

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

GUILHERME DE SOUZA NOGUEIRA

CAROLINE AHRENS

**O JOGO DIDÁTICO *NATURE* COMO FERRAMENTA NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA**

CURITIBA

2015

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

**O JOGO DIDÁTICO *NATURE* COMO FERRAMENTA NA FORMAÇÃO DE
PROFESSORES DE CIÊNCIAS E BIOLOGIA**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Curso de Licenciatura em
Ciências Biológicas, setor de Ciências
Biológicas, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Carlos Eduardo de Souza
Pilleggi

CURITIBA

2015

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	4
RESUMO	5
ABSTRACT	6
1.) INTRODUÇÃO	7
2.) PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	11
3.) RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
4.) CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	22
REFERÊNCIAS	23
ANEXOS	27

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - <i>Timeline</i> do jogo; Ferramenta para controlar a ordem dos eventos durante o jogo.	11
Figura 2 - Cartas explicativas; Elas substituem o manual de instruções e permitem que o jogador acompanhe em tempo real a instrução dada para a sequência do jogo.	12
Figura 3 - Cartas ambiente; Elas indicam como a seleção natural agirá em uma determinada população.	13
Figura 4 – Carta que indica a capacidade suporte de cada ambiente no jogo.	14
Figura 5 - Cartas indicativas das estratégias r e K . Verso e frente, respectivamente.	15
Figura 6 - Cartas de evento; Elas dirigem os acontecimentos depois que todas as cartas explicativas já foram lidas. Vermelho - evento global; Verde - evento local; Azul - evento regional.	16
Figura 7 - <i>Timeboard</i> ; A cada nova rodada, o marcador avança para a próxima letra. Ao chegar na letra N, pode-se indicar o fim do jogo, e os participantes podem decidir qual critério utilizar para caracterizar o ganhador: população com maior variabilidade, com maior número de indivíduos ou mais indivíduos adaptados em determinado ambiente.	16

RESUMO

O estudo das relações ecológicas e evolutivas é bastante complexo. Como consequência, os alunos apresentam dificuldades para compreendê-los, porém, um outro possível motivo, pode ser a falta de conhecimento sobre esses temas por parte dos professores, o que reflete falhas na formação dos mesmos. O *PBL* (Problem Based Learning) é uma abordagem instrucional que inicia a aprendizagem dos alunos pela criação de cenários, nos quais há a necessidade de resolver um problema. Tem foco na espontaneidade, na colaboração, e na habilidade flexível de resolver estes problemas. O presente trabalho teve como objetivo avaliar o impacto do jogo didático *Nature*, o qual é baseado no método *PBL*, na apreensão e entendimento dos conceitos de Evolução e Genética de Populações pelos alunos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná. O jogo requer entre dois e seis jogadores. Não há manual de instruções, uma vez que é composto por diversos tipos de cartas que regem o desenvolvimento do jogo. No entanto, o ideal é que haja um moderador que auxilie e explique os comandos do jogo. O jogo foi aplicado a alunos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná que já tenham cursado ou estejam cursando a matéria de Genética de Populações. Os alunos responderam a alguns questionários antes e após a aplicação. Um dos resultados mais relevantes em relação à aplicação do jogo foi um melhor entendimento por parte dos alunos do conceito de Deriva Genética. Os alunos lembraram ou aprenderam conceitos e houve uma boa aceitação da metodologia do jogo para a explicação dos assuntos. Provavelmente estes resultados estão relacionados com a participação dos alunos no seu próprio processo de aprendizagem, na interação que o jogo proporcionou entre os participantes e também a um entendimento mais aprofundado do conhecimento explorado pelo jogo, características da metodologia *PBL*.

Palavras-chave: problem based learning; evolução; genética; licenciandos; metodologia de ensino; jogo.

ABSTRACT

The study of ecological and evolutionary relationships is quite complex. As a result, students find it difficult to understand them. However, another possible reason may be the lack of knowledge on these issues by teachers, reflecting gaps in their formation. The PBL (Problem Based Learning) is an instructional approach that starts student learning by creating scenarios where there is a need to solve a problem. It focuses on spontaneity, collaboration, and flexible ability to solve these problems. This study aimed to assess the impact of educational game Nature, which is based on the PBL method in the apprehension and understanding of the concepts of Evolution and Population Genetics for the students of Biological Sciences course at the Federal University of Parana. The game requires from two to six players. It includes no manual, since it is composed of different types of cards that govern the development of the game. However, the ideal is to have a moderator that helps explain and game commands. The game was applied to Biology undergraduate students of the Federal University of Paraná that have already taken or are enrolled in the field of population genetics. The students answered some questionnaires before and after application. One of the most outstanding results with respect to the application of the game was a better understanding by the students of the concept of Genetic Drift. Students remembered or learned concepts and there was a good acceptance of the game's methodology for explanation of matters. Probably these results are related to the participation of students in their own learning process, interaction in the game provided to participants and also to a deeper understanding of knowledge explored by the game, PBL methodology characteristics.

Key words: problem based learning; evolution; genetics; students; teaching methods; game.

