

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE BIOCÊNCIAS
COMISSÃO DE GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**Jogo de tabuleiro para facilitar o entendimento de
processos ecológicos e evolutivos**

Dirleane Ottonelli Rossato

Porto Alegre
2019

Dirleane Ottonelli Rossato

**Jogo de tabuleiro para facilitar o entendimento de
processos ecológicos e evolutivos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial e obrigatório para obtenção do grau de Licenciada em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof . Dr. Renan Maestri

Porto Alegre

2019

Dirleane Ottonelli Rossato

**Jogo de tabuleiro para facilitar o entendimento de
processos ecológicos e evolutivos**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Comissão de Graduação do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial e obrigatório para obtenção do grau de Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Renan Maestri

Aprovado (a) em ____ de _____ de 2019.

BANCA EXAMINADORA:

Professor Dr Renan Maestri

Professora Dra Tânia Ramos Fortuna

Professor Dr Lucas Augusto Kaminski

Porto Alegre

2019

*“Que ninguém se engane, só se consegue a
simplicidade através de muito trabalho”*

Clarice Lispector

Dedico esse trabalho de conclusão à minha mãe, por reconhecer a importância da educação e ter educado, dentro e fora da sala de aula, com amorosidade e muita brincadeira.

Agradecimento

Sou grata ao Professor Renan pela orientação e pelas discussões sobre esse trabalho de conclusão, por ter topado trabalhar comigo nesta ideia, o possibilitou que nos aventurássemos um pouco por áreas pouco habituais, mas tão importante e relevante como é o caso de atividades de ensino e divulgação científica, que neste trabalho foi feita no formato de jogo.

Grata às professoras da licenciatura, Professora Russel, Maria Cecília e Eunice, pelas discussões, contrapontos e puxadas de orelha ao longo desse último semestre, mas também ao longo de todas as disciplinas que fiz com vocês, aprendi muito e fico muito contente pela oportunidade que tive em vivenciar essa troca com cada uma de vocês, todas me inspiram, cada uma a sua maneira.

Aos jogadores que ajudaram muito no desenvolvimento do jogo tanto aqueles que participaram nas etapas anteriores a aplicação em sala de aula, como aos alunos do 7º ano da Escola Estadual do Ensino Fundamental do Estado do Rio Grande do Sul por terem sido minhas “cobaias” dessa proposição e que possibilitaram eu ter um retorno sobre a eficiência do jogo.

À Professora Marílise, pela disponibilidade e acolhimento para que eu conseguisse aplicar o jogo na sala de aula para os dois 7º anos, pelo auxílio na aplicação do jogo e empenho de sempre.

Aos professores e pesquisadores que me orientaram e interagiram comigo durante toda a minha formação acadêmica, desde o meu bacharelado, o mestrado e o doutorado, pois cada um, a sua maneira possibilitou que eu estudasse e ampliasse minha compreensão sobre os sistemas biológicos através de diferentes aspectos dos processos ecológicos e evolutivos, e que aqui, possibilitaram que eu desenvolvesse o jogo integrando as diferentes temáticas.

Aos meus amigos da Ecologia, do Biolar, de Ijuí, da vida, cada um a seu modo foram essenciais para o meu bem estar e desenvolvimento pessoal e acadêmico.

Ao Célio, pelo incentivo e criatividade em criar novas alternativas para velhos problemas. Obrigada, pai. E de maneira especial aos meus irmãos e a minha mãe que compartilharam comigo os momentos de maior ludicidade que vivenciei quando criança, portanto, dedico um parágrafo próprio para cada um.

Aos meus irmãos, Fernanda e Rodrigo, sempre presentes e parceiros de vida, dos jogos, das brincadeiras e principalmente do aprender. Afinal esse jogo e a ludicidade presente nele traz um pouco da nossa história e das nossas vivências. Ora quem se atreveria a discordar da importância lúdica que é pintar a cara, seja com batom, ou com carvão. A criatividade e a ludicidade nos moveram para muitas aventuras como levar a vaca para casa e não acreditarmos que ela seguiria o rumo, por fim, nós mesmos é quem fomos arrastados por ela morro acima. Ou nossa experiência como arquitetos, afinal construímos algumas casas, seja ela construída na sala com o que sobrou do parquet, seja ela construída no pátio com o que sobrou das tábuas, seja ela construída em cima da árvore ou ainda a que construímos no chão com os galhos das árvores, todas muito criativas escondiam um arquiteto(as), uma brincadeira e uma arte que se somavam ao processo de ensino e aprendizagem. Obrigada por serem grandes parceiros, amo muito vocês.

Grata à minha mãe, Ana, pela professora maravilhosa que foste e ainda é, dentro e fora da sala de aula. Completo esse ciclo de maneira querida e afetiva o qual concluo que de fato dar aula não é uma tarefa fácil, não tanto pela aula em si, mas pela desvalorização dela. Hoje entendo o seu conselho quando eu estava prestes a prestar o vestibular, existe um amor que precisa ser valorizado para ser vivido e o investimento em educação está se afastando a largos passos desse ideal. Você é uma inspiração para mim que com todo o carinho utilizou

métodos interessantes para atrair a atenção dos alunos, recordo do quadro escrito com giz colorido, assim como as réguas dobráveis para representar as medições de distância. A lista é grande, mas nada se compara com as palavras ternas utilizadas na tentativa de conseguir a atenção dos alunos “Da pra dar uma concentradinha?” O desejo por brincar e a presente proposta de jogo talvez seja um dos resultados desse processo bonito e querido de viver, que você tanto cultivou com muita ludicidade e amorosidade ao longo dos anos. Amo-te muito!!!

Resumo

As atividades de ensino e extensão são importantes para que os conteúdos trabalhados de maneira mais profunda nas universidades possam ser também acessados pela sociedade. Neste sentido, o jogo pode ser uma forma de ensino que conecta a universidade à sociedade. Feito de maneira lúdica o jogo desempenha um importante papel no processo de ensino e aprendizagem, pois, pode trabalhar o conteúdo de interesse associado ao desenvolvimento de aspectos psicopedagógicos. Alguns assuntos científicos são bastante complexos e, portanto, demandam mais esforço para serem ajustados de maneira eficiente no formato de jogo. Ecologia e evolução estão entre as áreas complexas, portanto, demandam especial atenção para conseguir traduzir de maneira eficiente o conteúdo de interesse. O êxito do material produzido depende das etapas de produção do jogo e da realização de testes de eficiência, quanto mais diverso o público maior a probabilidade dele atingir o que se deseja. O objetivo central do jogo é possibilitar aos jogadores o entendimento que os aspectos ecológicos e evolutivos são complementares em sistemas biológicos. As borboletas foram utilizadas como organismo modelo, já que as mesmas passam por processos bastante peculiares de desenvolvimento, dispersão e predação, além de serem sensíveis à alteração de habitat. Ao longo do jogo mostram-se as etapas de metamorfose da borboleta e o efeito de fatores antropogênicos como o uso de agrotóxicos e o controle biológico sobre a população de borboletas. A fim de fomentar nos jogadores a capacidade de refletir sobre o que poderia explicar determinados padrões na natureza, cada tabuleiro pode formular uma possível resposta a determinado fenômeno e depois testar ela jogando. Ganha o tabuleiro que apresentar uma discussão mais embasada, corroborando ou não a hipótese inicial. O jogo foi aplicado às pessoas com formação escolar distinta tendo em vista o aprimoramento do jogo e ao final foi realizada uma avaliação quanto a sua eficiência do jogo em capturar o interesse dos alunos. Assim, o presente trabalho de conclusão está dividido em dois capítulos, um capítulo focado no jogo, o qual está formatado para ser submetido para a revista genética na escola, e outro capítulo, focado nas etapas de desenvolvimento do jogo, mostra os processos ao longo do tempo.

Palavras-chave:

Jogo de tabuleiro, Ludicidade, Dispersão, Predação, Vírus, Borboletas

Sumário

Agradecimento	6
Resumo	9
Palavras-chave:	9
Introdução Geral	12
Capítulo I	18
Jogo de tabuleiro para facilitar o entendimento de processos ecológicos e evolutivos	18
Objetivos	18
Contexto	19
Aspectos biológicos	21
Aspectos ecoevolutivos	21
Funcionamento do jogo	24
Material necessário	24
Jogadores	25
Regras gerais do jogo	25
Referências bibliográficas	26
Anexos	27
Fichas explicativas – Ciclo 1 (1-3)	27
Fichas explicativas – Ciclo 1 (4-6)	28
Fichas explicativas – Ciclo 2 (1-3)	29
Fichas explicativas – Ciclo 2 (4-6)	30
Fichas explicativas - Entrada de imigrantes.....	31
Fichas Pergunta-Resposta – Ciclo 1.....	32
Fichas Pergunta-Resposta – Ciclo 2.....	36
Tabela de controle populacional	40
Tabela de controle da comunidade.....	44
Espécies de borboletas, plantas hospedeiras e anticorpos.....	45
Tabuleiro	46
Regras da revista	47
Capítulo II	49
Etapas de Desenvolvimento do jogo	49
Atividades lúdicas como estratégia para ensinar assuntos complexos	49
Etapas para o desenvolvimento do jogo	50
Etapa inicial do jogo	50
Etapas intermediárias do jogo	51
Etapa final do jogo	52

Aplicação do jogo em sala de aula	53
Disciplina de Ciências - Sétima série (7º A) com 12 alunos.....	53
Disciplina de Ciências - Sétima série (7º B) com 12 alunos	55
Estágio de Docência em Biologia (EDU02X17) Turma A com 10 alunos.....	56
Anexo 1	57
Resultado do Questionário (7º A)	57
Anexo 2.....	59
Questionário (reformulado para próximas aplicações)	59
Anexo 3.....	60
Questionário para avaliação de jogos educacionais	60
Discussão e considerações finais	62
Referências Bibliográficas	66

Introdução Geral

Produzir conhecimento científico e publicá-lo em revistas científicas através de um processo de avaliação por pares é um grande desafio e demanda bastante esforço e dedicação de cientistas. O conhecimento gerado pode servir para desenvolver novos trabalhos e, portanto, alimentar as informações relacionadas ao tema de interesse dando suporte a novos trabalhos que podem ser desenvolvidos. Entretanto, o conhecimento gerado na academia acaba sendo utilizado apenas por outros pesquisadores, principalmente para os que trabalham com temáticas semelhantes. Neste sentido, uma lacuna acaba sendo gerada entre o conhecimento científico e os saberes da sociedade. Segundo Santos (2010), em *Ecologia dos Saberes*, o autor ressalta a importância de valorizar os diferentes saberes para avançarmos enquanto sociedade. Para o autor o conhecimento científico ocupa um espaço de destaque, sendo considerado uma forma privilegiada de saber, e a importância que a sociedade dá para isso não é contestada. Portanto, reconhecida a importância de se fazer pesquisa é importante conectá-la com outros saberes.

Entretanto, nos últimos tempos, algumas ideias até então bastante aceitas e reconhecidas pela sociedade, como o saber científico, tem ganhado irrelevância e algumas vezes perda de prestígio. Embora esse obscurantismo já tenha ocorrido anteriormente na história da humanidade, principalmente durante o nazismo e o fascismo, atualmente ele está ganhando mais espaço no Brasil. Recentemente, Santos (2019) em uma conferência no Salão de Atos da UFRGS discutiu sobre os embates que a ciência tem enfrentado no atual cenário político, momento em que ele ressaltou que o simples fato de algumas pessoas apresentarem opiniões que coincide com o líder acabam sendo classificadas como detentoras de opinião. Por outro lado, aquelas pessoas que divergem das opiniões do líder são consideradas ignorantes. Assim sendo, cientistas podem ser considerados ignorantes se divergirem do governo. Portanto, para garantir que o conhecimento não se torne uma questão de opinião, os

pesquisadores precisam ampliar a atuação para que a relevância do trabalho científico tenha o seu valor novamente reconhecido pela sociedade em oposição aos achismos que muitas vezes embasam tomadas de decisão. A restauração disso pode ser possível através da democratização do acesso ao conhecimento científico pela sociedade.

A escola é um dos espaços que possibilita que a sociedade acesse o que é produzido na academia. Cabe ressaltar que a escola é muito mais que um local construído, repleto de concretos e paredes. Para Dayrell (1996) a escola é vista como espaço sociocultural, portanto, distintas dimensões podem ser identificadas e utilizadas para caracterizar a escola. Entretanto, considerando as inúmeras ações que a escola pode gerar para os indivíduos que a frequentem, acaba, muitas vezes, levando os alunos para caminhos distintos, onde as disciplinas estão descontextualizadas e pouco interage entre si. Neste sentido, as atividades desenvolvidas na escola precisam “conversar” mais entre si e com a realidade de fora da escola. Portanto, tanto os assuntos trabalhados na escola como na academia precisam se conectar com outros saberes, seja com as demais disciplinas na escola ou com outros conhecimentos de fora da academia se considerar o espaço universitário.

Dentro de um contexto social e escolar uma das formas possíveis de viabilizar esse diálogo de saberes é a produção de trabalhos de facilitação de ensino e divulgação científica. Dentro dessas atividades, acredito que o desenvolvimento de jogos seja uma boa estratégia para viabilizar o acesso à informação científica gerada, a qual ocorrerá de maneira lúdica. Cabe ressaltar que para trabalhar a ludicidade em sala de aula não implica necessariamente na aplicação de jogos, pois nem todo jogo desempenha um papel lúdico. A ludicidade é, portanto, mais ampla, pois foca na possibilidade de desenvolver a capacidade criativa do aluno, em estimular a imaginação deste, instigando nele a problematização e o desenvolvimento de uma opinião própria e embasada (Aguiar 2019). Para isso, é importante reconhecer as demandas e especificidades de cada aluno no seu desenvolvimento cognitivo,

afetivo e social. Neste sentido, Fortuna (2011) questiona “Como e porque alguns professores se tornam capazes de brincar em suas práticas pedagógicas?”, ao que ela conclui que os professores que brincam são “apaixonados pelo que fazem”, ressaltando que esses professores já apresentam algumas atitudes lúdicas, como o humor, a positividade, a alegria, o desafio, a inquietação, e que ao dar aula focando na ludicidade eles próprios brincam (Fortuna 2011). Portanto, os professores acabam proporcionam um ambiente onde eles próprios se divertirão.

