

ARTIGO

JOGOS TIPO “BEAN BAG” EM AULAS DE EVOLUÇÃO

Maíra da Silva Navarro Ferreira^{*1}

Edson Pereira da Silva^{**2}

RESUMO: A utilização de jogos didáticos tipo “Bean Bag Genetics” é descrita para o ensino da teoria evolutiva em turmas de graduação de uma universidade pública brasileira. Esses jogos estão em sintonia com as propostas de ensino baseadas em metodologias ativas, nas quais os alunos fazem perguntas e testam previsões por meio da produção de dados e sua discussão. Os resultados indicaram boa receptividade dos jogos. Com relação à aprendizagem, os jogos contribuíram para superação de problemas ligados aos aspectos matemáticos da genética de populações, reformulação de concepções prévias, bem como para a concretização de aspectos abstratos relacionados à teoria evolutiva. Dessa forma, foi possível concluir que esses jogos podem se constituir em mais uma alternativa para o ensino de evolução.

Palavras-chave: Jogos Didáticos. Ensino de Evolução. Genética de Populações.

JUEGOS TIPO “BEAN BAG” EN CLASES DE EVOLUCIÓN

RESUMEN: Se describió la utilización de los juegos didáticos tipo “Bean Bag Genetics” para la enseñanza de la teoría evolutiva en clases de grado de una universidad pública brasileña. Estos juegos están en consonancia con las propuestas de enseñanza basadas en las metodologías ativas, en las cuales los alumnos hacen preguntas y testan previsiones por medio de la producción de datos y su discusión. Los resultados indicaron una buena receptividad de los juegos. Respecto al aprendizaje, los juegos contribuyeron a la superación de los problemas relacionados a los aspectos matemáticos de la genética de poblaciones, reformulación de concepciones previas, así como a la concreción de aspectos abstractos vinculados a la teoría evolutiva. De esa manera, se concluyó que esos juegos pueden constituirse en una alternativa más para la enseñanza de la evolución.

Palabras-clave: Juegos Didáticos. Enseñanza de Evolución. Genética de Poblaciones.

*Licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade Federal Fluminense (UFF). Atualmente é Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (UFF) onde integra o Laboratório de Genética Marinha e Evolução como pesquisadora. Niterói, RJ - Brasil. E-mail: <maira.navarro@hotmail.com>.

**PhD em Genética de Populações pela University of Wales-Swansea, País de Gales, Reino Unido. Professor pesquisador do Programa de Pós-Graduação em Biologia Marinha e Ambientes Costeiros da Universidade Federal Fluminense (UFF), onde coordena o Laboratório de Genética Marinha e Evolução. Niterói, RJ - Brasil. E-mail: <gmedson@vm.uff.br>.

BEAN BAG' TYPE GAMES IN EVOLUTION CLASSES

ABSTRACT: The paper describes the use of didactic games based on “Bean Bag Genetics” for the teaching of the evolutionary theory in undergraduate classes from a Brazilian state university. These games are in line with teaching proposals based on active methodologies, in which the students make questions and test predictions through data generation and its findings. Results have shown good receptivity of the students to the games. Regarding the learning process, the “Bean Bag” games seem to have contributed to overcome problems related to mathematical aspects of population genetics, reformulation of preconceptions, and to put the abstract aspects of the evolutionary theory in a more concrete form. Thus, it was possible to conclude that these games can become an additional tool to the teaching of the evolutionary theory.

Keywords: Didactic Games. Teaching Evolution. Population Genetics.

INTRODUÇÃO

Os jogos didáticos

Etimologicamente, *jogo* provém de *ludus*, palavra latina que, posteriormente, foi substituída por *jocu*, substantivo masculino, também de origem latina, que significa *gracejo*. Assim, em seu sentido original, jogo expressa um divertimento, uma brincadeira ou um passatempo sujeito a regras que devem ser seguidas (PEREIRA, 2013). Para que uma atividade lúdica seja reconhecida como um jogo, ela deve atender a três critérios básicos: o prazer de jogar, a disputa (que nem sempre está evidenciada durante a partida) e a existência de regras não flexíveis (ELKONIN, 1998; HUIZINGA, 2000; KISHIMOTO, 1995).