1.) INTRODUÇÃO

A ecologia é a principal ciência que fundamenta a compreensão dos ambientes naturais (BEGON, 2006). A evolução, da mesma forma, é um conceito central que é abordado sob diferentes perspectivas (Antropologia, Genética e Paleontologia) (MIRALLES *et al.*, 2013), e que estuda as modificações dos organismos no decorrer no tempo, levando em conta sua ancestralidade e fenômenos naturais que ocorreram no passado, por exemplo. A Evolução biológica é um tema unificador e central dentro das Ciências Biológicas, pois a compreensão de seus conceitos e fenômenos é fundamental para o entendimento de outros aspectos da Biologia (FUTUYMA, 1992).

Uma das metas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2002; BRASIL, 1998) para o ensino de Biologia e de Ciências é a de desenvolver a concepção de que os seres vivos e o meio ambiente constituem um conjunto reciprocamente interdependente, e que vida e meio físico interagem resultando em uma estrutura organizada, ou seja, constituem um grande sistema vivo dentro do qual o ser humano é agente e paciente.

O estudo das relações ecológicas e evolutivas é bastante complexo, pois consiste em uma base teórica bastante extensa (CHAPLA *et al.*, s.d.). Os alunos geralmente apresentam dificuldades para compreender a dinâmica destas relações, e isso faz com que eles acabem muitas vezes decorando conceitos, sem estabelecer conexões e diferenças entre eles (SCHEIDE & FERRARI, 2006; SMITH *et al.*, 2009; MARMITT *et al.*, 2013).

Um dos motivos dessa dificuldade se dá pelo fato de que o ensino de ciências e biologia geralmente tem sido oferecido nas escolas no modelo convencional, utilizando métodos tradicionais, como quadro, giz e livros didáticos (DIAS, 2009; CHAGAS *et al.*, 2012). A abordagem tradicional, na qual prevalece a transmissão-recepção de informações, a memorização e a dissociação da relação entre conteúdo e vida cotidiana (LONGO, 2012), interfere na aproximação de saberes do conhecimento científico aos saberes relacionados à interpretação do mundo real (NEHRING *et al.*, 2002). Dessa forma, impede que o aluno adquira proximidade com o que está sendo estudado, levando, por consequência, à desmotivação do

educando, que não é a situação ideal no processo de aprendizagem (CASTOLDI & POLINARSKI, 2009).

Um outro possível motivo, pode ser a falta de conhecimento sobre esses temas por parte dos professores, o que por sua vez, reflete falhas na formação dos mesmos durante o seu curso de graduação (GALVÃO *et al.*, 2012). Dentre as principais limitações quanto à efetividade dos cursos de licenciatura na formação de docentes de Ciência e Biologia encontram-se: a dicotomia teórico-prática, que causa fragmentação de conhecimentos; o modelo pedagógico utilizado por muitos professores que acreditam que o processo de ensino-aprendizagem é a transmissão-recepção de conteúdos científicos descontextualizados; e a concepção empirista-positivista de Ciências e Biologia (SCHENETZLER e ARAGÃO, 2000).

Em pesquisa realizada com docentes recém-formadas no curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina, Goedert e colaboradores (2003) constataram que as professoras, atuantes no Ensino Médio, relatam dificuldades no ensino de Evolução, por existirem lacunas em sua formação universitária. Dentre estas, as pesquisadoras destacam a fragmentação da disciplina de Evolução e conseqüente isolamento desta e também a forma arcaica como ela é ensinada.

Talvez o motivo para tal situação seja por, equivocadamente, o professor pensar que o aluno adulto aprenderá qualquer conteúdo só porque o mesmo está em uma fase mais amadurecida, quando na verdade deveria compreender o caminho da aprendizagem que o aluno está tomando, para tentar facilitar o entendimento do desconhecido (WEISZ, 2004; NASCIMENTO *et al.*, s.d.).

Dessa forma, é necessário proporcionar aos professores estratégias de ensino e aprendizagem, além de criar novos recursos didáticos, adequados ao espaço e ao tempo disponível em aula, que permitam superar as dificuldades associadas ao ensino e à aprendizagem de Genética, em particular de Genética de Populações e Evolução (GRIFFITHS & MAYER-SMITH, 2000).

O conceito de ação na formação dos professores é um *saber fazer*, que resulta de um conhecimento prévio acumulado ao longo de sua formação, da experiência (saberes decorrentes de sua atividade profissional), do interesse e

motivação em agir e do contexto no qual determinada ação será desenvolvida (BORGES, 2000). A relação entre pensamento e ação deve ser discutida em programas de formação de professores, uma vez que a importância de refletir e construir alternativas a determinadas situações de ensino devem ser comuns a todos os docentes.

Em relação à formação inicial de docentes, deve-se destacar que o ideal seria o envolvimento de todas as disciplinas do currículo. No entanto, a realidade dos cursos de formação aponta para dificuldades neste processo. A produção de material envolvendo docentes de disciplinas distintas em torno de temas específicos é um caminho para a interdisciplinaridade (BORGES, 2000). A seleção e/ou produção de material didático abre portas para uma reflexão crítica sobre vários aspectos do ensino-aprendizagem. Sendo assim, a própria produção de material didático se mostra como caminho para a produção de conhecimento por parte dos licenciandos.