Além dessas qualidades relacionadas aos aspectos lúdicos dos professores, Capozoli (2002) considera que é necessário que o divulgador tenha experiência na temática que vai divulgar. Neste sentido, o presente trabalho de conclusão de curso que tem por objetivo o desenvolvimento de um jogo que aborda alguns aspectos sobre ecologia e evolução está embasado em estudos que eu fiz anteriormente enquanto discente do Programa de Pós-Graduação em Ecologia na UFRGS. Dentre as temáticas que eu pesquisei e que foram incorporadas no jogo estão: a formação de anéis miméticos, os processos de dispersão e o impacto de fatores antropogênicos sobre a biodiversidade de borboletas. Mais especificamente, durante o mestrado eu estudei a convergência morfológica de borboletas miméticas quando coocorrem no mesmo local (Rossato 2014) o qual foi publicado em 2018 (Rossato et al 2018). Sobre essa mesma temática, recentemente publiquei um dos capítulos na enciclopédia sobre comportamento e cognição animal (Rossato & Kaminski 2019). Cabe ressaltar aqui que os modelos de borboletas utilizado no jogo são os mesmo deste último trabalho, portanto, pode ser utilizado para entender melhor sobre a temática. Finalmente, mais relacionado aos processos de dispersão e aos fatores antropogênicos eu estudei durante o meu doutorado a dispersão de borboletas em diferentes níveis ecoevolutivos, utilizando a morfologia e a informação evolutiva para prever a capacidade de dispersão (Rossato 2018).

Considerando esse cenário, qual seria o desafio para um pesquisador fazer comunicação científica e desenvolver material de ensino no Brasil? Uma das barreiras que pesquisadores enfrentam ao focar seus esforços em atividades de ensino e de divulgação científica é a pouca valorização desse tipo de atividade em processos de seleção, seja em busca de uma posição como pesquisador ou enquanto pesquisador a necessidade de angariar recursos para as suas pesquisas. Frequentemente, a relevância sobre o que será pontuado pelos órgãos fomentadores de recursos durante esses processos está centrada na publicação de artigos científicos em revistas de alto impacto. Entretanto, o acesso e o entendimento do que se publica em revistas de alto impacto é bastante restrito para uma parcela da sociedade. Uma vez que os trabalhos publicados utilizam termos bastante técnicos e as melhores revistas estão escritas em inglês, isso dificulta que a sociedade tenha acesso a esses trabalhos visto que o idioma local é outro, como o português no Brasil. Para mudar isso, as políticas de concessão de bolsas e recursos poderiam ter um foco para atividades de divulgação, beneficiando assim o desenvolvimento de atividades de divulgação científica que facilitem o ensino-aprendizagem dos alunos. Afinal, se a ciência tem por objetivo viabilizar o avanço em áreas estratégicas da sociedade, assim como, investir em ciência básica e aplicada, as quais possibilitam entender questões mais complexas e embasar diferentes estudos, é extremamente relevante que ampliemos o alcance dos resultados obtidos dentro da academia para o restante da sociedade.

Da mesma forma como acontece na pesquisa, a divulgação científica também está embasada na interpretação e ambas tem o poder de transformação (Capozoli 2002). Portanto, um dos grandes desafios em aumentarmos o alcance do conhecimento científico está em conseguirmos expandir o acesso ao conteúdo trabalhado na academia para a sociedade. Para isso, precisamos traduzir esse conhecimento de maneira eficiente. Sabendo que algumas aulas e estratégias de ensino podem atrair mais ou menos atenção dos alunos, acredito que métodos

que conseguem provocar os alunos desacomodando eles dos padrões tradicionais das aulas podem ser formas de tornar esse processo eficiente, como é o caso das atividades lúdicas educativas. Adicionalmente, áreas como ecoevolução possibilitam uma grande conexão entre diferentes áreas do conhecimento as quais podem ser contextualizadas a algumas vivências da sociedade. Neste sentido, trabalhar novas metodologias de ensino e a divulgação científica nestas áreas de maneira lúdica é um grande desafio, principalmente se tentarmos tornar esses assuntos mais palpáveis para o aluno, e este conseguir tirar maior proveito dessa experiência criando autonomia e possibilidade de reflexão sobre diferentes processos relacionados com os aspectos ecoevolutivos e a sociedade.

Neste sentido, a proposição de um jogo como espaço de brincadeira precisa ser tratada com bastante seriedade, afinal, quando estamos brincando, ficamos bastante focados no jogo e envoltos pela paixão, portanto, o jogo possibilita que fiquemos totalmente entregues a essa atividade (Fortuna 2005). Além desse processo atrativo que o jogo tem, existem outros aspectos intrínsecos aos indivíduos que o jogo possibilita trabalhar ao longo do desenvolvimento desse tipo de atividade. Além de vivenciamos experiências prazerosas, como diversão e felicidade, ao brincar também nos deparamos com os medos e precisamos aprender a controlar os sentimentos (Winnicott 1982). Adicionalmente a isso, o jogo possibilita o estabelecimento de vínculos, visto que é essencial a existência da confiança entre professor(a) – aluno(a) para uma aprendizagem significativa (Winnicott 1971).

Embora todos esses pontos sejam bastante relevantes ao jogar, existe uma etapa primária que é crucial para que avancemos nas demais etapas que é a capacidade do jogo em atrair a atenção dos alunos, possibilitando assim, o despertar do desejo/interesse do aluno pelo objetivo da atividade. Segundo os métodos de avaliação de eficiência do jogo, a etapa que visa testar os pontos fortes na proposição de um jogo está entre as primeiras sugeridas por Savi et al (2010). Afinal, para avaliar a efetividade do jogo ele precisa em primeiro lugar

despertar no aluno a motivação, visto que ela é um elemento essencial em qualquer sistema educacional (Keller 2009). Para isso, é necessário ficar atento e avaliar se o processo utilizado, o jogo, provocou no estudante o entusiasmo necessário para a atividade educacional (Huang, Huang & Tschopp 2010). Neste sentido, os jogos podem ocupar um espaço importante como facilitador desse processo de ensino e aprendizagem, cuja efetividade como facilitador de ensino precisa ser avaliada em etapas posteriores.

Dito isso, o presente trabalho de conclusão será apresentado em dois capítulos, um focado no jogo em si, a ser submetido para a revista genética na escola, e outro capítulo focado nas etapas de desenvolvimento do jogo. Por fim, o trabalho de conclusão acaba com uma discussão final sobre o trabalho e propõe algumas perspectivas sobre o assunto.

Capítulo I

Jogo de tabuleiro para facilitar o entendimento de processos ecológicos e evolutivos

Dirleane Ottonelli Rossato^{1*}, Renan Maestri¹

¹ Programa de Pós-Graduação em Ecologia, UFRGS.

* dirleane.ottoneli@gmail.com

Artigo formatado, com modificação, para ser submetido para a revista Genética na Escola, seção Material Didático.

Objetivos

Facilitar o ensino e a aprendizagem sobre processos ecológicos e evolutivos através do desenvolvimento de um jogo no formato de tabuleiro. O intuito central do jogo é possibilitar ao jogador uma vivência da complementaridade existente entre os aspectos ecológicos e evolutivos em sistemas biológicos, rompendo assim a dicotomia frequentemente utilizada nas áreas de ensino quando esses aspectos estão sendo trabalhados em sala de aula. A integração entre as áreas será ressaltada com a utilização do termo ecoevolutivo.

Neste sentido, o objetivo é mostrar como diferentes processos ecoevolutivos possibilitam as espécies aumentarem ou diminuírem o número de indivíduos ao longo do tempo. Nesse sentido, o jogo resalta a importância dos predadores (aves), como agentes operadores que selecionam as estratégias de defesa das borboletas. Adicionalmente, pretende-se possibilitar que o jogador entenda que a evolução ocorre ao nível populacional e que os processos de extinção podem ser fortemente impactados por atividades antropogênicas, como o uso de agrotóxicos e o controle biológico de pragas. Finalmente, o jogo tem como objetivo mostrar o papel ecoevolutivo dos vírus como controladores populacionais, funcionando como reguladores do número de indivíduos das borboletas.

Contexto

O jogo foi projetado para trabalhar diversos assuntos relacionados ao conteúdo de Ciências Biológicas. Funcionando como um facilitador de ensino e aprendizagem que pode ser aplicado desde o ensino fundamental até o médio. A utilização desse jogo nos diferentes níveis é possível através de aumento ou diminuição na profundidade e enfoque dos assuntos abordados, de acordo com o nível educacional e o interesse da aula. Para melhor aproveitamento do jogo, recomendamos que ele seja jogado mais de uma vez, sendo que para completar um ciclo serão necessários pelo menos dois períodos de aula (1h40) e, pelo menos quatro período de aula para completar todas as etapas do jogo. Concluída essas etapas, o jogo passa a ser mais fluido e rápido, pois a dinâmica do jogo foi entendida, neste sentido, sugerimos que para fixar melhor o conteúdo, ele seja jogado pelo menos duas vezes completas, ou seja, pelo menos 8 períodos de aula. Assim, ficará mais fácil entender como o jogo funciona, além de possibilitar a fixação do conteúdo e um número maior de resolução das questões associadas ao jogo (etapas de entrada de imigrantes), os quais eu considero ser um ponto forte do jogo educativo.

Tanto para o ensino fundamental como para o ensino médio, o jogo pode ser utilizado para entender processos ecoevolutivos dando maior ou menor aprofundamento dependendo do interesse do jogo. Dentre os enfoques possíveis de serem trabalhados neste jogo está a formulação de hipóteses para que antes de iniciar o jogo o aluno possa pensar sobre quais são as possíveis explicações para as questões biológicas trabalhadas ao longo do jogo. Sugerimos algumas questões que possam ser trabalhadas em cada tabuleiro antes do jogo através da formulação de uma provável explicação para o fenômeno encontrado na natureza. Algumas sugestões de questões são: (i) como vocês acha que surgiu a diversidade de borboletas? ; (ii) quais são as vantagens e as desvantagens das borboletas em apresentarem um padrão de

coloração semelhante? ; (iii) quais são os agentes responsáveis pela seleção natural na coloração das borboletas? ; (iv) são as borboletas que escolhem qual estratégia de defesa que irá utilizar? ; (v) como os processos antropocêntricos podem afetar a biodiversidade de borboletas? . Embora a adição desta etapa possibilite que o aluno possa se conectar mais com o jogo e refletir mais profundamente sobre as questões levantadas o professor pode aplicar o jogo sem que os alunos formulem possíveis hipóteses, isso dependerá do interesse do professor.

Diversos assuntos podem ser abordados neste jogo como: os processos ecoevolutivos relacionados à seleção natural e adaptação a diferentes ambientes, como a camuflagem para área florestal ser ineficiente para área campestre. Além disso, o jogo possibilita explorar os aspectos gerais dos vírus e a relevância biológica destes organismos para a evolução e o controle populacional dos organismos vivos. O registro correto na tabela de controle populacional sinaliza os eventos em que cada espécie caiu durante o jogo, o que possibilita ao jogador acessar as etapas que influenciaram mais o número de indivíduos na população. No caso de ocorrer alguma extinção de espécie, o aluno pode acessar o conjunto de eventos responsáveis por isso, através do registro feito na tabela de controle populacional. Isso possibilita entender como cada grupo (tabuleiro) chegou a diferentes proporções de cada espécie (diferentes tabuleiros). Neste caso, em um contexto ecoevolutivo cada tabuleiro representaria uma comunidade.

Além disso, o jogo viabiliza que o aluno faça agrupamentos de acordo com os Reinos dos organismos presentes no jogo e entenda como a biodiversidade de espécies pode surgir, considerando as proporções de cada espécie e como processos de extinção moldam a formação da biodiversidade. Finalmente, pode-se utilizar o jogo para fixar o conteúdo a respeito dos insetos e os diferentes tipos de metamorfose.

Aspectos biológicos

O tabuleiro foi projetado para ser jogado em dois diferentes ciclos, os quais formam um oito (símbolo do infinito). Esses ciclos estão focados nos diferentes estágios de desenvolvimento que as borboletas passam para completar a metamorfose. Lembrando que as borboletas são insetos com metamorfose completa, portanto, passam por quatro diferentes estágios de desenvolvimento: ovo, larva, pupa e adulto alado. Dessas etapas, os estágios de ovo e pupa são imóveis, enquanto que os estágios de larva e de adultos alado são móveis. Destes, o estágio adulto alado é o com maior mobilidade e o mais conhecido pela maioria das pessoas, por isso, será utilizado como estágio inicial do jogo e estágio onde eventos de predação e de dispersão acontecerão no ciclo 1 e o contato com vírus no ciclo 2. Além disso, ao final de cada ciclo foi incluído processos antropogênicos como: o uso de agrotóxico no ciclo 1 e o controle biológico no ciclo 2. Finalmente, processos de imigração também foram adicionados em locais de intersecção entre o ciclo 1 e 2, e ao final de cada um dos ciclos.

Aspectos ecoevolutivos

Como a evolução ocorre a nível populacional, esse foi o nível escolhido para desenvolver o jogo. Cada jogador representará uma espécie com uma respectiva população que deve ser controlada e registrada ao longo do jogo através de uma tabela de controle populacional. Dentre os diferentes fatores que foram utilizados no jogo, a predação é um dos principais processos de seleção natural responsável por diminuir o número de indivíduos de uma espécie. Dependendo das estratégias de defesa e coloração das presas (borboletas), as aves predam em proporção maior ou menor.

Neste sentido, aves predam menos as borboletas que possuem uma estratégia de defesa que possibilita que elas passem despercebidas aos olhos dos predadores, como é o caso das borboletas que se camuflam com o meio. Essa coloração acaba conferindo vantagens

a essas borboletas, pois não sendo visíveis aos olhos do predador elas não serão predadas. Entretanto, quando essas borboletas ocorrerem em um ambiente distinto ao que elas evoluíram, a camuflagem pode não ser eficiente para evitar a predação pelas aves, pois as aves começam a perceber as borboletas que não conseguem se camuflar neste ambiente diferente, ficando visível para o predador o que acaba sendo desvantajoso para borboletas com essa estratégia (Lima & Kaminski, 2019).