Apesar de os jogos terem sido utilizados para fins didáticos desde a Grécia e Roma antigas, foi a partir do século XX que eles passaram a ser reconhecidos como importantes instrumentos de ensino. Esse reconhecimento se deu, fundamentalmente, devido ao crescimento da rede de ensino infantil e pela discussão sobre as relações entre jogo e educação. O reconhecimento pedagógico dos jogos foi influenciado por pesquisas, principalmente da psicologia, fisiologia e áreas socioculturais (KISHIMOTO, 1995).

Cognitivistas como Piaget e Vygotsky destacaram, em alguns de seus trabalhos, a importância dos jogos para o desenvolvimento dos indivíduos. Para Piaget, ocorrem mudanças significativas e progressivas nos processos de desenvolvimento, denominadas assimilação e acomodação. Assim, para Piaget, o jogo é, em geral, uma assimilação, que consiste em modificar a informação de entrada de acordo com as exigências do indivíduo (NEGRINE, 1994). Já Vygotsky dá ênfase aos aspectos sociais e culturais do desenvolvimento, referindo-se às brincadeiras como um momento no qual o abstrato é passado ao campo do concreto (NEGRINE, 1994).

Os jogos didáticos são aqueles construídos com a finalidade de promover a aprendizagem de conteúdos específicos. Inúmeras pesquisas, em especial na área de ensino de ciências (GOMES; FRIEDRICH, 2001; GRIFFITH; MAYER-SMITH, 2000; KRASILCHIK, 2008; PEDROSO *et al.*, 2009) têm demonstrado que os jogos didáticos contribuem para melhorar a aprendizagem de diversos conteúdos escolares. Assim, em muitos casos, a utilização dessa ferramenta nas aulas tem sido considerada uma facilitadora da aprendizagem (CUNHA, 1988; GOMES; FRIEDRICH, 2001). Os jogos contribuem para o aumento da sensibilidade dos alunos (estreitando laços de amizade e afetividade), facilita a socialização (libertando os alunos do imobilismo e estimulando a participação ativa, criativa e crítica), gera motivação (apelando à curiosidade e desafiando quem joga) e propicia o enriquecimento da língua oral e escrita (ALMEIDA, 2003). Além disso, os jogos determinam a criação de um ambiente livre das pressões e constrangimentos, muito comuns durante as aulas tradicionais (HAYDT, 2001; MIRANDA, 2002).

Outra vantagem relacionada à utilização dessa ferramenta em sala de aula é que pode ser associada a conteúdos específicos que estão sendo trabalhados em aula, contribuindo, assim, para a melhor compreensão dos alunos a partir do seu caráter

lúdico. Os alunos tendem a interagir mais enquanto jogam, devido ao ambiente de descontração que se estabelece e, desse modo, os conteúdos podem ser compreendidos a partir de aspectos motores, cognitivos, afetivos e sociais (HAYDT, 2001).

Teoria Evolutiva e *Bean Bag Genetics*

A Teoria Sintética da Evolução (TSE), ou seja, a teoria evolutiva moderna, surgiu da unificação do darwinismo com o mendelismo (ARAÚJO, 2006; SILVA, 2001). Segundo essa teoria, a evolução é um processo de mudança das frequências gênicas dentro das populações pela ação das forças evolutivas (mutação, migração, seleção natural e deriva genética) (FREIRE-MAIA, 1988; SOLÉ-CAVA *et al.*, 2004). Dessa forma, a biologia evolutiva, com a TSE, passou a ter um viés da genética de populações, fortemente fundada em uma interpretação estatística do comportamento da variação gênica ao longo do tempo.

Em 1959, Ernst Mayr, um dos mais importantes evolucionistas da história, questionou a contribuição do viés matemático no estudo dos processos evolutivos. Para ele, as contribuições de Fisher, Haldane e Wright (principais formuladores da interpretação matemática da evolução) eram muito reducionistas e, portanto, enganadoras (MAYR, 1954). Considerar os genes como unidades discretas e independentes, ignorando os complexos efeitos das interações gênicas era, segundo Mayr, como interpretar a evolução como um processo de colocar e retirar feijões de um saquinho, ou seja, uma genética de saquinhos de feijões (*A Bean Bag Genetics*) (DRONAMRAJU, 2011).