O *Problem Based Learning (PBL)* (Aprendizagem baseada em problemas, no português) pode ser uma boa estratégia para auxiliar no processo de aprendizagem, pois proporciona aos alunos um ambiente de questionamento, que fornece informações importantes para eles realizarem suas observações e investigações a fim de resolver os problemas a eles propostos (HUNG *et al.*, 2014). O *PBL* é uma abordagem instrucional que inicia a aprendizagem dos alunos pela criação de cenários, nos quais há a necessidade de resolver um problema (HUNG *et al.*, 2014). Tem foco na espontaneidade, na colaboração, e na habilidade flexível de resolver estes problemas (HUNG *et al.*, 2014). Durante o processo de resolução frente ao desafio apresentado, os estudantes passam a ter o domínio do conteúdo, e ao mesmo tempo, desenvolvem habilidades em resolver problemas e também em aprender sozinhos (HUNG *et al.*, 2014). Vários estudos têm suportado os benefícios e a efetividade do método *PBL* (DOLMANS *et al.*, 1995; EVERSON & HMELO, 2000; HMELO-SILVER, 2004).

Jogos didáticos são recursos didáticos viáveis para a aplicação deste método, pois eles facilitam a aquisição de novos conhecimentos através de um ambiente lúdico (HMELO-SILVER & BARROWS, 2006). Além disso, podem ser utilizados em diversas áreas do saber como meio de transformar a linguagem científica em algo

mais compreensível para os alunos, permitindo o desenvolvimento social, cultural e psicomotor dos mesmos (ANTUNES *et al.*, 2009).

Tendo este cenário como base, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o impacto do jogo didático *Nature* na apreensão e entendimento dos conceitos de Evolução e Genética de Populações pelos alunos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná.

2.) PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

2.1.) O jogo

O jogo *Nature* requer entre 2 e 6 jogadores. Não há manual de instruções, uma vez que é composto por diversos tipos de cartas que regem o desenvolvimento do jogo. No entanto, o ideal é que haja um moderador que auxilie e explique os comandos do jogo. Além das cartas, há também quatro cores de peças (azul, vermelho, amarelo e verde) que representam indivíduos com alelos diferentes, bem como dados (representados nas cartas por “D6”) que são jogados com o intuito de representar a deriva genética e o processo de competição por recursos.

A sequência do jogo é regida por uma “Linha do tempo” (*Timeline*) (FIGURA 1) e por cartas explicativas que vão de “A” a “G” (FIGURA 2). Elas contêm as instruções para os jogadores em cada rodada. Cada jogador lê a carta de cada rodada.

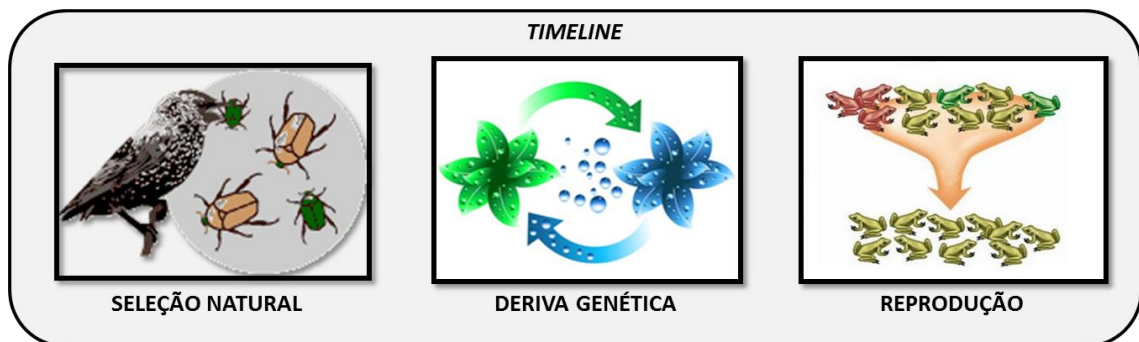


Figura 1 - *Timeline* do jogo; Ferramenta para controlar a ordem dos eventos durante o jogo.