Por outro lado, espécies de borboletas que apresentam coloração aposemática, com cores vibrantes e toxidade, podem ser associadas a sensações desagradáveis, isso ocorre devido ao contato prévio que o predador teve com esse padrão de coloração da presa e sua toxidade. Com isso, o aposematismo sinaliza para os inimigos naturais das borboletas, as aves, o seu potencial de defesa. Neste sentido, as aves que associam esse padrão de coloração com sensações e experiências prévias desagradáveis acabam reagindo a esses estímulos e evitam essas presas. Portanto, espécies aposemáticas são tóxicas e, portanto, emitem um sinal verdadeiro de advertência para o predador que a evita.

Entretanto, algumas espécies com coloração semelhante aquela aposemática, portanto, que apresentam cores vibrantes, mas que não são tóxicas podem ser evitadas de eventos de predação, pois devido a incapacidade do predador saber tudo sobre o universo ao seu redor, ele acaba evitando objetos semelhantes aqueles previamente provados e que apresentam toxidade. Esses eventos de seleção natural, os quais estão associados as espécies semelhantes recebem o nome de mimetismo, sendo Batesiano quando envolve uma borboleta não tóxica e uma tóxica, e Müllleriano quando envolve duas espécies de borboletas tóxicas (Rossato & Kaminski 2019). Ambos os sistemas dependem do predador e da sua capacidade de reconhecer e associação entre a toxidade e a coloração das presas.

Outra estratégia que possibilita maior sobrevivência da presa, pois evita a predação é a capacidade que as espécies apresentam de se deslocarem rapidamente, ou seja, escaparem

das condições adversas. Espécies com alta capacidade de dispersão conseguem escapar de áreas desfavoráveis de maneira mais eficiente e rápida. Por outro lado, espécies com baixa capacidade de dispersão podem ser presas fáceis para o predador ou não conseguir escapar de condições climáticas desfavoráveis (ex.: aumento ou esfriamento da temperatura e desmatamento). A predação pode ser muito mais severa em ambientes diferentes daqueles onde as espécies evoluíram, pois, a estratégia de defesa dos organismos funciona para o ambiente em que evoluíram. Tanto a capacidade de escapar quanto a predação são processos que ocorrem em borboletas nos diferentes estágios, mas para o jogo focamos no estágio de adulto alado, que é o período mais conhecido pela maioria das pessoas.

No estágio de adulto alado as borboletas copulam e após copularem as fêmeas precisam encontrar uma planta hospedeira para colocar os seus ovos (ovipositar). A planta escolhida servirá como local de fixação dos ovos que ficarão hospedados e posteriormente se transformarão em larvas e finalmente em pupas de borboletas. Durante esse período as borboletas não apresentam cuidado parental, que seria a estratégia mais segura e eficiente para evitar a predação, não abordada aqui. Portanto, para concluir os diferentes estágios das borboletas é necessária a disponibilidade de plantas hospedeira, as quais apresentam uma estreita relação com as borboletas e geralmente são específicas para cada espécie de borboleta. Escolher a planta hospedeira para a prole é muito importante, pois além de garantir a existência das borboletas, elas podem garantir aumento da imunidade protegendo-as de um possível contágio por vírus.

Além das plantas hospedeiras, eventos antropogênicos, como o uso de agrotóxico podem comprometer, e muito, a diversidade de borboletas. Além dessa estratégia química (agrotóxico) existem alternativas interessantes que a humanidade desenvolveu para diminuir o número de perdas na agricultura e que não agride tanto a biodiversidade, como é o caso do controle biológico. Com o uso de controladores como parasita ou predador com pouco tempo

de vida é possível diminuir o número de pragas na agricultura sem o uso de agrotóxicos que são prejudiciais para a biodiversidade inclusive para a saúde humana. É conveniente relembrar aqui que o ser humano é uma espécie animal e, portanto, faz parte da biodiversidade, neste sentido, a escolha correta para evitar perda na agricultura pode garantir a vida na terra, incluindo a nossa. Cabe ressaltar que o aumento do número de insetos em cultivos agrícolas está associado a um desequilíbrio ecológico como as monoculturas, pois existe alta disponibilidade de alimento para os insetos se alimentarem e baixa quantidade de predadores e/ou parasitas naturais do inseto, com isso aumenta o número de insetos e, devido ao aumento exponencial desses insetos eles acabam sendo considerados pragas, o que reflete o desequilíbrio ecológico presente na agricultura.

Funcionamento do jogo

Cada tabuleiro deve elaborar uma explicação plausível para uma questão biológica levantada pelo professor ou que seja do interesse dos alunos e plausível de ser investigada pelo jogo. Posteriormente a essa etapa, cada jogador escolherá uma espécie e tomará nota do número de indivíduos pertencente a sua população através da utilização de uma tabela de controle populacional, uma tabela por tabuleiro. Ao final de cada ciclo o número de indivíduos deve ser utilizado para preencher a tabela da comunidade. Ao longo do jogo, o número de indivíduos pode aumentar ou diminuir, dependendo das características da espécie e sua interação com fatores bióticos e abióticos.

Material necessário

Para jogar será necessário um dado por tabuleiro e a impressão de alguns materiais, como: o tabuleiro em folhas A3; a imagem das espécies de borboletas; as imagens das árvores e anticorpos; as tabelas para controle populacional e para controle da comunidade para o ciclo 1 e para o ciclo 2 conforme o número de vezes que se deseja jogar; as fichas que descrevem cada etapa e o que deve ser feito nelas; e, o conjunto de perguntas e respostas (material anexo ao final).

Jogadores

Um total de 4 jogadores participará do jogo, por tabuleiro, e cada jogador será responsável por controlar o número de indivíduos que possui e ler as fichas em cada uma das etapas.

Regras gerais do jogo

- 1º) Posicione o tabuleiro na mesa de maneira que fique confortável para todos jogadores acompanharem o jogo.
- 2º) Coloque as fichas descrevendo cada uma das etapas ao lado do tabuleiro, observe as respectivas cores das fichas e o ciclo a que pertence. **Atenção:** Coloque apenas as fichas do Ciclo 1, as quais devem estar com o lado onde consta a explicação ecoevolutiva voltado para cima. Ao terminar o primeiro ciclo, retire as fichas referente ao Ciclo 1 e coloque as referente ao Ciclo 2.
- 3º) Cada jogador deve escolher as espécies de borboletas e preencher seu nome na tabela de controle populacional referente a sua espécie do Ciclo 1. Deixe para pegar a tabela do Ciclo 2 quando finalizar o Ciclo 1.
- 4º) O jogo terá início com o lançamento do dado e deslocamento das espécies no estágio de eclosão. Confira com atenção o que deve ser feito em cada uma das etapas conforme consta na ficha correspondente a etapa que cair.
- 5º) Cada jogador deve ler a ficha com as informações da etapa (cor) correspondente na seguinte ordem: (1º) a informação ecológica e evolutiva, e (2º) o que a espécie deve fazer.
- 6º) Cada jogador deve registrar na tabela de controle populacional o evento onde a espécie caiu e anotar o número total de indivíduos restante após cada uma das etapas (Sinalizar as casinhas onde caiu no jogo possibilitará discutir quais foram as etapas que mais afetaram as espécies.
- 7º) A etapa Parada Obrigatória estará presente nos dois ciclos e corresponde a eventos de imigração, entrada de indivíduos de outra população. Todas as espécies precisam parar nesta etapa e o jogador deve pegar uma carta e responder uma questão relacionada ao jogo.

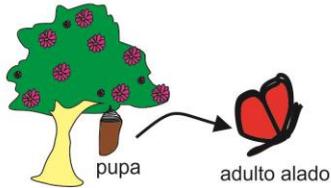
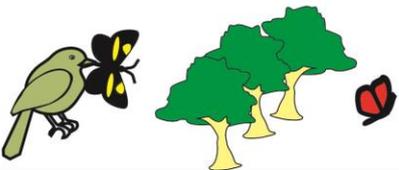
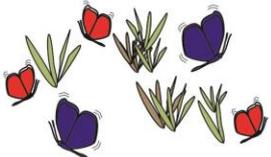
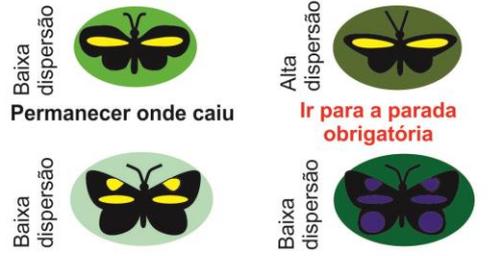
- 8º) Ao término de cada um dos ciclos, lembre-se de passar para a tabela do próximo ciclo o número de indivíduos totais e de plantas hospedeiras obtidos no ciclo anterior.
- 9º) Ao final, cada grupo deve passar as informações da tabela populacional para a tabela de controle da comunidade e interpretar os resultados obtidos, comparando com os demais grupos, que representam outras comunidades.
- 10º) Existem duas alternativas para estabelecer quem será o ganhador do jogo: (a) Ganhará o jogador que tiver mais indivíduos ao final do jogo; ou (b) Ganhará o grupo (tabuleiro) que conseguir elaborar as hipóteses e discutir melhor elas ao final do jogo.
- 11º) Caso o jogo tenha sido ineficiente para testar a hipótese inicial, ao final do jogo os alunos podem propor novas formas de testar essas questões e o que o jogo poderia incorporar que facilitaria o melhor entendimento da questão de interesse.

Referências bibliográficas

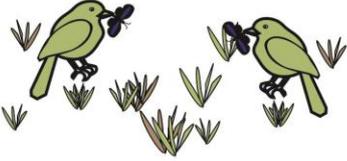
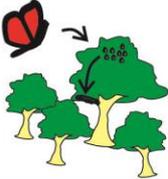
- LIMA, L. D.; KAMINSKI, L. A. Camuflage. In Vonk, J.; Shackelford, T. K. **Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior**. Springer Nature Switzerland, 2019. doi: 10.1007/978-3-319-47829-6_698-1
- ROSSATO, D. O.; KAMINSKI, L. A. Müllerian Mimicry. In Vonk, J.; Shackelford, T. K. **Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior**. Springer Nature Switzerland, 2019. doi: 10.1007/978-3-319-47829-6_687-2

Anexos

Fichas explicativas – Ciclo 1 (1-3)

<p>INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA CICLO 1</p> <p>ETAPA amarela <i>Borboletas no início do estágio adulto</i></p> <p>Chegou um período de grande mudança.</p> <p>O estágio de adulto alado é o último estágio e o mais conhecido das borboletas, elas passam do estágio de pupa (estágio imóvel), para o estágio de adulto alado (maior mobilidade).</p>  <p>pupa adulto alado</p>	<p>CICLO 1</p> <p>O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa amarela?</p> <p>Para definir o número de indivíduos que passarão para o estágio adulto jogue o dado novamente e multiplique pela taxa de eclosão da espécie</p>  <p>2 vezes o número 1 vez o número</p> <p>Pode eclodir mais vezes, lembre-se de calcular o número de indivíduos, quando sair desta etapa.</p>
<p>INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA CICLO 1</p> <p>ETAPA azul <i>Predação de borboletas por aves em ambientes florestal</i></p> <p>Com o aumento da mobilidade é hora de procurar por condições melhores de sobrevivência como maior quantidade de recursos e possibilidade de acasalamento.</p> <p>Cuidado para não ser predado!!!</p> 	<p>CICLO 1</p> <p>O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa azul?</p> <p>Borboletas aposemáticas-não tóxicas serão predadas (perdem 2 indivíduos) caso não ocorra nenhuma borboleta aposemática-tóxica nesta etapa.</p> <p>As demais não serão predadas.</p>  <p>Não perde Não perde</p> <p>Depende da presença da tóxica Não perde</p>
<p>INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA CICLO 1</p> <p>ETAPA roxa <i>Escape de borboletas em ambiente campestre</i></p> <p>Ao se deslocar as borboletas podem encontrar ambientes bastante diferentes aos que originalmente ocorrem.</p> <p>Borboletas com maior capacidade de deslocamento escaparão mais rápido das condições adversas como as áreas campestres.</p> 	<p>CICLO 1</p> <p>O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa roxa?</p> <p>As borboletas com asas mais arredondadas apresentam baixo escape, enquanto as com asas mais alongadas escapam mais rápido.</p>  <p>Baixa dispersão Alta dispersão</p> <p>Baixa dispersão Baixa dispersão</p> <p>Permanecer onde caiu Ir para a parada obrigatória</p> <p>Permanecer onde caiu Permanecer onde caiu</p>

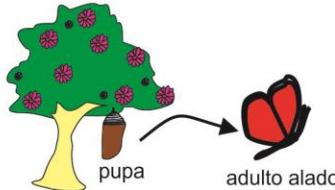
Fichas explicativas – Ciclo 1 (4-6)

<p>INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA CICLO 1</p> <p>ETAPA cinza <i>Predação de borboletas em ambiente campestre</i></p> <p>É hora de sair explorar o ambiente e buscar por condições melhores de sobrevivência.</p> <p>Cuidado para não ser predado!!! A estratégia de defesa pode não funcionar tão bem em ambiente campestre!!!</p> 	<p>INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA CICLO 1</p> <p>O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa cinza?</p> <p>Borboletas aposemáticas e não tóxicas serão predadas (-3 indivíduos) caso não ocorra nenhuma borboleta aposemática-tóxica nesta etapa.</p> <p>A espécie camuflada não ficará protegida e perderá dois indivíduos.</p> <table border="0"> <tr> <td>Não perde</td> <td></td> <td></td> <td>Não perde</td> </tr> <tr> <td>Depende da presença da tóxica</td> <td></td> <td></td> <td>Perde 2</td> </tr> </table>	Não perde			Não perde	Depende da presença da tóxica			Perde 2
Não perde			Não perde						
Depende da presença da tóxica			Perde 2						
<p>INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA CICLO 1</p> <p>ETAPA verde <i>Planta hospedeira</i></p> <p>Após as borboletas adultas copularem, a fêmea gasta um tempo procurando uma planta (hospedeira) para depositar os seus ovos. Local onde os ovos ficarão hospedados. Posteriormente, os ovos se transformarão em larvas que se alimentarão da planta e finalmente passarão para o estágio de pupa.</p> 	<p>INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA CICLO 1</p> <p>O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa verde?</p> <p>Espécies que caírem nesta etapa ganharão uma árvore simbólica a cada casa que caírem.</p> <p>Mais adiante essa árvore simbólica será utilizada para somar a taxa de eclosão no início do próximo ciclo.</p> <p>Todos ganham uma árvore.</p> 								
<p>INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA CICLO 1</p> <p>ETAPA laranja <i>Agrotóxico</i></p> <p>As borboletas nem sempre são pragas agrícolas, mas ocorrem próximo a áreas com diferentes cultivos.</p> <p>Como os agrotóxicos são produzidos para combater as insetos pragas acabam afetando as borboletas nativas, matando-as.</p> 	<p>INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA CICLO 1</p> <p>O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa laranja?</p> <p>Todas espécies perderão a metade de seus indivíduos a cada casinha que caírem.</p> 								

INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA **CICLO 2**

ETAPA amarela
Borboletas no início do estágio adulto

Durante o estágio anterior a fêmea colocou **alguns ovos** que se transformaram em **larva** e depois em **pupa** e, nesta etapa, elas se transformarão em **adultos alados**.



pupa adulto alado

INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA **CICLO 2**

O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa amarela?