Mayr ressaltava que os genes não existem em isolamento, mas fazem parte de um sistema integrado (MAYR, 1954). Na *Bean Bag Genetics*, segundo ele, cada *locus* era estudado separadamente com a finalidade de simplificar as análises o que, para Mayr, era inaceitável (DRONAMRAJU, 2011). Embora reconhecendo a grande contribuição da *Bean Bag Genetics*, Mayr afirmava que ela não era capaz de dar respostas adequadas para questões evolutivas centrais como a especiação e a adaptação (RAO, 2011).

As críticas feitas por Mayr à *Bean Bag Genetics* levaram John B. S. Haldane, um dos fundadores da TSE, a escrever uma série de artigos em defesa da genética dos saquinhos de feijão (CROW, 2008; DRONAMRAJU, 2011; EWENS, 1993; HALDANE, 1964). Segundo Haldane, o papel da *Bean Bag Genetics* era demonstrar a viabilidade da hipótese evolutiva e estimar, matematicamente, fenômenos como taxas de mutação, tempo de substituição de alelos por pressão de seleção natural, efeitos das oscilações aleatórias das frequências gênicas devido à reprodução sexuada etc.

Haldane deixava claro que a função da modelagem matemática era solucionar problemas clássicos colocados pela teoria evolutiva, o que não teria sido possível sem os pressupostos reducionistas da *Bean Bag Genetics* (HALDANE, 1964). Embora admitindo que ela era um modelo bastante simplificado, Haldane sublinhava o fato de que muitos aspectos importantes da realidade só podem ser descritos adequadamente a partir da sua modelagem matemática. Assim, o viés matemático da TSE era bastante eficiente e inovador (CROW, 2008; HALDANE, 1964).

Ensino da Teoria Evolutiva

A teoria da evolução biológica é considerada central e unificadora dentro da Biologia, uma vez que a sua compreensão se faz necessária para dar sentido a todos os processos e fenômenos biológicos (ALTERS; NELSON, 2002; TIDON; LEWONTIN, 2004; TIDON; VIEIRA, 2009). A importância da teoria evolutiva para a biologia foi enfatizada, ainda no século passado, por um dos maiores geneticistas da época, Theodosius Dobzhansky, ao escrever um ensaio intitulado “Nada faz sentido em Biologia exceto à luz da evolução” (DOBZHANSKY, 1973).

Por seu caráter central e unificador, a teoria evolutiva é reconhecida como um dos conteúdos mais importantes para o ensino de biologia (MEGLHIORATTI *et al.*, 2006; OLEQUES *et al.*, 2011; OLIVEIRA; BIZZO, 2011). Apesar da sua reconhecida relevância, a teoria evolutiva é considerada um dos conteúdos mais difíceis de ser trabalhados em sala de aula. As dificuldades associadas ao aprendizado da teoria evolutiva têm sido relacionadas à persistência da teleologia nas narrativas sobre a evolução (MOORE *et al.*, 2012; ROSSLENBROICH, 2006), à escala temporal de ocorrência dos fenômenos evolutivos (TIDON & VIEIRA, 2009) e à dificuldade de compreender a evolução como um processo que se dá em nível populacional (SANTOS; CALOR, 2007). Além disso, o conflito que existe entre evolução biológica e questões de cunho religioso, ideológico, filosófico e epistemológico tem sido apontado como constituindo, também, uma das causas das dificuldades apresentadas por alunos e professores no ensino e aprendizagem da teoria evolutiva (ALMEIDA; FALCÃO, 2005; GOERDET *et al.*, 2003; LONG, 2012; TRAN; WEIGEL, 2014).

No Brasil, os PCNEM (Parâmetros Curriculares para o Ensino Médio) reconhecem a importância da teoria evolutiva para a compreensão integrada dos conteúdos de biologia. Contudo, o documento reconhece que “a percepção da profunda unidade da vida, diante da sua vasta diversidade, é de uma complexidade sem paralelo em toda a ciência” (BRASIL, 1999). Consequentemente, os PCNEM recomendam que os conteúdos relativos à evolução sejam trabalhados sob a ótica da genética de populações destacando a ação das forças evolutivas e as alterações das frequências gênicas nas populações (BRASIL, 2003).