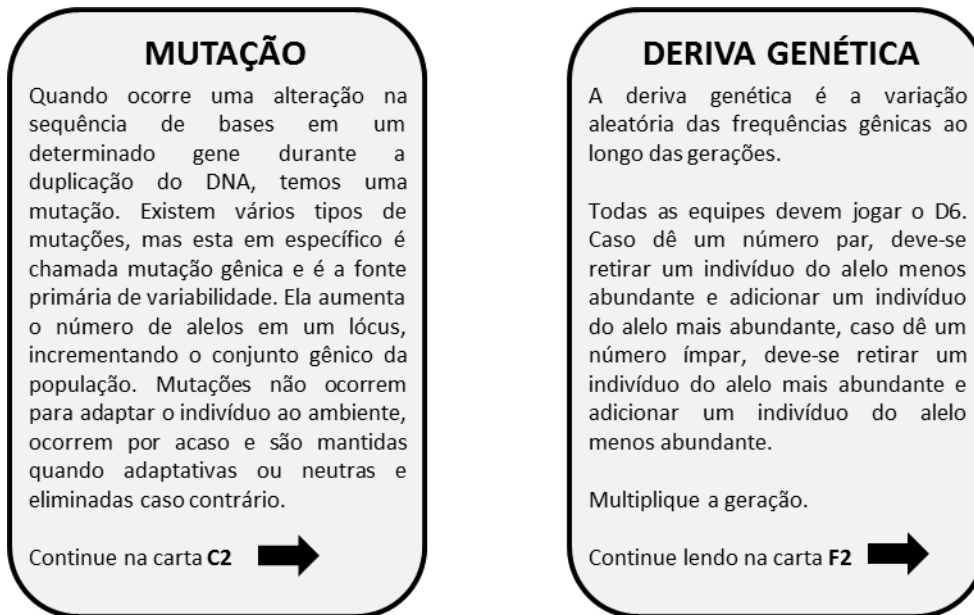


Figura 2 - Cartas explicativas; Elas substituem o manual de instruções e permitem que o jogador acompanhe em tempo real a instrução dada para a sequência do jogo.

O jogo inicia na carta “A”, quando um dos jogadores a lê. Esta carta diz que cada jogador deve iniciar pegando 5 peças azuis, que representam os 5 indivíduos iniciantes da sua população. Como têm todos a mesma cor, todos apresentam as mesmas características genéticas de início. Após isto, ocorre reprodução, mutação, seleção natural, migração, deriva genética e efeito fundador. Com relação à seleção natural, os jogadores sorteiam aleatoriamente uma Carta ambiente (FIGURA 3), que pode ser correspondente a *Floresta de Acer*, *Floresta Amazônica*, *Deserto ou Caverna*. Cada ambiente apresenta características próprias, como a Capacidade suporte (FIGURA 4), que estabelece um número máximo de indivíduos por bioma, e a pressão de seleção as quais os indivíduos estarão sujeitos neste ambiente.

DESERTO



No ambiente de deserto, os indivíduos amarelos não podem ser predados.

FLORESTA DE *Acer*



No ambiente da Floresta de *Acer*, indivíduos vermelhos não podem ser predados

FLORESTA AMAZÔNICA



No ambiente de Floresta Amazônica, os indivíduos verdes não podem ser predados.

CAVERNA



No ambiente de caverna, todos indivíduos têm chances iguais de serem predados.

Figura 3 - Cartas ambiente; Elas indicam como a seleção natural agirá em uma determinada população.



Figura 4 – Carta que indica a capacidade suporte de cada ambiente no jogo.

Além disso, as populações podem ser “r” ou “K” estrategistas, o que impacta diretamente quantos indivíduos serão acrescentados na população a cada evento de reprodução e/ou quantos serão retirados da população quando ocorrer a seleção natural (FIGURA 5). Outros eventos, tais como o surgimento de barreiras geográficas que isolem as populações, altas taxas de mutação, entre outros, podem surgir ao longo da partida através das Cartas de evento, que estão divididas em efeitos locais, regionais e globais (FIGURA 6).

Depois que a carta “G” tiver sido lida, as rodadas serão regidas pela “Timeline”, sendo que em cada rodada ocorrerá “Seleção Natural”, “Deriva genética” e “Reprodução”. À medida em que o jogo ocorre, populações podem ser extintas (o que significa que o jogador perdeu) e populações podem ser muito bem-sucedidas. A partida continua até que haja somente uma população ou que os jogadores decidam que há um ganhador quando o jogo chegar ao fim do “Quadro do tempo” (*timeboard*) (FIGURA 7).



Figura 5 - Cartas indicativas das estratégias r e K. Verso e frente, respectivamente.

2.2.) Aplicação do jogo

O jogo *Nature* foi aplicado a alunos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Paraná que já tenham cursado ou estejam cursando a matéria de Genética de Populações. Previamente ao jogo, eles responderam um questionário contendo sete perguntas sobre conceitos de Evolução e Genética de Populações. Duas semanas após a partida, os alunos responderam a um questionário com quatro perguntas, para avaliar o impacto que o jogo teve sobre o conhecimento deles dos conceitos evolutivos e um questionário com duas perguntas de avaliação do jogo. Todas as perguntas eram subjetivas.

As respostas de cada aluno para ambos os questionários foram comparadas e avaliadas.