Para definir o número de indivíduos que passarão para o estágio adulto **jogue o dado novamente** e **multiplique** pela taxa de eclosão da espécie



Some os indivíduos da etapa anterior e mais 10 indivíduos a cada árvore que ovipositou.

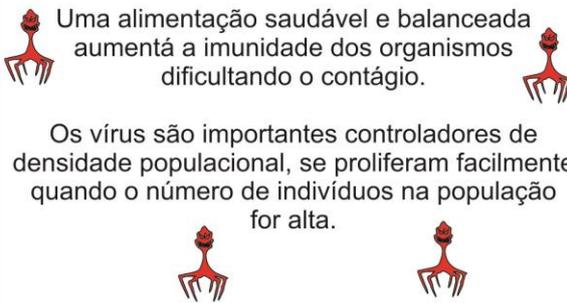
INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA **CICLO 2**

ETAPA rosa
Primeiro contato com vírus

As borboletas podem entrar em contato com vírus e sofrer diferentes efeitos.

Uma alimentação saudável e balanceada aumentará a imunidade dos organismos dificultando o contágio.

Os vírus são importantes controladores de densidade populacional, se proliferam facilmente quando o número de indivíduos na população for alta.



INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA **CICLO 2**

O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa rosa?

As espécies perderão indivíduos conforme tabela abaixo:

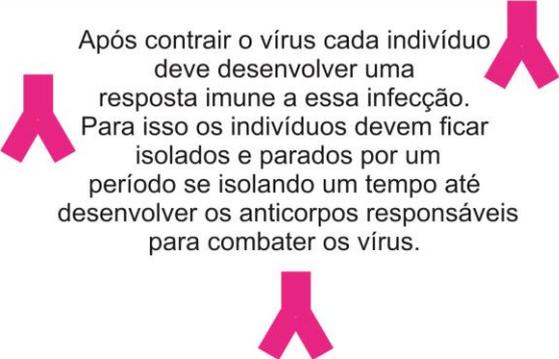
Número de indivíduos	Com Árvores	
	Até 2	+ de 2
Menos de 30	0	0
Entre 30 e 50	- 3	- 1
Entre 51 e 70	- 15	- 7
Entre 71 e 100	- 40	- 20
Mais de 100	- 1/4	- 1/8



INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA **CICLO 2**

ETAPA rosa escuro
Desenvolvendo resposta imune

Após contrair o vírus cada indivíduo deve desenvolver uma resposta imune a essa infecção. Para isso os indivíduos devem ficar isolados e parados por um período se isolando um tempo até desenvolver os anticorpos responsáveis para combater os vírus.



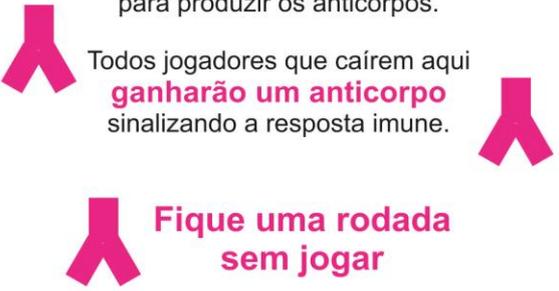
INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA **CICLO 2**

O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa rosa escuro?

Para desenvolver uma resposta imune os indivíduos devem ficar parados uma rodada para produzir os anticorpos.

Todos jogadores que caírem aqui **ganharão um anticorpo** sinalizando a resposta imune.

Fique uma rodada sem jogar



Fichas explicativas – Ciclo 2 (4-6)

INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA **CICLO 2**

ETAPA pêssego
Segundo contato com vírus



Entrando em contato novamente com o vírus as espécies que desenvolveram uma resposta imune na etapa anterior conseguirão sobreviver normalmente a esse segundo contato.




CICLO 2

O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa pêssego?

Quem tem resposta imune não perde indivíduos.

Quem não tem resposta imune perderá na seguinte proporção:

Número de indivíduos	Com Árvores	
	Até 2	+ de 2
Menos de 30	0	0
Entre 30 e 50	- 5	- 2
Entre 51 e 70	- 20	- 10
Entre 71 e 100	- 45	- 22
Mais de 100	- 0,80%	- 0.40%



INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA **CICLO 2**

ETAPA verde
Oviposição de ovos

Depois das borboletas adultas copularem, a fêmea gasta um tempo procurando uma planta (hospedeira) para depositar os seus ovos. Local onde os ovos ficarão hospedados e que ao eclodirem servirá de alimento para as larvas e depois para fixar as pupas.



CICLO 2

O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa verde?

Espécies que caírem nesta etapa ganharão uma árvore simbólica a cada casa que cair.

Mais adiante essa árvore simbólica será utilizada para somar a taxa de eclosão no início do próximo ciclo.

Todos ganham uma árvore.



INFORMAÇÃO ECOEVOLUTIVA **CICLO 2**

ETAPA VI (laranja)
Controle Biológico

O controle biológico de pragas é uma técnica de combate as espécies nocivas aos interesses humanos por meio do uso de seus inimigos naturais, como predadores ou parasitas. As espécies utilizadas em favor dos nossos interesses são denominadas controladores biológicos. Elas devem manter as populações de espécies indesejáveis em níveis baixos.

CICLO 2

O que acontecerá se a espécie cair em casas da etapa VI (laranja)?

Todos perdem 1/4 (25%) dos indivíduos





<p style="text-align: center;">PARADA OBRIGATÓRIA</p> <p style="text-align: center;">ENTRADA DE IMIGRANTE</p> <p>Ao longo do tempo, as espécies podem receber indivíduos de outras populações e aumentar a sua população, assim como a diversidade genética.</p>	<p style="text-align: center;">PARADA OBRIGATÓRIA</p> <p>O que acontecerá se a espécie passar por essa etapa preta ?</p> <p>Todas as espécies devem parar nessa etapa que é obrigatória.</p> <p>Ao cair nesta etapa o jogador terá direito a pegar uma questão para responder de acordo com o ciclo em que está.</p> <p>A cada resposta correta, o jogador ganhará 5 indivíduos imigrantes.</p>
<p style="text-align: center;">FINAL DO CICLO 1</p> <p style="text-align: center;">ENTRADA DE IMIGRANTE</p> <p>Enquanto as demais espécies estão passando por diferentes processos de seleção do ciclo 1, algumas espécies podem ganhar mais indivíduos para a sua população.</p> <p>Isso também aumenta a diversidade genética.</p>	<p style="text-align: center;">FINAL DO CICLO 1</p> <p>O que acontecerá se a espécie passar por essa etapa preta?</p> <p>O jogador que terminar o Ciclo 1 antes dos demais continuará jogando, até que todas as espécies cheguem nesta etapa.</p> <p>A cada rodada o jogador terá direito a uma questão que se respondida corretamente ganhará 5 indivíduos imigrantes por questão acertada.</p>
<p style="text-align: center;">FINAL DO CICLO 2</p> <p style="text-align: center;">ENTRADA DE IMIGRANTE</p> <p>Enquanto as demais espécies estão passando por diferentes processos de seleção do ciclo 2, algumas espécies podem ganhar mais indivíduos para a sua população.</p> <p>Isso também aumenta a diversidade genética.</p>	<p style="text-align: center;">FINAL DO CICLO 2</p> <p>O que acontecerá se a espécie passar por essa etapa preta?</p> <p>O jogador que terminar o ciclo 2 antes dos demais continuará jogando, até que todas as espécies cheguem nesta etapa.</p> <p>A cada rodada o jogador terá direito a uma questão que se respondidas corretamente ganhará 5 indivíduos imigrantes por questão.</p>

Fichas Pergunta-Resposta – Ciclo 1

CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Qual é o estágio anterior as borboletas no estágio de adultos alados?	Resposta A borboleta passa do estágio de pupa (estágio imóvel), para o estágio de adulto alado (estágio móvel).
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta O número de borboletas que passam para o estágio adulto alado depende do quê?	Resposta Das características de cada uma das espécies e das plantas hospedeiras.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta A borboleta aposemática não tóxica é menos predada quando ocorre com a aposemática tóxica. Porquê?	Resposta A borboleta não tóxica se beneficia do sinal de advertência da borboleta tóxica.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Porque a espécie que se camufla é menos predada?	Resposta O predador não consegue ver ela, com isso não preda.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta O formato da asa das borboletas muda a velocidade de voo?	Resposta Sim, as mais arredondadas voam menos comparado com as mais alongadas
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Qual a vantagem de ter uma dispersão maior em áreas campestres?	Resposta Escapar de condições impróprias como a área campestre.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Dentre as etapas 1 (eclosão) e 2 (predação) qual aumenta e qual diminui o número de indivíduos?	Resposta A eclosão aumenta e a predação diminui.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta O número de indivíduos que eclodem e a capacidade de dispersão dependem do que?	Resposta Das características das espécies que foram moldadas e selecionadas ao longo do tempo.

CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Em área campestre a predação aumenta ou diminui?	Resposta A predação em área campestre aumenta, exceto para as espécies tóxicas.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Por que a camuflagem não funciona na área campestre?	Resposta Pois a camuflagem evoluiu em ambiente florestal. Não é eficiente em área campestre.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Após as borboletas adultas aladas copularem elas dão origem a um novo indivíduo em qual estágio?	Resposta Borboletas adultas aladas dão origem a um novo indivíduo no estágio de ovo.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Qual o nome dado para a planta onde a fêmea irá depositar os ovos?	Resposta Planta hospedeira.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Quais são as fases fixas das borboletas?	Resposta Ovo e pupa.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Quais são as fases móveis das borboletas?	Resposta Larva e adulto alado.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta As borboletas no estágio larval se alimentam do quê?	Resposta São herbívoras e se alimentam da planta hospedeira.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Porque é importante a escolha da planta hospedeira para a fêmea ovipositar?	Resposta Pois o sucesso da prole depende desta escolha. A escolha correta vai garantir alimento de qualidade para as larvas.

CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Quais os estágios de desenvolvimento das borboletas?	Resposta Ovo, larva, pupa e adulto alado.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta A pupa é um estágio fixo onde os indivíduos não se alimentam. Como ela se mantém viva?	Resposta A pupa se mantém viva devido a reserva energética adquirida no estágio de larva.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta As borboletas apresentam qual tipo de metamorfose?	Resposta Metamorfose completa, pois passam por todos os estágios de desenvolvimento.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Os agrotóxico apresentam algum efeito sobre o número de indivíduos de borboletas?	Resposta Sim, diminuem pela metade o número de indivíduos.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Os agrotóxico matam muitas borboletas embora elas não sejam a praga foco. Por que você acha que isso acontece?	Resposta Os agrotóxicos geralmente são desenvolvidos para matar insetos e com isso as borboletas também são afetadas.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Você acha que os agrotóxico fazem mal para os seres humanos?	Resposta Sim, diversos estudos mostram que os agrotóxicos são os responsáveis por desenvolvermos algumas doenças.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Você acha que os agrotóxicos afetam a biodiversidade?	Resposta Sim, vários grupos de seres vivos são afetados pelo uso dos agrotóxicos.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Quais são as etapas que temos perdas de indivíduos no primeiro ciclo?	Resposta Predação e o uso de agrotóxico.

CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Quais são os fatores que afetam a predação?	Resposta O tipo de ambiente (florestal e campestre), a estratégia de defesa (aposemático ou camuflagem) e a toxicidade.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Na natureza, você acha que os eventos de predação e dispersão ocorrem independentes?	Resposta Não, na natureza esses eventos ocorrem juntos. Existe sobreposição entre esses eventos.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Por que acha que a predação é maior e afeta mais espécies na área campestre?	Resposta Porque é um ambiente diferente de onde as borboletas nasceram e evoluíram. As estratégias de defesa são menos eficientes.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta A composição da comunidade por diferentes espécies influencia a taxa de predação?	Resposta Sim, espécies não tóxicas dependem da ocorrência das espécies tóxicas para diminuir a predação.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Você acha que o número de árvores afeta a imunidade das borboletas?	Resposta Sim, pois a imunidade das borboletas no jogo dependem da qualidade da sua alimentação, que pode ser mensurada pelo nº de plantas hospedeiras.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta O número de indivíduos ao final deste ciclo será igual para todas espécies? E ao valor inicial?	Resposta Provavelmente não, pois cada uma das espécies tem características próprias que afetaram o nº de indivíduos e suas interações com o meio.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Quanto Reinos dos Seres Vivos estão representados nesta primeira fase?	Resposta Reino Animalia (borboletas e aves) e Reino Plantae (plantas hospedeiras da vegetação florestal e área campestre).
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Dentre os eventos que diminuem o número de indivíduos separe aqueles que são naturais dos que foram desenvolvido pela humanidade.	Resposta Predação é natural e o uso de agrotóxico desenvolvido pela humanidade.