A partir do reconhecimento da relevância do ensino e da aprendizagem da teoria evolutiva, bem como das inúmeras dificuldades associadas à sua compreensão, torna-se oportuna a busca de alternativas que auxiliem professores e alunos nas aulas de evolução. A *Bean Bag Genetics*, pelo seu caráter reducionista e simplicidade de pressupostos, é um modelo que pode ser adaptado para a utilização em sala de aula. Para fins educativos, a ação de colocar e retirar feijões de saquinhos pode ser uma simulação importante para a compreensão do processo evolutivo.

Jogos tipo “Bean Bag”

Ao definir a vertente matemática da TSE como uma *Bean Bag Genetics*, Mayr, de modo involuntário, estava abrindo uma possibilidade singular para o ensino da evolução. Ou seja, a manipulação de feijões em saquinhos se

constitui numa experimentação simples, capaz de ser conduzida em salas de aula de todos os níveis. Tomando a definição de evolução como mudança das frequências gênicas por pressão das forças evolutivas (DOBZHANSKY, 1973; LEWONTIN, 1974; MAYR, 1977), os saquinhos de feijão podem ser utilizados como ferramenta didática, oferecendo possibilidades lúdicas e instigantes para o ensino da teoria evolutiva.

A utilização de um jogo tipo “Bean Bag” para o ensino do teorema de Hardy-Weinberg já foi descrita antes (COSTA; SILVA, 2014a). Neste trabalho, a utilização de vários jogos do tipo “Bean Bag”, em aulas práticas de evolução para graduandos de ciências biológicas foi descrita e sua recepção pelos alunos, avaliada. Mais que isso, o possível benefício que esses jogos podem ter na aprendizagem dos conteúdos foi investigada. Embora os jogos tenham sido criados para uso com alunos universitários, acredita-se que a sua adaptação para utilização por outros níveis de escolaridade é simples e direta.

METODOLOGIA

As Circunstâncias

Os jogos têm sido trabalhados com turmas de graduação em ciências biológicas de uma universidade pública brasileira há mais de dez anos. Eles são aplicados como parte do conteúdo curricular de uma disciplina de “Evolução”. Essa disciplina tem carga horária total de 80 horas por semestre, sendo dividida em dois segmentos, um teórico e outro prático, cada qual com 40 horas. Os jogos integram o segmento prático da disciplina. Os jogos didáticos investigados neste trabalho diziam respeito aos conteúdos Teorema de Hardy-Weinberg, Deriva Genética e Seleção Natural.

Os Jogos

A execução dos jogos foi realizada em duas turmas distintas (A e B) de aula prática, com um máximo de 20 alunos cada. Em cada uma dessas turmas, os alunos trabalharam em grupos de 4-6 pessoas. As atividades desenvolvidas pelas duas turmas foram iguais e respeitaram o cronograma da disciplina. O tempo de realização das atividades foi de duas horas. O trabalho dos alunos contou com a orientação de dois monitores e do professor.

Em todos os casos, os alunos receberam um conjunto de saquinhos com bolinhas coloridas que representavam as populações e seus alelos. Para cada um dos temas abordados, o número de populações variou. Ao longo das jogadas, as bolinhas coloridas eram retiradas seguindo regras específicas estabelecidas em um roteiro de atividades. O roteiro era composto por uma breve explicação a respeito do fenômeno que seria simulado, uma descrição dos elementos do jogo (saquinhos representando populações, bolinhas coloridas representando os

alelos etc.), e as regras que deveriam ser seguidas (que variavam de acordo com o tema da aula). O roteiro apresentava, ainda, uma série de tarefas, perguntas e problemas que precisavam ser trabalhados pelos alunos. O Quadro 1 apresenta a estrutura básica dos roteiros utilizados durante as aulas.