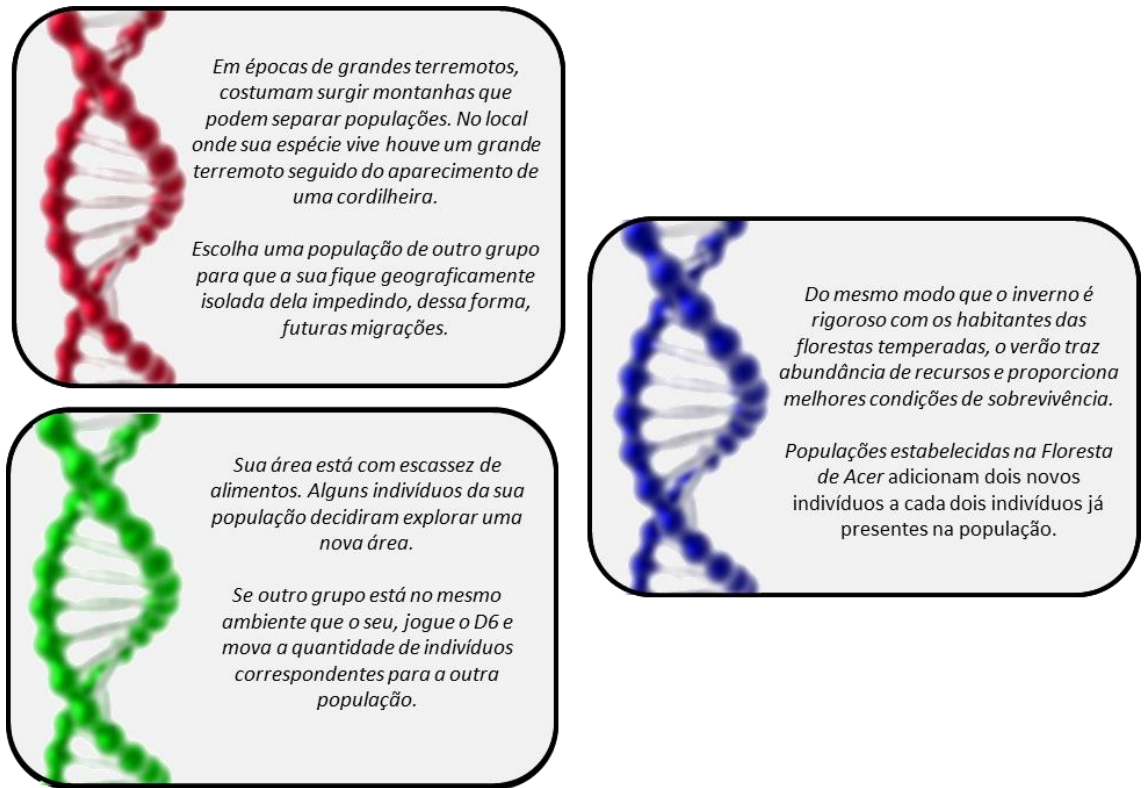


Figura 6 - Cartas de evento; Elas dirigem os acontecimentos depois que todas as cartas explicativas já foram lidas. Vermelho - evento global; Verde - evento local; Azul - evento regional.



Figura 7 - *Timeboard*; A cada nova rodada, o marcador avança para a próxima letra. Ao chegar na letra N, pode-se indicar o fim do jogo, e os participantes podem decidir qual critério utilizar para caracterizar o ganhador: população com maior variabilidade, com maior número de indivíduos ou mais indivíduos adaptados em determinado ambiente.

2.3.) Considerações éticas

O protocolo do estudo foi aprovado pelo Comitê de Ética e Pesquisa da Universidade Federal do Paraná e a cada indivíduo participante foram passadas as informações em relação ao estudo antes da sua aplicação. Todos os participantes receberam e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, concordando em submeter-se à pesquisa.

3.) RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um dos resultados mais relevantes em relação à aplicação do jogo foi um melhor entendimento por parte dos alunos do conceito de Deriva Genética. A Deriva Genética é um mecanismo microevolutivo que modifica aleatoriamente as frequências alélicas ao longo do tempo. É um processo estocástico, sendo que não é possível prever a direção da mudança na frequência de um alelo causada por deriva. Ela resulta em perda de variação genética e fixação de alelos em diferentes loci gênicos, que podem ser neutros, deletérios ou vantajosos (RIDLEY, 2003).

Apesar da Deriva Genética ser um conceito complexo, foi possível perceber que o jogo auxiliou no esclarecimento e na compreensão do processo. Um dos alunos respondeu, na questão 4 do primeiro questionário (ANEXO 1), anterior ao jogo, a respeito da deriva genética: *“Ainda não possuo conhecimento suficiente para falar a respeito disso”*. No entanto, no questionário posterior (ANEXO 2), na pergunta 2, quando questionado para escrever uma história sobre uma população hipotética em determinado ambiente, o aluno discorreu sobre um alelo fixado por ação da deriva: *“[...] Num evento de fluxo gênico, um alelo Z é introduzido na população 3 e, a princípio, não confere nenhuma adaptação. Entretanto, o mesmo é fixado na população através do processo de deriva genética. Com o passar do tempo, as condições ambientais daquele deserto mudam e se tornam ainda mais severas, de tal sorte que o alelo Z anteriormente fixado por deriva passa a apresentar um fenótipo prejudicial aos organismos que o possuem [...]”*.

De maneira semelhante, uma aluna afirmou que a deriva genética é *“Acúmulo de variações e genes”* no primeiro questionário. Posteriormente, ao comparar duas histórias evolutivas que ela mesma criou, ela também usou o conceito de deriva: *“[...] cada espécie tem adaptações diferentes e a deriva ocorre de forma aleatória com ambas as populações”*.

Com relação ao conceito de mutação, não houve grandes discordâncias nas respostas dos alunos. No entanto, no questionário anterior ao jogo, um dos alunos respondeu que indivíduos que migram *“Podem criar ou inserir novas características na população”*. As migrações podem inserir, mas jamais criam novas características. Na verdade, a migração é um fator evolutivo que pode acrescentar alelos na

população que recebe os migrantes, aumentando, assim, o pool genético desta população, ou somente mudar as frequências alélicas, tanto da população na qual houve imigração quanto na que houve emigração. Além disso, pode ocorrer a migração de todos os indivíduos de determinada população (RIDLEY, 2006). Este mesmo aluno, no questionário posterior, escreveu que *“[...] Entretanto, como essas estavam em número reduzido, as aves migraram para outra região em busca das plantas com flores vermelhas, enquanto outra parte permaneceu a polinizar as flores amarelas. Devido a essa migração os dois grupos de aves agora criados se especializaram, sendo um polinizador da flor amarela e outra da vermelha. [...]”*. A partir deste trecho, pode-se inferir que o aluno obteve melhor compreensão da complexidade do conceito de migração.