Fichas Pergunta-Resposta – Ciclo 2

CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Qual é o estágio anterior as borboletas adultas aladas?	Resposta A borboleta passa do estágio de pupa (estágio imóvel), para o estágio de adulto alado (estágio móvel).
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta O número de borboletas que passam para adulto alado depende do quê?	Resposta Das características de cada uma das espécies e do número de oviposição (planta).
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Os vírus são importantes para o quê?	Resposta Regulação do número de indivíduos da populações
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Os vírus pertencem a algum dos Reinos dos Seres Vivos?	Resposta Embora essa questão seja bastante discutida, até o momento eles não se enquadram em nenhum dos Reinos dos Seres Vivos.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Os vírus são compostos por o quê?	Resposta Material hereditário e cápsula proteica.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta O que os vírus não tem que os seres vivos tem?	Resposta Células e metabolismo próprio.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Quando os vírus conseguem se reproduzir?	Resposta Apenas dentro de uma célula viva.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Quais aspectos podem evitar que os vírus afetem os seres vivos?	Resposta Qualidade da alimentação (número de plantas hospedeiras)

CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Após o contato com os vírus, como as borboletas conseguem elaborar uma resposta imune?	Resposta Produzindo anticorpos
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Os anticorpos produzidos para um vírus pode servir para outro vírus?	Resposta Não, pois os anticorpos são específicos.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Após gerar os anticorpos, os vírus tem o mesmo efeito sobre os indivíduos?	Resposta Não, com os anticorpos os indivíduos respondem aos vírus de maneira mais eficiente, não ocorre nenhum morte.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Qual a semelhança entre esse sistema e a produção artificial da vacina?	Resposta Ambos dão uma resposta imune ativa, ou seja, o próprio organismo produz o anticorpo para combater o vírus.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Qual é o meio natural que possibilita passar anticorpos prontos para outro indivíduo?	Resposta A amamentação.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Por que na etapa de imunidade os indivíduos precisam ficar parados?	Resposta Para produzir os anticorpos que combaterão os vírus.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Como podemos classificar os vírus considerando que eles só conseguem se desenvolver no interior das células	Resposta Podemos classificar eles como parasita intracelular.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta A resposta imune gerada após contato com uma doença possibilita que o organismo previna ou cure a doença?	Resposta Possibilita que o organismo previna o desenvolvimento da doença.

CICLO 2	CICLO 2
Pergunta O que significa controle biológico?	Resposta Controlar o número de pragas através do uso de controladores biológicos, como os predadores e parasitas.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Dentre os agrotóxicos e o controle biológico, qual é melhor para manter a biodiversidade?	Resposta O controle biológico.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta O controle biológico pode afetar a saúde humana assim como ocorre com o uso de agrotóxicos?	Resposta Não, o controle biológico não afeta a saúde humana, pois o foco é a praga
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Se você fosse um agricultor, qual tipo de controle de pragas você usaria, agrotóxico ou controle biológico?	Resposta Tanto para a saúde humana, como para a biodiversidade a melhor escolha para controle de pragas é o controle biológico.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Qual controlador biológico está ilustrado no jogo?	Resposta Uma joaninha que é predadora.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta O uso de controlador biológico simula o quê?	Resposta Um sistema ecológico em equilíbrio.
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Qual etapa você acha que afeta mais negativamente o número de indivíduos?	Resposta O uso de agrotóxico
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Quais etapas você acha que mais afeta positivamente o número de indivíduos?	Resposta A eclosão e a imigração.

CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Qual a espécie que se deu melhor no jogo?	Resposta A espécie com mais número de indivíduos.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Qual etapa favoreceu a espécie com mais espécies?	Resposta Confirma as etapas que favoreceram o aumento de indivíduos da espécie com mais indivíduos
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Qual etapa desfavoreceu o número de indivíduos da espécie menos frequente.	Resposta Confira na tabela onde ocorreu maior perda de indivíduos na espécie com menos indivíduos.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Em qual nível ocorre a evolução?	Resposta Nível populacional, indivíduos dentro de uma espécie.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Além desses processos de seleção, teria outros eventos que poderiam afetar a evolução?	Resposta Sim, a competição, a ausência das plantas hospedeiras, a infertilidade das fêmeas, etc.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Quais dos organismos apresentados no tabuleiro tem mitocôndria	Resposta Borboletas, aves, joaninha, árvores e plantas campestres
CICLO 1	CICLO 1
Pergunta Quais organismos apresentados no tabuleiro tem cloroplasto?	Resposta Árvores e plantas campestres.
CICLO 2	CICLO 2
Pergunta Classifique os organismos que ocorrem em produtor e consumidor	Resposta Produtor (árvore e plantas campestres) Consumidor (Borboletas, aves e joaninhas).

Tabela de controle populacional

Tabela de controle populacional

CICLO 1

I

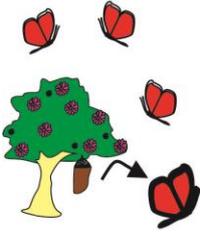
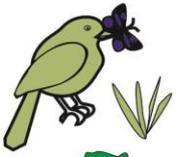
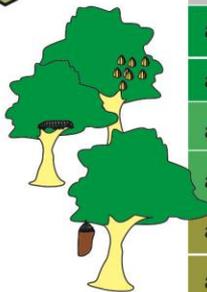
								
Nome								
		Evento	Indivíduos	Evento	Indivíduos	Evento	Indivíduos	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	Adulto
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		não perde	não perde	-2 (?)	não perde	não perde	não perde	Predação
		não perde	não perde	-2 (?)	não perde	não perde	não perde	
		não perde	não perde	-2 (?)	não perde	não perde	não perde	
		não perde	não perde	-2 (?)	não perde	não perde	não perde	
		não move	move	não move	não move	não move	não move	Escape
		não move	move	não move	não move	não move	não move	
		não move	move	não move	não move	não move	não move	
Imigrantes	+5	+5	+5	+5	+5			
		não perde	não perde	-3 (?)	-2	não perde	-2	Predação
		não perde	não perde	-3 (?)	-2	não perde	-2	
		não perde	não perde	-3 (?)	-2	não perde	-2	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	Planta hospedeira
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	Agrotóxico
		-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	
		-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	
Imigrantes	+5	+5	+5	+5	+5			
FINAL								

Tabela de controle populacional

CICLO 2

II

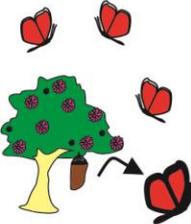
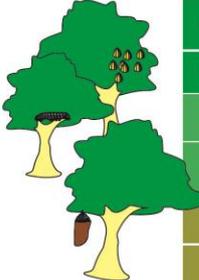
								
Nome								
		Evento	Indivíduos	Evento	Indivíduos	Evento	Indivíduos	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	Adulto
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
Oviposição								
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	Vírus
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	
		ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	Anticorpo
		ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	Vírus
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	
Imigrantes	+5	+5	+5	+5	+5			
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	Planta hospedeira
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	Controle biológico
		-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	
		-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	
Imigrantes	+5	+5	+5	+5	+5			
FINAL								

Tabela de controle populacional

CICLO 1

III



Nome	Evento		Evento		Evento		Evento	
	Indivíduos							
	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x	Adulto
	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x	
	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x	
	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x	
	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x	
	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x	
	2x	1x	2x	1x	2x	1x	2x	
	não perde	não perde	-2 (?)	não perde	não perde	não perde	não perde	Predação
	não perde	não perde	-2 (?)	não perde	não perde	não perde	não perde	
	não perde	não perde	-2 (?)	não perde	não perde	não perde	não perde	
	não perde	não perde	-2 (?)	não perde	não perde	não perde	não perde	
	não move	move	não move	não move	não move	não move	não move	Escape
	não move	move	não move	não move	não move	não move	não move	
	não move	move	não move	não move	não move	não move	não move	
Imigrantes	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	
	não perde	não perde	-3 (?)	não perde	não perde	não perde	não perde	Predação
	não perde	não perde	-3 (?)	não perde	não perde	não perde	não perde	
	não perde	não perde	-3 (?)	não perde	não perde	não perde	não perde	
	árvore	Planta hospedeira						
	árvore							
	árvore							
	árvore							
	árvore							
	árvore							
	árvore							
	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	Agrotóxico
	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	
	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	-1/2	
Imigrantes	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	
FINAL								

Tabela de controle populacional

CICLO 2

IV

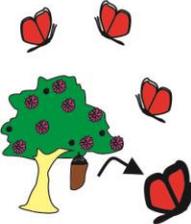
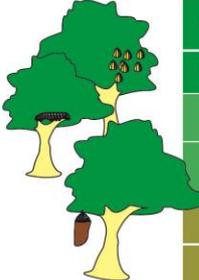
								
Nome								
		Evento	Indivíduos	Evento	Indivíduos	Evento	Indivíduos	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	Adulto
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
		2x	1x	2x	1x	2x	1x	
Oviposição								
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	Vírus
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	
		ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	Anticorpo
		ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	ganha anti	
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	Vírus
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	
		perde	perde	perde	perde	perde	perde	
Imigrantes	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	Planta hospedeira
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	árvore	
		-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	Controle biológico
		-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	
		-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	-1/4	
Imigrantes	+5	+5	+5	+5	+5	+5	+5	
FINAL								

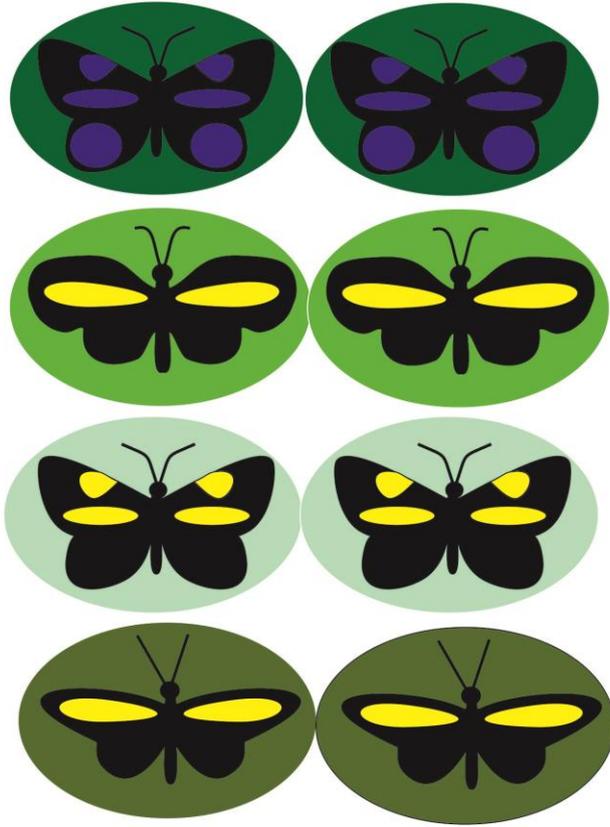
Tabela de controle da comunidade

Ficha de controle comunidade

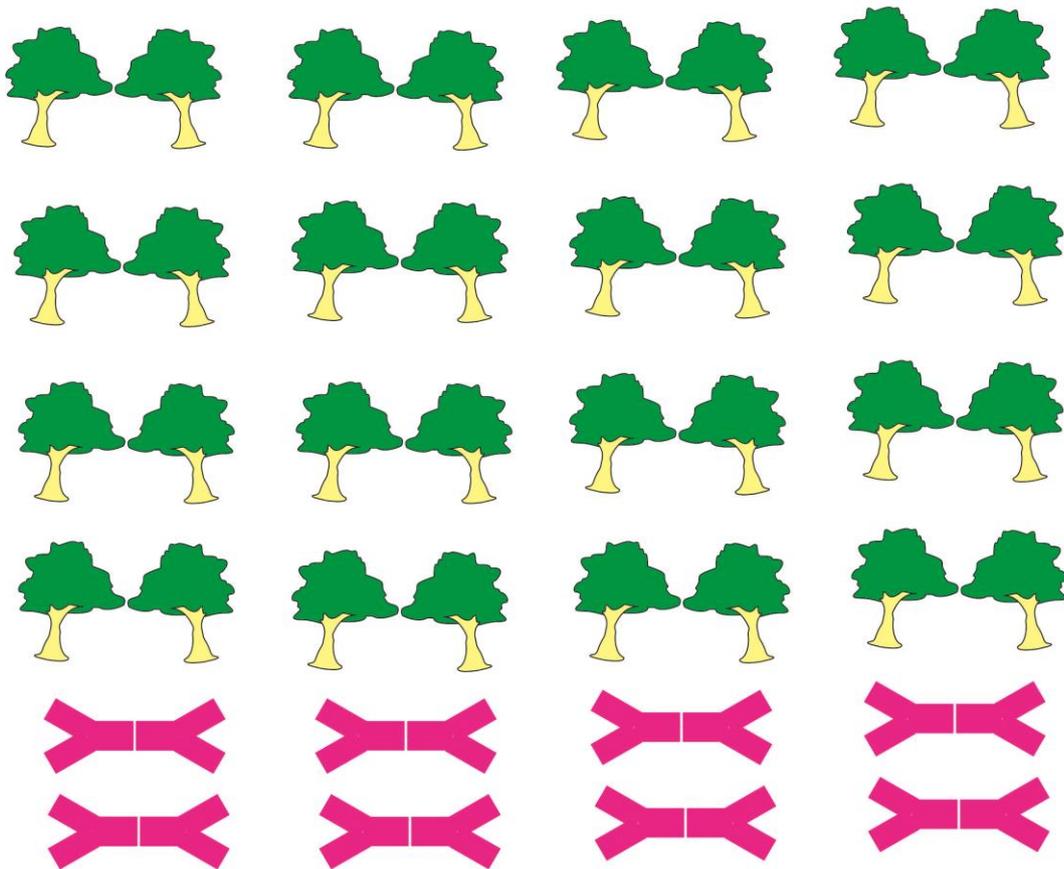
				
	Aposemática Tóxica	Aposemática Tóxica	Aposemática Não tóxica	Camuflagem Não tóxica
	Baixa dispersão Dobra o número de indivíduos	Alta dispersão Mantem o mesmo número de indivíduos	Baixa dispersão Dobra o número de descendentes	Baixa dispersão Mantem o mesmo número de indivíduos
Nome				
	<i>Indivíduos</i>	<i>Indivíduos</i>	<i>Indivíduos</i>	<i>Indivíduos</i>
Ciclo 1 (I)				
Principal evento				
Ciclo 2 (II)				
Principal evento				
Ciclo 1 (III)				
Principal evento				
Ciclo 1 (IV)				
Principal evento				

