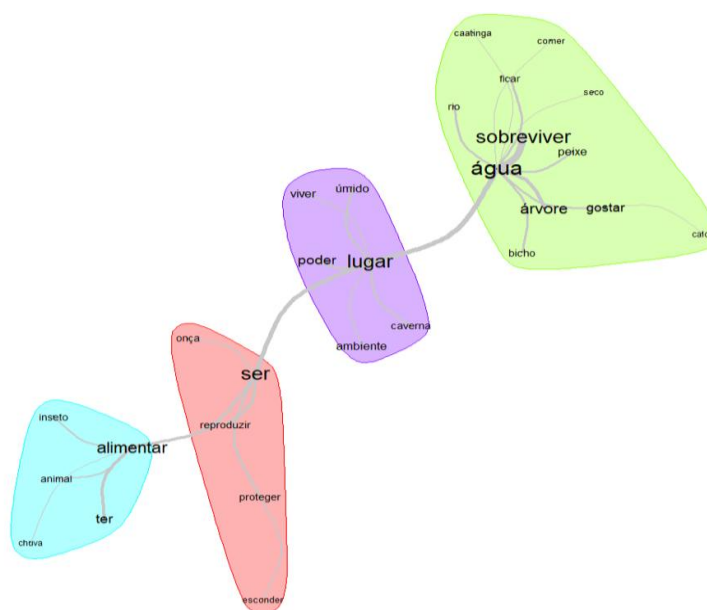
Aluno Alex: O tucano. A minha é bem parecida com a dela. Eu acho que ele conseguiria usar o bico forte que ele tem pra conseguir penetrar no cacto e, assim, conseguir água. A mesma justificativa vai para as frutas, né, que ele conseguiria.

A palavra “conseguir”, destacada na árvore de similitude do grupo 2, está conectada 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.

A árvore de similitude referente ao terceiro grupo se estruturou em torno dos seguintes actantes: sobreviver, água, lugar, ser e alimentar (Figura 4).



Fonte: autoria própria.

Figura 4 – Árvore máxima de similitude do corpus textual do grupo 3.

A palavra “lugar” ocupou, pela primeira vez, o eixo central; ou seja, nos grupos 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

a seguir 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. Por que 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 à iguana gostam de lugares secos e eles não têm dificuldade de sobreviver em lugares secos, porque ele não precisa de tanta água igual os outros animais.

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 à 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 pra 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.

As falas mostram que os alunos também associaram os processos evolutivos à reprodução dos organismos. Essa associação não ocorreu nos outros grupos. Mais uma vez, o grupo 3 se aproxima mais da teoria evolutiva. Considerando que os três grupos elaboravam suas justificativas com base na sobrevivência das espécies, é possível

afirmarmos que esses alunos compreendem o papel da reprodução para a manutenção das espécies e das características ao longo das gerações. Ainda houve uma preocupação em relação às condições de temperatura e umidade dos ambientes para os seres se reproduzirem.

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. Por isso, podemos considerar que houve a construção de uma rede de aprendizagem nos grupos analisados. 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 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.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou uma nova proposta de jogo didático, o Evoluixit, para o ensino de evolução. Os resultados de nossa análise apontam para a mobilização de conhecimentos sobre a seleção natural, particularmente relacionados à sobrevivência das espécies. Enquanto os alunos jogavam, foram mobilizadas questões e situações sobre adaptação, sobrevivência e ambiente. Os nossos resultados indicam que o jogo possibilita a mobilização de termos importantes para a seleção natural, uma vez que 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 se

envolveram em interações construtivas e elaboraram hipóteses e justificativas, o que indica a formação de redes heterogêneas, as quais podem contribuir para a aprendizagem.

A pesquisa também propiciou a identificação de limitações da atividade do jogo analisado. Portanto, deixamos algumas recomendações, que podem ajudar os professores, os quais desejam se inspirar em *Evoluixit* para o ensino do tema: a) 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; b) disponibilizar um caderno com descrições básicas sobre cada espécie ou adicionar às cartas de cada ser vivo tais descrições; e c) incentivar os alunos a realizarem pesquisas por conta própria, utilizando a *internet* ou livros de referência, integrando diferentes fontes de conteúdo e promovendo a busca ativa pelo próprio conhecimento. Essas informações extras podem ajudar os alunos na elaboração de suas justificativas.