No último questionário (ANEXO 3), os alunos tiveram que escrever suas opiniões a respeito do jogo *Nature*. Alguns fragmentos de respostas encontram-se a seguir:

“[...] o jogo se mostrou bastante didático ao mostrar como o contexto ecológico em que uma população está inserida pode influenciar sua história evolutiva.”

“[...] meu entendimento melhorou muito, o jogo permite uma visualização prática das possibilidades e fatores envolvidos na evolução e seleção de alelos frente aos fatores ambientais, migração e mutações.”

“O jogo é interessante e bem bolado, e foi ótimo para retomar os conceitos esquecidos, visualizando-os na prática, mas a interação entre os conceitos ecológicos e evolutivos ficou bastante simplificada. Porém, não acredito que teria outra forma de apresentá-los pois trata-se de conexões complexas entre os conceitos”

“O jogo ajudou a aplicar os exemplos que estudamos em livros e em sala de aula. A genética de populações possui alguns conceitos que são bastante teóricos e com o jogo é possível simular os fatores evolutivos que atuam nas populações naturais em variados ambientes.”

O fato dos alunos terem aprendido ou lembrado alguns conceitos utilizando o jogo, bem como a boa aceitação da metodologia por parte deles provavelmente está

relacionado com a participação dos alunos no seu próprio processo de aprendizagem, na interação que o jogo proporciona entre os participantes e também a um entendimento mais aprofundado do conhecimento explorado pelo jogo (SANGESTANI & KHATIBAN, 2013). Em um estudo de investigação ecológica no qual a metodologia *PBL* foi utilizada, foi observado que o método se mostrou tanto uma ferramenta eficiente de aprendizado quanto um estímulo para o levantamento de perguntas e a interação aluno-aluno e aluno-professor (HUNG *et al.*, 2014).

A metodologia *PBL* pode ajudar os alunos na construção do seu modelo de mundo através do processo investigativo, da perspectiva de aprender a aprender e da abordagem cognitiva construtivista, uma vez que esses três processos estão bastante relacionados com as características definidoras do método *PBL* (SCHMIDT *et al.*, 2009). Além destas perspectivas, duas teorias norteiam o processo de aprendizagem mediado pelo *PBL*, a Hipótese de Ativação-Elaboração e a Hipótese do Interesse em Determinada Situação (SCHMIDT *et al.*, 2011).

A Hipótese de Ativação-Elaboração defende a ideia de que conforme as concepções dos alunos referente a determinado tema são ativadas, eles se tornam capazes de identificar as lacunas no seu conhecimento prévio, permitindo, dessa forma, um melhor entendimento daquele conteúdo (SCHMIDT *et al.*, 2011). A Hipótese do Interesse em Determinada Situação, por sua vez, pontua que problemas ou enigmas criam um desejo nos alunos de procurar mais sobre o tópico, o que leva a um aumento na concentração, no foco da atenção e na disponibilidade em aprender (HIDI & RENNINGER, 2006). As duas hipóteses podem ser observadas no jogo *Nature*, enfatizando, mais uma vez, seu potencial no processo de aprendizagem.

Os benefícios cognitivos da cooperação em pequenos grupos têm sido discutidos por vários autores (SPRINGER *et al.*, 1999). O ambiente lúdico fornece uma atmosfera de amizade entre os estudantes e permite um contato mais próximo entre alunos e entre o professor (SCHMIDT *et al.*, 2011). Durante a aplicação do jogo, pode-se sentir essa atmosfera lúdica entre os estudantes, uma vez que todos interagem e trocavam inclusive indivíduos entre suas populações, às vezes beneficiando ou prejudicando seus oponentes.

Simulações e jogos são recomendados como ferramentas de ensino na Educação Superior, uma vez que o aprendizado ocorre de forma natural, espontânea e criativa, induzindo os alunos a buscarem soluções para os problemas que surgem (MIRALLES *et al.*, 2013). O adulto utiliza suas vivências e experiências para esquematizar a aquisição do conhecimento. Também é capaz de perceber as áreas nas quais apresenta dificuldades, e devido a isso, procura desafios e soluções de problemas que modificarão suas vidas de forma significativa (NASCIMENTO *et al.*, s.d.).

4.) CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tendo como referência que o jogo *Nature* é baseado na metodologia *PBL* (Problem Based Learning) pode-se inferir que ele se mostrou um recurso diático efetivo para a apreensão dos conteúdos, e também para estimular a natureza investigadora e criativa dos alunos. O jogo proporciona a experiência de processos evolutivos que muitas vezes são abstratos e/ou ocorrem em uma escala temporal não acompanhada pelos alunos, simulando mutações, mudanças ambientais, migrações, deriva genética, entre outros eventos, em aproximadamente uma hora de partida, permitindo o entendimento da evolução biológica segundo a visão geral da Teoria Sintética da Evolução.