Espécies de borboletas, plantas hospedeiras e anticorpos

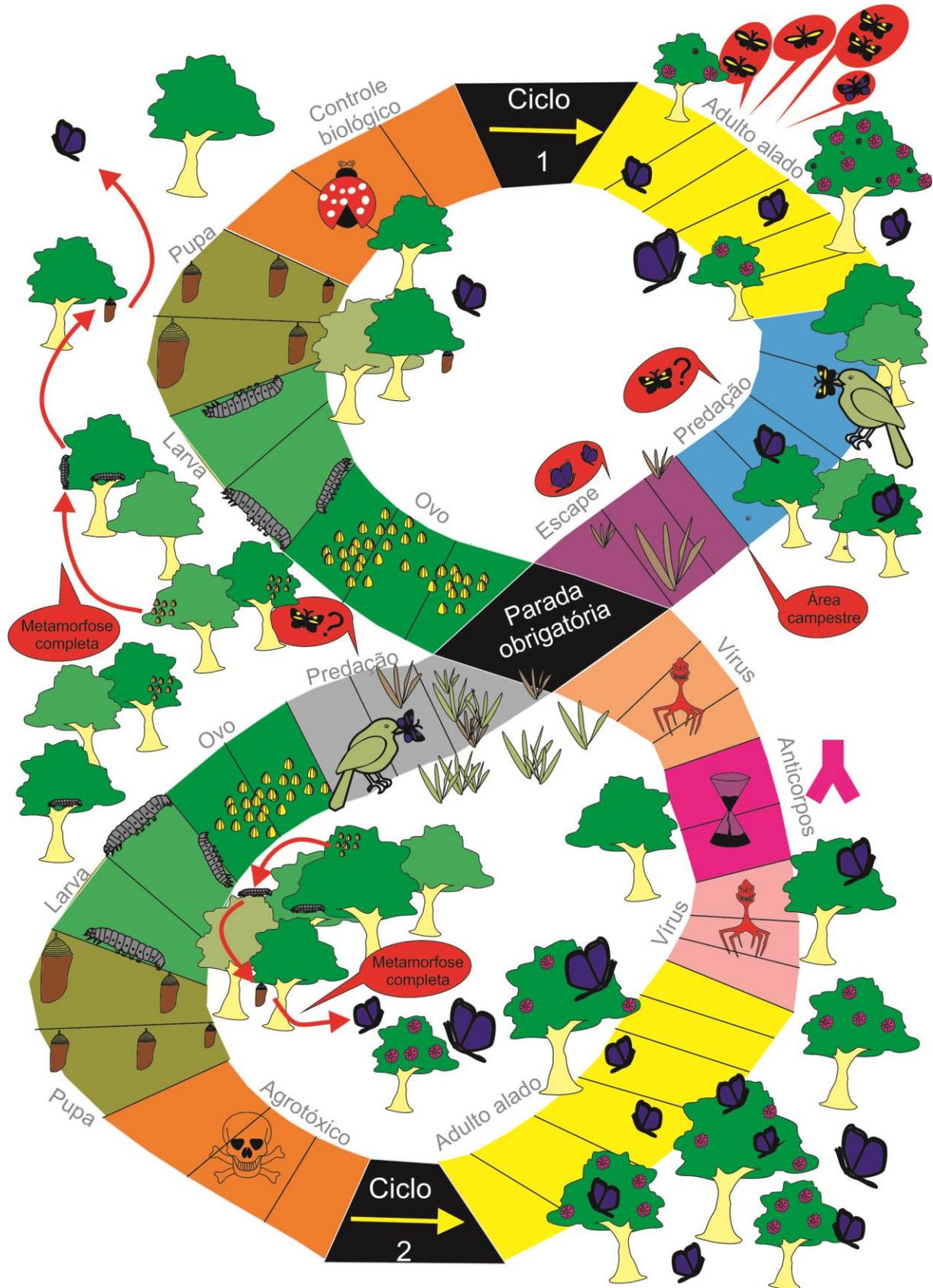
Peças (peões) do tabuleiro e bônus



Peças (peões) do tabuleiro e bônus



Tabuleiro



Regras da revista

Preparação dos Manuscritos

Instruções para formatação dos manuscritos

Ler com atenção as normas da linha editorial referente à seção a que se destina o manuscrito. A única seção cujos artigos deverão ser redigidos no formato de uma publicação científica formal é a “Investigações em Ensino de Genética”.

Os artigos submetidos devem ser digitados com tipo Times New Roman número 12, espaço duplo, com margens de 2,5 cm, em página tamanho A4, utilizando o editor de texto Microsoft Word.

A primeira página deverá conter o título do artigo e a indicação da seção para o qual ele se destina. Tabelas e Figuras serão numeradas consecutivamente em numerais arábicos.

Os nomes dos autores, assim como as informações de suas formações acadêmicas, instituições em que trabalham e o endereço completo incluindo o eletrônico, devem estar mencionados apenas na carta de apresentação ao editor, juntamente com o título do artigo.

Citações bibliográficas no texto deverão seguir o modelo: (MEIRIEU, 1998); (ARIAS, INFANTE-MALACHIAS, 2001); (MORI et al., 2001).

Na seção de Referências, as citações deverão ser ordenadas alfabeticamente pelo primeiro autor. As referências citadas devem ser relacionadas no final do texto, de acordo com os exemplos abaixo:

Livros

WALLACE, B. **The search for the gene**. Ithaca: Cornell University Press, 1992, p 59-107.

BORGES-OSÓRIO, M. R.; ROBINSON, W. M. **Genética Humana**. 2ª. edição. Porto Alegre: Artmed, 2001.

Capítulos de livros

ARIAS, M. C.; INFANTE-MALACHIAS, M. E. – RFLP: o emprego de enzimas de restrição para detecção de polimorfismos no DNA. In: Matioli, S. R. **Biologia Molecular e Evolução**. Ribeirão Preto: Holos Editora, 2001. p 143-152.

Periódicos

SUMMERS, K. M.; HOWELLS, A. J; PYLIOTIS, N. A. Biology of the eye pigmentation in insects. **Advances in Insect Physiology**, v.16, p. 119-166, 1982.

HURD, P.D. Scientific Literacy: New Minds for a Changing World. **Science Education**, v. 82, n. 3, p. 407-416, 1998.

Páginas da internet (apresentar link completo com data de acesso)

Campos, L.M.L.; Bortoloto, T.M. & Felício, A.K.C. (2002). **A Produção de Jogos Didáticos para o Ensino de Ciências e Biologia: Uma Proposta para Favorecer a Aprendizagem**. Disponível em: < > Disponível em 20/01/2011.

Copyright

Ao submeter o manuscrito os autores concordam que o copyright de seu artigo seja transferido para a Sociedade Brasileira de Genética, se e quando o artigo for aceito para publicação. Excetuando-se o download e impressão, que são gratuitos, nenhuma parte desta publicação poderá ser utilizada sem permissão por escrito da Sociedade Brasileira de Genética.

O artigo deve ser enviado para o email geneticamaescola@sbg.org.br junto com a carta de encaminhamento.

Seção Material Didático			
Critérios	Aceito	Para Reformulações	Recusado
OBJETIVO	Define claramente objetivos de aprendizagem relevantes e adequados que podem ser atingidos por meio da utilização do material.	Define claramente objetivos de aprendizagem relevantes e adequados, mas não fica claro como eles podem ser atingidos por meio da utilização do material.	Não define claramente objetivos de aprendizagem ou eles não são relevantes ou adequados ou não podem ser atingidos da maneira como o material está proposto.
CONTEXTO	Define um público alvo e descreve adequadamente o contexto de aplicação do material	Não define claramente um publico alvo OU não descreve adequadamente o contexto de aplicação do material	Não define claramente um publico alvo E não descreve adequadamente o contexto de aplicação do material
ORIGINALIDADE	O relato apresentado constitui uma abordagem inovadora de conteúdos e temas de Ciências, Biologia ou Genética.	O relato apresenta alguns aspectos inovadores na abordagem dos conteúdos e temas de Ciências, Biologia ou Genética.	O relato apresentado não constitui novidade, sendo prática corriqueira no Ensino de Ciências, Biologia ou Genética.
TEXTO	O texto é claro na exposição das principais ideias.	O texto apresenta alguns problemas de coesão e coerência textuais.	A compreensão do tema fica comprometida por problemas relacionados ao texto.
FORMATO	Manuscrito não está dividido nas seções típicas de um artigo científico (ou seja, introdução, métodos, resultados e discussão), mas sim com subtítulos adequados a um descrição detalhada do relato.	Manuscrito não está dividido em subtítulos que ajudam a explicar o assunto.	Manuscrito segue o formato tradicional de textos científicos (ou seja, introdução, métodos, resultados e discussão), o que é inadequado para esta seção.
REFERÊNCIAS	Apresenta as indicações bibliográficas APENAS SE estritamente necessárias para a compreensão do texto ou para a reprodução das atividades relatadas (para a maioria dos casos, esta seção não necessita de referências).	Apresenta indicações bibliográficas que são supérfluas para a compreensão do texto, em quantidade inadequada (ou seja, poucas ou em excesso) ou omite as que são estritamente necessárias para a compreensão do tema ou reprodução da atividade.	Apresenta indicações bibliográficas em quantidade inadequada (ou seja, poucas ou em excesso), e omite as que são estritamente necessárias para a compreensão do tema ou reprodução da atividade.

Capítulo II

Etapas de Desenvolvimento do jogo

Atividades lúdicas como estratégia para ensinar assuntos complexos

Tornar assuntos complexos o mais palpável possível para estudantes de nível fundamental e médio é uma atividade que exige bastante dedicação. Considerando a complexidade dos assuntos relacionados à temática de ecologia e evolução, a presente proposta de jogo foca em desenvolver um jogo que facilite trabalhar com essas questões em sala de aula, nos mais diferentes níveis. Processos ecológicos assim como os evolutivos são assuntos conectados e que se conectam com diversas áreas. A dificuldade em trabalhar sistemas complexos em sala de aula como aqueles que incorporam a área de ecoevolução foram o grande motivador para o desenvolvimento desse jogo. Com o objetivo de tornar o assunto proposto no jogo mais palpável para os alunos e também pensar e trabalhar com a ciência de uma forma mais integrada pelas diferentes áreas biológicas o jogo foi aplicado em diferentes grupos que apresentam distintos níveis educacionais. Considerando que a dificuldade em entender alguns termos e processos incluídos no jogo seja maior para alunos das series iniciais, utilizamos eles como balizadores para realizar os ajustes no jogo e testar a eficiência do funcionamento do jogo em sala de aula.

O jogo passou por diferentes etapas até chegar à versão final que está no capítulo I. Os avanços ocorreram principalmente considerando a aplicação do jogo para um público diverso e com vários níveis de formação educacional. A versão finalizada foi aplicada em sala de aula junto ao sétimo ano da Escola Estadual do Ensino Fundamental do Estado do Rio Grande do Sul e em uma turma de Ciências Biológicas da UFRGS. O objetivo deste capítulo é relatar algumas etapas que foram necessárias para o desenvolvimento do jogo.

Etapas para o desenvolvimento do jogo

As etapas do desenvolvimento do jogo foram separadas em três versões diferentes, muito embora o jogo tenha passado por muitas outras etapas.

Etapas iniciais do jogo

A primeira versão do jogo apresentava um tabuleiro e um papel no qual a informação biológica do sistema era bastante descritiva de cada uma das etapas do jogo (cores) descrevendo o que deveria acontecer caso o jogador caísse em uma das casas pertencentes às diferentes etapas. Esse documento estava escrito em formato de texto, portanto, com pouca interação com o leitor. Algumas etapas apresentavam uma maior complexidade, como por exemplo, na etapa de predação a espécie aposemática não tóxica dependia do número de indivíduos da espécie tóxica para evitar a predação. Posteriormente, acabamos alterando esse formato e passamos a considerar suficiente a presença ou não da espécie tóxica no local para proteger a espécie não tóxica mimética.

A ideia inicial era que todas as espécies passassem por todas as casinhas do jogo, por isso, a primeira versão foi projetada para que cada uma das etapas do jogo contivesse seis casinhas cada, assim sendo, todas as espécies cairiam em todas as etapas. Biologicamente, a gente sabe que não é isso que acontece, então acabamos diminuindo o número de casinhas em alguns casos.

O controle populacional do número de indivíduos era feito em papel branco sem nenhuma orientação na tabela controle, além disso, o jogo se resumia em perdas de espécies que eram anotadas a mão e cada espécie iniciava com 20 indivíduos.

A primeira versão do jogo foi aplicada em diferentes etapas de desenvolvimento do jogo e em grupos distintos, como: dois alunos do curso de Física, uma professora aposentada da rede estadual, uma ecóloga, uma relações públicas, uma artista plástica e uma botânica. Ao final desta aplicação, algumas sugestões surgiram como anotar no tabuleiro o que ocorre em

cada uma das etapas, realçar as linhas do tabuleiro para dar maior contraste, diminuir o número de casinhas em cada uma das etapas, exceto emergência do adulto e oviposição que deveriam conter as seis casinhas. Além disso, os jogadores também sugeriram pontuar a árvore quando o jogo for finalizado e tornar as contas de perda e ganho de indivíduos ao longo do jogo menos complexas. Finalmente, outra sugestão foi inverter a ordem da etapa de predação em área campestre com a área florestal buscando menor complexidade no início do jogo, com isso a etapa de predação na área campestre ficou posterior à etapa de predação na área florestal.