REFERÊNCIAS

- BIZZO, Nélío; ARAÚJO, Leonardo Augusto Luvison. Ensino de Evolução: o que dizem as pesquisas? **Genética na Escola**, São Paulo, v. 16, n. 2, p. 440–449, 2021.
- BRAUNSTEIN, Guilherme Kunde. **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 f. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013.
- CARMO, Viviane Arruda; BIZZO, Nélío; MARTINS, Lilian Al-Chueyr Pereira. Alfred Russel Wallace e o princípio de seleção natural. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 4, n. 1, p. 209–233, 2009.
- COUTINHO, Francisco Ângelo Coutinho; SILVA, Fabio Augusto Rodrigues. Ciência e Religião: uma guerra desnecessária. **Ciência Hoje**, v. 51, n. 304, p. 18–21, 2013.
- COUTINHO, Francisco Ângelo; VIANA, Gabriel Menezes. **Teoria ator-rede e educação**. Curitiba: Appris, 2019.
- CRUZ, Danielle Fracaro. **Relação recíproca: imagem e palavra nas cartas do jogo Dixit**. São Paulo: Dialética, 2022.
- FARIA, Elisa Sampaio de; COUTINHO, Francisco Ângelo. Educação Científica em ação: a cartografia de controvérsias como prática de cidadania técnico-científica. **Cadernos de Pesquisa**, São Luiz, v. 22, n. 3, p. 133–147, 2015.

FERRARI, Michel; CHI, Michelene T. H. The nature of naive explanations of natural selection. **International Journal of Science Education**, Londres, v. 20, n. 10, p. 1231–1256, 1998.

FIGUEIREDO, Francisco José de. Problemas e perspectivas sobre o ensino de Evolução. **Revista Sustinere**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 2, p. 757–768, 2021.

FRANCO, Maria Amélia Santoro. A pedagogia da pesquisa-ação. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 483–502, 2005.

FRANCO, Rúbia Amanda Guimarães; KATO, Danilo Seithi. As concepções sobre as teorias evolutivas em licenciandos em ciências biológicas e suas implicações para o ensino. **Educação**, Manaus, v. 5, n. 1, p. 9–24, 2015.

LATOUR, Bruno. **Ciência em ação**: como seguir cientistas e engenheiros sociedade afora. São Paulo: Unesp, 2000.

LATOUR, Bruno. **Reagregando o social**: uma introdução à teoria do ator-rede. Salvador: Edufba, 2012.

MARCHAND, Pascal; RATINAUD, Pierre. L’analyse de similitude appliquée aux corpus textuels: les premiers socialistes pour l’élection présidentielle française (septembre-octobre 2011). **Actes des 11eme Journées internationales d’Analyse statistique des Données Textuelles. JADT**, v. 2012, p. 687–699, 2012.

MAYR, Ernst. **Biologia, ciência única**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005.

MELO, Maria de Fátima de Queiroz Aranha e. Discutindo a aprendizagem sob a perspectiva da teoria ator-rede. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 39, p. 177–190, 2011.

MEYER, Diego; EL-HANI, Charbel Niño. **Evolução**: o sentido da biologia. São Paulo: Unesp, 2005.

PENTEADO, Heloisa Dupas. **Pesquisa-ensino**: uma modalidade de pesquisa-ação. **Pesquisa-ensino: a comunicação escolar na formação do professor**. São Paulo: Paulinas, 2010.

REILY, Lucia; CHATTON, Marion; ROSA, Andrea da Silva. Alunos surdos e as imagens no jogo Dixit: a leitura de camadas de sentidos. **Revista Espaço**, Rio de Janeiro, n. 47, p. 103–122, 2017.

SOUSA, Raquel Gonçalves de; SILVA, Fábio Augusto Rodrigues e. Elaborando uma análise ator-rede sobre o *Role Playing Game* “energizando”. **Revista Insignare Scientia – RIS**, v. 4, n. 3, p. 194–210, 2021.

SOUZA, Ludmila Olandim; COUTINHO, Francisco Ângelo; VIANA, Gabriel Menezes; REIS, Débora D’Ávila. A aprendizagem enquanto afetação do corpo: Primeiras aproximações ao estudo de práticas de divulgação científica para o público infantil. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 28, p. e22043, 2022.

VENANCIO, Bruno; VIANA, Gabriel Menezes. Saberes da formação profissional: um estudo ator-rede quanto à performance da prática de professores em formação. **Revista Insignare Scientia – RIS**, Brasil, v. 4, n. 3, p. 242–256, 2021.