REFERÊNCIAS

- ANTUNES, A.M.; MORAIS, C.M.O.; SILVA, E.F.; DUTRA, M.F.; MARINELI, P.F.S.; FILHO, J.S.; SANTOS, A.P.R.; SABÓIA-MORAIS, M.S.T. **A utilização de metodologias lúdicas no ensino de biologia: estudo do valor educativo de jogos em escola urbana e rural.** III Encontro Estadual de Didática e Prática de Ensino (III EDIPE), 2009.
- BEGON, M.; TOWNSEND, C.R. & HARPER, J.L. **Ecology: From individuals to ecosystems.** Blackwell Publishing, Oxford. 2006.
- BORGES, G. L. A. **Formação de Professores de Biologia, Material Didático e Conhecimento Escolar.** Tese de Doutorado, Universidade Estadual de Campinas. São Paulo. 436 p. 2000.
- BRASIL Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio.** Brasília, DF, 1998.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **PCN + Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais.** Brasília, DF, 144p. 2002.
- CASTOLDI, R.; POLINARSKI, C. A. **A Utilização de Recursos Didático-Pedagógicos na Motivação da Aprendizagem.** In: Anais do SINECT - I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Ponta Grossa – PR, 2009. ISBN: 978-85-7014-048-7684.
- CHAGAS, A.F.S.; ANIC, C.C.; ANDRADE, E.S.; BATISTA, M.F.F. Ensinar cadeia trófica através do jogo didático: Montando a cadeia alimentar – “Uma proposta lúdica para o ensino da cadeia trófica”. **VII CONNEPI (Congresso Norte-Nordeste de Pesquisa e Inovação).** Palmas (TO), 2012.

- CHAPLA, P.I.; SOUZA, D.C.; PERACOLI, A.P.; RODRIGUES, R.A.; NEIVERTH, A.; JÚNIOR, A.F.N. Elaboração e produção de material didático: O jogo da memória como facilitador no processo de ensino de Ecologia e Educação Ambiental. S.D.
- DIAS, J. M.C.; SCHWARTZ, E.A.; VIEIRA, E.R. **A Botânica além da sala de aula**. 2008. Disponível em: <<http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/893-4.pdf>> acesso: 19 mai. 2015.
- DOLMANS, D.H.J.M.; SCHMIDT, H.G.; GIJSELEARS, W.H. The relationship between student-generated learning issues and self-study in problem-based learning. **Instructional Science**, v. 22, n. 4, pg. 251-267, 1995.
- EVERSON, D.H.; HMELO, C.E. **Problem based learning: A research perspective on learning interactions**. Mahwah, N.J.: Lawrence Erlbaum Associates.
- FUTUYMA, D. J. **Biologia Evolutiva**. Ribeirão Preto, 2ª ed, Sociedade Brasileira de Genética/CNPq. 1992.
- GALVÃO, M.F.; BASTOS, R.F.; MOREIRA, F.F.; RODRIGUES, A.C.; YOTOKO, K.S.C. Jogo da Evolução. **Genética na Escola**, v. 7, n.2, p. 67-73, 2012.
- GOEDERT, Lidiane; DELIZOICOV, Nadir Castilho; ROSA, V. L. A formação de professores de Biologia e a prática docente—O ensino de evolução. **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**. Bauru-SP: ABRAPEC, 2003.
- GRIFFITH, A. J. F.; MAYER-SMITHIES, J. **Understanding genetics: strategies for teachers and learners in universities and high schools**. New York: WH freeman and Company, 2000.
- HIDI, S.; RENNINGER, K. A. **The four-phase model of Interest Development**. *Educational Psychologist*, v. 41, 111-127. 2006.
- HMELO-SILVER, C.E. Problem-based learning: what and how do students learn? **Educational Physiology Review**, v. 16, n. 3, pg. 235-266, 2004.
- HMELO-SILVER, C.E. & BARROWS, H.S. Goals and strategies of a problem-based learning facilitator. *Interdisciplinary Journal of Problem-based Learn*, v. 1, i. 1, pg. 21– 39, 2006.
- HUNG, P.H.; HWANG, G.J.; LEE, Y.H.; WU, T.H.; VOGEL, B.; MILRAD, M.; JOHANSSON, E. A Problem-based ubiquitous learning approach to improving the questioning abilities of elementary school students. **Education Technology and Society**, v. 17, n. 4, pg. 316-334, 2014.