Etapas intermediárias do jogo

Após realizar as modificações iniciais, desenvolvi um livrinho para tornar o jogo um pouco mais interativo. Neste livrinho, as primeiras folhas continham explicações gerais do jogo como os objetivos, número de jogadores, informações biológicas das borboletas e como o tabuleiro e o jogo estavam estruturados. Posteriormente, cada uma das etapas do jogo ocupava uma página deste livro com uma explicação ecoevolutiva e o que deveria ser feito em cada uma dessas etapas estavam representadas com a respectiva cor da etapa contida no tabuleiro, semelhante à ficha na versão final do jogo. O controle populacional ainda era feito em papel branco sem tabela para controle populacional representando as diferentes etapas. As espécies utilizadas eram pequenas e todas com fundo branco.

Essa versão do jogo foi aplicada para uma administradora, professora aposentada, relações públicas, artista plástica, uma bióloga e quatro ecólogos. Constatamos que o livrinho tornou o jogo mais dinâmico, mas ainda pouco eficiente para interação no grupo. Os jogadores sugeriram que na etapa de emergência das espécies deveriam variar o seu número e não iniciar com 20, como inicialmente proposto. Além disso, os jogadores sugeriram tornar o tabuleiro mais competitivo.

Etapa final do jogo

As borboletas foram confeccionadas com um fundo colorido para melhor diferenciar as espécies. Inicialmente, as cores eram as mesmas utilizadas em diferentes etapas do jogo, por isso, muitas vezes acabava confundindo com as cores das etapas, para resolver isso ajustamos o fundo de todas as espécies com tons diferentes de verde.

Para tornar o jogo mais interativo, fichas com a descrição das etapas e o que cada espécie deveria fazer nessas etapas foram confeccionadas para serem colocadas em cima da mesa durante o desenvolvimento do jogo. Além disso, foi elaborado um material de suporte no formato de livrinho para ser utilizado pelos jogadores ou professores para auxiliar a compreensão dos assuntos trabalhados durante o jogo. O livro incorpora uma explicação de processos ecoevolutivos relacionados aos eventos no jogo, assim como, as regras gerais do jogo.

Adicionalmente, foram desenvolvidos uma ficha para controle populacional e uma para controle da comunidade, as quais serão utilizadas para registrar o número de indivíduos e os eventos que as espécies caíram. As fichas de controle populacional tinham exatamente o número de casas que tinha no jogo e as respectivas cores de cada uma das etapas, dispostas no formato de tabela. Posteriormente, foi adicionada uma palavra representativa da etapa. Essa ficha tem a intenção de possibilitar que o jogador contasse a história da espécie, pois cada jogador deve sinalizar nesta tabela as casinhas em que caiu e o que aconteceu em cada uma dessas etapas para a sua espécie. A ideia é conseguir identificar quais são os eventos mais relevantes para moldar a comunidade final.

Finalmente, questões foram adicionadas ao jogo para melhor fixação do conteúdo. Para isso locais de intersecção entre o ciclo 1 e 2 e final de cada uma dos ciclos passaram a ser locais de imigração, chamados no jogo de parada obrigatória. Nessa etapa com perguntas

o aluno recebe uma questão para responder, caso acerte-a receberá 5 imigrantes a sua população. Por fim, após a apresentação deste trabalho foi incluída uma etapa inicial relacionada a elaboração de hipóteses no jogo, etapa essa não testada empiricamente em sala de aula.

Aplicação do jogo em sala de aula

O jogo foi aplicado em três turmas distintas, duas turmas do sétimo ano da Escola Estadual de Ensino Fundamental do Estado do Rio Grande do Sul e uma do curso de graduação em Ciências Biológicas da UFRGS. Para as turmas do ensino fundamental foram utilizados questionários para avaliar a eficiência do jogo.

Disciplina de Ciências - Sétima série (7º A) com 12 alunos.

O jogo desenvolvido foi projetado considerando os conteúdos trabalhados com essa turma, que foi a turma que eu estava realizando o meu estágio de licenciatura em Ciências Biológicas, ensino fundamental. Portanto, eu já tinha trabalhado com essa turma os conteúdos que foram incluídos no jogo, exceto os aspectos biológicos das borboletas, que serão trabalhados pela professora regente da disciplina.

Dito isso, passo agora, para a descrição da atividade e avaliação de eficiência do jogo. Para os alunos do sétimo ano eu apliquei o jogo em dois períodos de aula, tempo suficiente para que os alunos conseguissem finalizar o primeiro ciclo. Após aplicar o jogo, eu realizei uma avaliação do jogo. A compilação das respostas obtidas pelos alunos está no Anexo 1.

De maneira geral o jogo foi aprovado, com exceção de um aluno que não entendeu muito bem o jogo. Observei que o grupo em que esse aluno estava era composto por um colega que monopolizava as diferentes atividades ao longo do jogo, embora eu tenha conversado com eles durante o jogo a fim de motivar a participação de todos para que cada

um fizesse o próprio registro na tabela de controle populacional, o perfil do grupo pode ter se mantido o mesmo, o que teria dificultando a interação deste aluno com o jogo, dificultando a compreensão do aluno sobre o funcionamento do jogo visto que o mesmo aluno já apresentava pouca interação com o restante da turma.

As respostas no questionário mostram que dentre os temas melhor compreendidos pelos alunos, após o jogo, foi o ciclo das borboletas. Além disso, os alunos apontaram que aprenderam sobre a importância das árvores, a relação entre predador e presa, a toxicidade das borboletas e a coloração delas. Processos de dispersão foram pouco compreendidos pelos alunos, nos indicando que esse termo deveria ser explicado melhor ou alterado para outro termo a fim de aumentar a eficiência do jogo. Adicionalmente a isso, eles apresentaram uma boa compreensão sobre o efeito de uma espécie tóxica sobre outra espécie não tóxica, além da camuflagem e o entendimento sobre o efeito dos agrotóxicos sobre a população das borboletas.

Dentre os aspectos ecológicos e evolutivos de borboletas, os aspectos biológicos das borboletas foi o mais compreendido. O fato deles não terem apontado que o jogo tenha sido eficiente para a aprendizagem dos aspectos ecológicos e evolutivos pode ser devido à dificuldade em distinguir o que é ecológico e o que é evolutivo, enquanto, que os processos da borboleta, assim como os ciclos dela são mais claros e visíveis. Entretanto, os alunos não acharam que era necessário explicar previamente os assuntos relacionados ao jogo. Finalmente, uma observação bastante relevante é que os alunos não ficaram utilizando o celular em sala de aula durante o jogo, mostrando que estavam interessados e presentes no jogo.

Após a aplicação desse questionário, algumas modificações no questionário foram feitas e podem ser utilizadas posteriormente para outras turmas, se for o caso (Anexo 2). Cabe salientar que esse questionário aplicado nesta turma focava mais nos aspectos de

compreensão dos eventos biológicos e não tanto no processo de captação de interesse dos alunos para o jogo, que foi o perfil do questionário aplicado na outra turma (próxima sessão).

Disciplina de Ciências - Sétima série (7º B) com 12 alunos

Apliquei o jogo no mesmo formato da outra turma, entretanto, no processo de avaliação de eficiência do jogo eu utilizei outro questionário (Anexo 3) o qual foi proposto por Savi et al (2010), tendo em vista a necessidade primária de avaliarmos o quão atrativo é o jogo para os alunos, etapa essa fundamental para poder avançar nas etapas subsequentes como a avaliação quanto a eficiência do jogo em desenvolver os aspectos ecoevolutivos.

A resposta de avaliação do questionário foi bastante positiva e o jogo atraiu a atenção dos alunos (Anexo 3). Embora, eles tenham relatado que o assunto era complexo eles mostraram estar bastante interessados em entender o jogo e ganhar. As respostas mais frequentes foram: (i) houve algo interessante no início do jogo que capturou a atenção; (ii) não perceberam o tempo passar; (iii) gostaram do jogo e não se sentiram ansiosos ou entediados; e, (iv) que o jogo suporta a interação social e que gostaram tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado nele. Isso mostra a capacidade que o jogo teve de atrair a atenção dos alunos, o que foi bastante satisfatório. Considerando que assuntos associados à ecologia e evolução são complexos, jogar repetidas vezes facilitará o entendimento sobre esses processos e, portanto, os alunos conseguirão fixar melhor o conteúdo. Além disso, pode ser utilizado o outro questionário, mas semelhante ao aplicado na primeira turma, caso tenhamos a intenção de avaliar se o jogo foi eficiente para facilitar o ensino e aprendizagem dos aspectos ecoevolutivos, mas que não foi avaliado aqui.

Estágio de Docência em Biologia (EDU02X17) Turma A com 10 alunos.

Todos os alunos presentes na sala de aula jogaram com o mesmo tabuleiro, uma vez que nem todos os alunos da disciplina estavam presentes nesta aula. Inicialmente, eles acharam que o jogo seria bastante complexo, mas no decorrer do jogo eles foram entendendo a dinâmica e achando interessante. Acharam que as perguntas foram uma boa estratégia para fixar o conteúdo. Não apliquei nenhum questionário para essa turma.

Anexo 1

Resultado do Questionário (7º A)

Questionário

Questões para serem trabalhadas e avaliar a eficiência do jogo no ensino aprendizagem no conteúdo de ecologia e evolução (o número entre parêntese corresponde ao número de indivíduos que responderam essa alternativa).

1) Você gostou de jogar?

(11) Sim (1) Não

2) O que aprendeu sobre Ciências Biológicas?

Ciclo das borboletas (4); As arvores são importantes (1); Predadores, borboletas (1); Que as arvores são importantes (1); As espécies das borboletas (1); Substancia tóxica e predação (1); A evolução das presas e metamorfose das borboletas (1); Todas as etapas das borboletas são importantes (1); Borboletas, metamorfose e agrotóxico (1); Muitas coisas sobre as borboletas (1). Nada, achei difícil (1).

3) Assinale as etapas que você NÃO conseguiu entender bem durante o jogo:

Ciclo 1

(2) adulto alado
(3) predação
(6) dispersão
() planta hospedeiras
(4) agrotóxico
(2) lava, pupa
(2) imigração

Ciclo 2

() adulto alado
() vírus
() anticorpo
() vírus 2
() planta hospedeiras
() controle biológico

4) O que você acha que deveria ser melhor explicado antes do jogo?

Nada (12), o jogo é muito bom, muito bem explicado.

5) Você aprendeu mais sobre evolução ou sobre borboletas

Sim(2); Os dois, eu acho (2); Borboletas (6); Evolução (1); Não consegui entender pois foi um pouco difícil (1).

6) O que você aprendeu sobre evolução?

Que as borboletas evoluem (1); O ciclo de vida das borboletas e a forma como elas se adaptam ao ambiente em que esta (1); Oviposição dos ovos, larvas e pupa (2); Nada (1); Que o ovo e a pupa são estágios fixos (1); A borboleta passa por várias etapas para evoluir e se adaptar a alguns lugares (1); Que as arvores servem para a evolução das borboletas (1); A metamorfose das borboletas (1); Aprendi que elas precisam fazer sua evolução completa (1); Não consegui entender pois foi um pouco difícil (1).

7) Cite um exemplo de adaptação presente no jogo.

O formato das asas (1); A borboleta tem uma coloração (2) que diminui as chances dela ser predada, se ela for para outro lugar ela pode ser predada pela coloração; A coração das borboletas, que quando ela está em algum lugar ela usa a toxidade para se proteger e também a camuflagem (1); Na fase adulta (1). Percebi que minha borboletas precisa de uma outra borboleta não tóxica para não ser predada (1); A camuflagem é usada muito para despistar os predadores (1).

8) O desmatamento e o uso de agrotóxico podem comprometer o ciclo das borboletas?

Sim, porque elas se adaptam e depois tudo muda (1).

Sim, pois os agrotóxico podem matar (5) e o desmatamento sem as arvores as borboletas ficam voando embaixo da grama e um pássaro pode avistar as borboletas e mata-las; As borboletas são insetos e por isso são prejudicadas pelos agrotóxicos (2). Sim, pois os agrotóxicos podem matar o panapana inteiro, o desmatamento pode comprometer a camuflagem (1); Sim, mata as borboletas eu são inofensivas (1).

Anexo 2

Questionário (reformulado para próximas aplicações)

1) Você gostou de jogar?

Sim Não

2) O que aprendeu sobre Ciências?

3) Assinale as etapas que você NÃO conseguiu entender bem durante o jogo:

Ciclo 1

- adulto alado
- predação
- escape
- planta hospedeiras
- agrotóxico
- ovo, lava, pupa
- imigração

Ciclo 2

- adulto alado
- vírus
- anticorpo
- vírus 2
- planta hospedeiras
- controle biológico

4) O que você acha que deveria ser melhor explicado antes do jogo?

5) Assinale V para as afirmações corretas ou F para as afirmações erradas:

- Eventos como a predação e uso de agrotóxico podem levar uma espécie a extinção.
- Borboletas não tóxicas e semelhantes a borboletas tóxicas podem se beneficiar da semelhança que apresentam com borboletas tóxicas.
- A borboleta escolhe a sua estratégia de defesa. Se ela mudar de ambiente pode mudar de estratégia.
- A estratégia de defesa evoluiu com o tempo, ou seja, os que passam despercebido no ambiente ou sinalizaram para o predador sua toxicidade sobreviveram ao longo do tempo e por isso ainda são encontrados na natureza.
- A estratégia de defesa das borboletas como a coloração afeta a predação de indivíduos da espécie.
- O tipo de ambiente pode afetar a taxa de predação das borboletas.
- Reino dos animais e das plantas são igualmente evoluídos.
- As borboletas e homens são igualmente evoluídos.
- A ave é o agente que seleciona quais as borboletas que serão predadas ou não, devido a estratégia de defesa e a aprendizagem do predador quanto a associação entre coloração e toxicidade.

6) Tens sugestões para melhorar o jogo? Conte-nos.

Anexo 3

Questionário para avaliação de jogos educacionais

Assinale as opções que representam os sentimentos que você sentiu após jogar.

(O número entre parêntese corresponde ao número de indivíduos que responderam essa alternativa)

Nome:

MOTIVAÇÃO

Atenção

(10) Houve algo interessante no início do jogo que capturou minha atenção.

(7) O design da interface do jogo é atraente.

Relevância

(4) Ficou claro para mim como o conteúdo do jogo está relacionado com coisas que eu já sabia.

(9) Eu gostei tanto do jogo que gostaria de aprender mais sobre o assunto abordado por ele.

(4) O conteúdo do jogo é relevante para meus interesses.

(4) Eu poderia relacionar o conteúdo do jogo com coisas que já vi, fiz ou pensei.

(6) O conteúdo do jogo será útil para mim.

Confiança

(2) O jogo foi mais difícil de entender do que eu gostaria.

(6) O jogo tinha tanta informação que foi difícil identificar e lembrar dos pontos importantes

(2) O conteúdo do jogo é tão abstrato que foi difícil manter a atenção nele.

(0) As atividades do jogo foram muito difíceis.

(2) Eu não consegui entender uma boa parcela do material do jogo.

Satisfação

(5) Completar os exercícios do jogo me deu um sentimento de realização.

(7) Eu aprendi algumas coisas com o jogo que foram surpreendentes ou inesperadas.

(2) Os textos de feedback depois dos exercícios, ou outros comentário do jogo, me ajudaram a sentir recompensado pelo meu esforço.

(8) Eu me senti bem ao completar o jogo.

EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO

Imersão

(10) Eu não percebi o tempo passar enquanto jogava.

(2) Eu perdi a consciência do que estava ao meu redor enquanto jogava.

(3) Me senti mais no ambiente do jogo do que no mundo real.

(8) Me esforcei para ter bons resultados no jogo.

(3) Houve momentos em que eu queria desistir do jogo.

(6) Me senti estimulado a aprender com o jogo.

Desafio

(10) Eu gostei do jogo e não me senti ansioso ou entediado.

(7) O jogo me manteve motivado a continuar utilizando-o.

(1) Minhas habilidades melhoraram gradualmente com a superação dos desafios

(7) O jogo oferece novos desafios num ritmo apropriado.

(8) Este jogo é adequadamente desafiador para mim, as tarefas não são muito fáceis nem muito difíceis.

Habilidade / Competência

(5) Me senti bem sucedido.

(4) Eu alcancei rapidamente os objetivos do jogo.

(5) Me senti competente.

(8) Senti que estava tendo progresso durante o desenrolar do jogo.

Interação Social

(6) Senti que estava colaborando com outros colegas.

(7) A colaboração no jogo ajuda a aprendizagem.

(9) O jogo suporta a interação social entre os jogadores.

Divertimento

(6) Eu gosto de utilizar este jogo por bastante tempo.

(5) Quando interrompido, fiquei desapontado que o jogo tinha acabado.

(8) Eu jogaria este jogo novamente.

(4) Algumas coisas do jogo me irritaram.

(1) Fiquei torcendo para o jogo acabar logo.

(2) Achei o jogo meio parado.

CONHECIMENTO

(7) Depois do jogo consigo lembrar de mais informações relacionadas ao tema apresentado no jogo.

(8) Depois do jogo consigo compreender melhor os temas apresentados no jogo.

(8) Depois do jogo sinto que consigo aplicar melhor os temas relacionados com o jogo.

Discussão e considerações finais

O jogo foi bastante eficiente em capturar a atenção e interesse dos alunos. A aplicação do jogo está bem estruturada e lógica para os alunos, embora o conteúdo aborde temas complexos os alunos permaneceram motivados ao final do primeiro ciclo. Esse interesse possibilitará que eles percorrendo os dois ciclos completos e jogando mais vezes aprimorem o conteúdo proposto no jogo. Neste sentido, as incertezas presentes no jogo, assim como, as relacionadas aos próximos passos, provavelmente foram e ainda são um fator importante para manter o aluno motivado e continuar jogando. Para Fortuna (2013), o jogar é em si uma aposta e isso se traduz em incerteza e requer consciência dos riscos. Neste sentido, o jogo possibilita ao jogador a perda de controle total sobre o jogo (Fortuna 2013).

Neste contexto, cabe salientar a importância das etapas anteriores, onde o jogo foi aplicado antes da versão final (Capítulo I). Acredito que foram essas versões prévias que possibilitaram a realização de ajustes no jogo e que conferiram a ele alta aprovação. Após ser aplicado à pessoas com distintas formações, os ajustes possibilitaram que a versão final do jogo fosse mais interativa e despertasse o interesse nos alunos, motivando-os a continuar jogando. Não acredito que o interesse dos alunos seria tão alto caso o jogo fosse aplicado aos alunos nos estágios iniciais de desenvolvimento do jogo. Neste sentido, as sugestões e críticas das pessoas que jogaram as primeiras versões do jogo foram essenciais para o aprimoramento do jogo. Reforço aqui, aquelas pessoas que não são da área de Ciências Biológicas, pois elas possibilitaram um maior desdobramento do jogo, a fim de torna-lo mais claro e “digerível” para as pessoas de outras áreas, assim como, para os alunos do ensino fundamental e médio, possibilitando fazer correções e conectar melhor as etapas do jogo tornando-o mais atrativo, o que aumentou a interação dos alunos com os colegas e com o próprio jogo.

Uma das etapas que merecem um destaque especial foi a adição de questões ao longo do jogo as quais facilitaram a fixação do conteúdo. No geral, fica claro que os jogadores

aprovaram essa etapa, provavelmente devido a fato que existe uma menor pressão social e a possibilidade de errar deixou de ser um peso durante o jogo e, por isso, tornou-se um momento de brincadeira. Afinal, é brincando que é possível experimentar comportamentos que, em situações normais, talvez jamais fossem tentados, por medo do erro ou da punição (Fortuna 2013).

Em um contexto de sala de aula, acreditamos que processos de interdisciplinaridade poderiam ser equivalentes a ecologia de saberes proposto por Santos (2010). Neste sentido, além do jogo possibilitar trabalhar os diferentes aspectos ecoevolutivos associado a área da ciência, o jogo também possibilita trabalhar a interdisciplinaridade, como por exemplo: A matemática através do registro e controle populacional; o português e a interpretação de texto, seja nas interpretação das fichas ou na resolução das questões (etapa parada obrigatória); ou ainda, a geografia e história, se contextualizarmos os eventos antropogênicos presentes no jogo. Portanto, o jogo proposto consegue também conversar com outros saberes dentro da sala de aula, os quais podem ser trabalhados de maneira integrada.

Entretanto, ao pensar os diferentes interesses que o jogo pode ser usado é necessário ficarmos atentos para que ele não foque apenas no conteúdo de interesse e perca o seu potencial enquanto atividade lúdica. Neste sentido, Fortuna (2013) ressalta a necessidade de encontrar um equilíbrio, entre o cumprimento das funções pedagógicas (ensinar conteúdos e habilidades, ensinar a aprender) e psicológicas (contribuir para o desenvolvimento da subjetividade, para a construção do ser humano autônomo e criativo). Portanto, é importante assumirmos que o jogo tem múltiplas dimensionalidades para serem exploradas e incorporadas, mas que precisam de uma dose correta para manter o equilíbrio, ainda mais nos tempos atuais, onde se busca tecnicidade para as crianças e estes acabam perdendo o contato com a ludicidade. Neste sentido, “não se pode reduzir a brincadeira a um ensaio de aprendizagens futuras, como se a infância fosse apenas preparação para a vida adulta, sem

valor em si, e como se a criança soubesse, previamente, o que deveria treinar tendo em vista os comportamentos necessários na adultez” (Fortuna 2013).

Da mesma forma que não podemos negar a ludicidade, também não podemos negar o potencial que o jogo tem para entender processos biológicos. Novos tópicos podem ser incluídos em contexto semelhante ao proposto no jogo através de novas versões de jogo, como: a alteração das etapas no tabuleiro, as quais poderiam ser substituídas por outros processos ecológicos-evolutivos como a competição e processos de interação biológica e a manutenção do tabuleiro como está e alteração das informações ecoevolutiva e o que acontece para cada espécie nas diferentes etapas. O jogo também pode ser projetado com foco em outros organismos cujos processos de seleção sejam diferentes e respondam as condições ambientais de maneira distintas. Além disso, podemos pensar em incorporar outros fatores antropogênicos como os efeitos do plástico e do cigarro sobre organismos aquáticos, assim como, o efeito das mudanças climáticas para organismos restritos de altas altitudes. Enfim, existe uma infinidade de possibilidade que podem ser propostas com enfoque semelhante ao jogo proposto nesse trabalho de conclusão de curso e que facilitará o ensino e aprendizagem de temáticas complexas para pessoas com distintos níveis de formação educacional. Assim como afirma Capozoli (2002), a divulgação científica é um esforço de busca e de compartilhamento com os outros.

Nesta perspectiva, o jogo pode ser funcional para viabilizar essa troca com o outro, tanto em nível intelectual quanto social. Afinal, assim como alguns aspectos da vida que são majoritariamente baseados em incertezas, Fortuna (2013) propõe que o “jogo no ensino pode ser uma aposta traduz uma posição na qual a incerteza é positivada: se não se tem certeza de seus ganhos, também não arriscar é negar a possibilidade de ganhar. Isso requer consciência dos riscos – mas não seu pleno controle”. Neste sentido, o desenvolvimento desse trabalho de conclusão também é um arriscar-se a buscar novas alternativas para comunicar-se e brincar.

Acredito que o jogo possibilita o desenvolvimento desses indivíduos de uma maneira mais complexa e não focada apenas no conteúdo programático de interesse, mas no desenvolver-se como um ser integral e complexo. Desse modo, “o dilema do brincar por brincar ou brincar para alguma coisa, aparentemente insolvente, deslinda-se: brincando por brincar, também se aprende, e brincar pode, sim, ensinar, desde que continue sendo brincadeira” (Fortuna 2013). Por outro lado, como estratégia de ensino essa proposta de TCC me instigou ainda mais em aproximar o conhecimento científico à sociedade, abrindo assim, uma diversidade de possibilidades que podem ser exploradas para conectar os saberes, assim como Santos (2010) propôs em Ecologia de Saberes.

Referências Bibliográficas

- Aguiar J (2019) O lúdico é um saber? Vozes docentes sobre o lúdico na docência do ensino superior. Rio de Janeiro. Editora Multifoco. 148 pg.
- Capozoli U (2002) A divulgação e o pulo do gato. In: Massarani L, Moreira IC & Brito F (orgs.). Ciência e público – caminhos da divulgação científica no Brasil. Rio de Janeiro: Editora da UFRJ.
- Dayrell J (1996) A escola como espaço sociocultural. In: Dayrell J (Org.). Múltiplos olhares sobre educação e cultura. Belo Horizonte: UFMG.
- Fortuna TR (2005) A formação lúdica do educador. In: Moll J (Org.). Múltiplos alfabetismos: diálogos com a escola pública na formação de professores. Porto Alegre: Editora da UFRGS.
- Fortuna TR (2013) Por uma pedagogia do brincar. Presença Pedagógica. Belo Horizonte, 19 (109) p.30-35. ISSN 1413-1862
- Fortuna TR (2011) A formação lúdica docente e a universidade: contribuições da ludobiografia e da hermenêutica filosófica (2011) Tese (Doutorado em Educação), Porto Alegre: UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Educação. FAGED. UFRGS.
- Rossato DO (2014) Bases morfo-ecológicas na avaliação do reforço adaptativo e dimorfismo sexual em um anel mimético de heliconíneos neotropicais. Dissertação (Mestrado em Ecologia), Porto Alegre: UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Biociências. UFRGS. 100 pg.
- Rossato DO, Boligon D, Fornel R, Kronforst MR, Gonçalves GL, Moreira GRP (2018) Subtle variation in size and shape of the whole forewing and the red band among co-mimics revealed by geometric morphometric analysis in *Heliconius* butterflies. Ecology and Evolution 8(6):3280–3295.

Rossato DO (2018) Dispersão, processo chave para modular a dinâmica ecológica e evolutiva de borboletas. Tese (Doutorado em Ecologia), Porto Alegre: UFRGS. Programa de Pós-Graduação em Ecologia. Biociências. UFRGS. 142 pg.

Rossato DO, Kaminski LA (2019) Müllerian Mimicry. In Vonk, J.; Shackelford, T. K. Encyclopedia of Animal Cognition and Behavior. Springer Nature Switzerland. doi: 10.1007/978-3-319-47829-6_687-2

Santos, BS (2010) A gramática do tempo: para uma nova cultura política. 3. ed. São Paulo: Cortez.

Santos, BS (2019) Epistemologias do Sul e a reinvenção da democracia. Conferência no Salão de Atos da UFRGS (18 de junho de 2019). Acesso em: https://www.youtube.com/watch?v=R3Jwh_-80-s&feature=youtu.be&fbclid=IwAR3rXuRNOgR1jvy93dcv3uU_s__1nhAC8-iSPvCg-6mjxXvsaPdkRyKliwU

Savi R, Gresse VWC, Ulbricht VR, Vanzin T (2010) Proposta de um modelo para avaliação de jogos educacionais. RENOTE. Revista Novas Tecnologias na Educação, 8(3): 1-10.

Keller JM (2009) Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach. Springer.

Huang W, Huang W, Tschopp J (2010) Sustaining iterative game playing processes in DGBL: The relationship between motivational processing and outcome processing. Computers & Education, 55:789-797.

Winnicott DW (1982) A criança e o seu mundo. 6ª edição. Rio de Janeiro: LTC- Livros técnicos e científicos. Editora S.A.

Winnicott DW (1971) Tudo começa em casa. 4ª edição. São Paulo: Martins Fontes.