- LONGO, V.C.C. Vamos jogar? Jogos como recursos didáticos no ensino de ciências e biologia. **Prêmio Professor Rubens Marillo Marques – Incentivo a quem ensina a ensinar**, 2012.
- MARMITT, D.B.N.; HERMEL, E.E.S.; FRIEDRICH, S.P. **Compreendendo os conceitos e a dinâmica das relações ecológicas por meio de jogos didáticos e confecção de mapas conceituais**. VI Encontro Regional Sul do Ensino de Biologia (VI EREBIO-SUL) e XVI Semana Acadêmica de Ciências Biológicas, 2013.
- MIRALLES, L.; MORAN, P.; DOPICO, E.; GARCIA-VAZQUEZ, E. DNA Re-Evolution, a Game for Learning Genetics and Evolution. **Biochemistry and Molecular Biology Education**, v. 41, n. 6, p. 396-401, Nov-Dez 2013.
- NASCIMENTO, E.; NASCIMENTO, S.; FERREIRA, S.P.A. Ensino universitário: estratégias e metodologias para aprendizagem. S.D.
- NEHRING, C.M.; SILVA, C.C.; TRINDADE, J.A.O.; PIETROCOLA, M.; LEITE, R.C.M.; PINHEIRO, T.F. **As ilhas de racionalidade e o saber significativo: o em Ciências**. UF Santa Catarina, V.2, n. 1 – Março 2002.
- RIDLEY, M. **Evolução**. Porto Alegre. Artmed. 2006.
- SANGESTANI, G.; KHATIBAN, M. **Comparison of problem-based learning and lecture-based learning in midwifery**. Nurse Education Today, v. 33, pp. 791-795. 2013.
- SCHEID, N.M.J.; FERRARI, N. A história da ciência como aliada no ensino de genética. **Genética na Escola**, v.1, n.1, p.17-18, 2006.
- SCHMIDT, H. G.; ROTGANS, J.; YEW, E. H. J. **The process of problem-based learning: what works and why**. Medical Education, v. 45, pp. 792-806. 2011.
- SCHMIDT, H. G.; VAN DER MOLEN, H. T.; WINKEL, W. W.; WIJNEN, W. H. F. W. **Constructivist, problem-based learning does work: a meta-analysis of curricular comparisons involving a single medical school**. Educational Psychologist, v. 44, pp. 227-249. 2009.

SCHNETZLER, R. P. e ARAGÃO, R. M. R. (Orgs.). Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. CAPES/PROIN/UNIMEP, Piracicaba, pp.12-42. 2000.

SMITH, J.J.; BAUM, D.A.; MOORE, A. The need for molecular genetic perspectives in evolutionary education (and vice versa). **Trends in Genetics**, v. 25, i. 10, p. 427-429, Oct 2009.

SPRINGER, L; STANNE, M. E.; DONOVAN, S. S. **Effects os small-group learnning on undergraduates in Science, Mathematics, Engineering, and technology: a meta-analysis**. Review on Educational Research, v. 69, pp. 21-51. 1999.

WAISZ, T. **O diálogo entre o ensino e a aprendizagem**. 2ª Edição. São Paulo. Ática. 2004.

ANEXOS

Anexo 1 – Questionário 1 (Pré-jogo)

QUESTIONÁRIO ENSINO SUPERIOR (DIAGNÓSTICO DO CONHECIMENTO PRÉVIO DOS ALUNOS)

QUESTÃO 01

Qual o seu conceito sobre o que é o processo de mutação?

QUESTÃO 02

Tendo em vista a seleção natural, como você espera que a mutação surja em uma população e seja positivamente selecionada?

QUESTÃO 03

“A mutação é o combustível da seleção natural.” Discorra sobre essa frase abordando o efeito da seleção natural sobre as mutações.

QUESTÃO 04

O que você entende por deriva genética? Como ela atua? Ela gera variabilidade?

QUESTÃO 05

Qual o efeito que indivíduos migrantes podem exercer sobre as populações que eles deixam e sobre as populações para as quais eles migram?

QUESTÃO 06

O quanto você acredita que os conceitos de evolução e ecologia estão relacionados?

QUESTÃO 07

Qual o efeito sobre modificações drásticas no ambiente sobre populações já pré-estabelecidas em determinado ambiente? O que pode acontecer com as espécies locais?

Anexo 2 – Questionário 2 (Pós-jogo)

QUESTIONÁRIO ENSINO SUPERIOR (APREENSÃO DA APREENSÃO DE NOVOS CONHECIMENTOS CIENTÍFICOS)

QUESTÃO 01

Crie uma história evolutiva sobre uma determinada população na qual você utilize todos os fatores evolutivos. Nessa historia você deve utilizar eventos ambientais para contextualizar os acontecimentos.

QUESTÃO 02

Crie uma história sobre outra população que vive no mesmo local que a população que você criou na Questão 01, porém com um final diferenciado em relação à primeira.

QUESTÃO 03

Explique o porquê das diferentes histórias evolutivas entre as duas populações que você criou.

QUESTÃO 04

Como você enxerga as diferentes estratégias no que concerne a reprodução das espécies. Existe vantagem em ser uma espécie “r-estrategista” ao invés de ser “K-estrategista” ou vice-versa?

Anexo 3 – Questionário avaliativo do jogo

QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO DO RECURSO DIDÁTICO “JOGO NATURE”

QUESTÃO 01

Como você vê o seu entendimento sobre os conceitos relacionados à Genética de Populações? A visualização dos fatores evolutivos “em campo” no jogo *NATURE* auxiliou na compreensão desses conceitos? Por favor, justifique sua resposta.

QUESTÃO 02

Como você vê o seu entendimento sobre os conceitos relacionados à Ecologia? A visualização de processos ecológicos “em campo” no jogo *NATURE* auxiliou na compreensão desses conceitos? Por favor, justifique sua resposta.