Recepção dos jogos

Foram utilizadas três metodologias diferentes para a avaliação da recepção dos jogos pelos alunos: método etnográfico, para observação direta das aulas na quais os jogos foram aplicados; constituição de grupos focais, com os quais foram feitas entrevistas semiestruturadas e a análise documental, com a utilização de questionário de avaliação da atividade.

Método etnográfico

As pesquisas etnográficas têm, como principal característica, a imersão do pesquisador na cultura do outro, de maneira a revelar a realidade do grupo. A imersão permite que o pesquisador realize observações sobre a “outra cultura”, sem a utilização de referenciais externos a ela (CHIZZOTTI, 2003). Para uma utilização eficiente dessa metodologia, o pesquisador deve atentar para efetuar sempre a relativização (centrar-se na perspectiva do outro) e o estranhamento (esforço deliberado de análise do familiar como se fosse estranho), além de apoiar o trabalho em observações planejadas e registros cuidadosos em caderno de notas (ANDRE, 2005). A partir dos dados anotados, é possível inferir resultados referentes a hipóteses levantadas *a priori*.

As observações foram realizadas com a turma que cursou a disciplina de “Evolução” no primeiro semestre de 2015. Foram observados dois dias de aulas. No primeiro, o jogo era referente ao Teorema de Hardy-Weinberg (JTHW) e, no segundo dia, o jogo era a respeito da Deriva Genética (JDG). As observações feitas durante a aplicação dos jogos tipo “Bean Bag” diziam respeito à dinâmica das aulas, o que incluiu a interação entre os membros dos grupos, as conversas e comentários feitos durante os jogos, a interferência dos monitores durante a execução da prática, as dificuldades na realização das atividades e a participação dos alunos.

Foram realizadas leituras do caderno de notas para sistematização dos dados. A partir de sucessivas leituras, decidiu-se interpretar as anotações com base em quatro categorias. Foram elas: (a) interesse e participação dos alunos durante os jogos; (b) interação e troca de informações entre os membros do grupo; (c) dificuldades encontradas para responder às questões propostas; (d) pedidos de auxílio aos monitores.

Quadro 1- Apresentação da estrutura geral dos roteiros que acompanham os jogos

	HARDY-WEINBERG	DERIVA GENÉTICA
O CONTEÚDO	Hardy e Weinberg mostraram que as frequências alélicas e genotípicas de uma população mantêm-se constantes ao longo das gerações, independente de quão raros ou frequentes sejam os alelos. Esse modelo pressupõe ausência de deriva genética, seleção natural, mutação e migração e que haja panmixia.	A deriva genética é a oscilação ao acaso das frequências gênicas devido ao tamanho finito das populações.
O JOGO	<p>População 1 - 100 bolinhas vermelhas (alelo A) e 100 bolinhas verdes (alelo B). [$f(A) = f(B) = 0,5$].</p> <p>População 2 - 160 bolinhas vermelhas e 40 bolinhas verdes. Neste caso, [$f(A) = 0,8$ e $f(B) = 0,2$].</p> <p>População 3 - 40 bolinhas vermelhas e 160 bolinhas verdes, [$f(A) = 0,2$ e $f(B) = 0,8$].</p>	<p>População 1 - 50 bolinhas vermelhas e 50 bolinhas verdes [$fA = fB = 0,5$].</p> <p>População 2 - 5 bolinhas vermelhas e 5 bolinhas verdes [$fA = fB = 0,5$].</p> <p>População de reposição - 21 bolinhas vermelhas e 21 bolinhas verdes</p>
AS REGRAS	Para fundar a F1 de cada população, deve-se retirar, ao acaso, uma bolinha por vez, anotar o alelo que ela representa e devolvê-la para o saco. A cada duas bolinhas sorteadas, tem-se o genótipo de um indivíduo, que deve ser anotado à parte. Proceder dessa forma até obter uma amostra (prole - F1) com um total de 40 indivíduos para cada população (ou seja, serão sorteadas, ao todo, 80 bolinhas para cada população).	Cada grupo deverá dispor das três populações, as quais deverão ser agitadas para garantir que as bolinhas estejam bem misturadas. Uma jogada deverá consistir em retirar ao acaso (de olhos fechados) uma bolinha da população 1 e, ainda de olhos fechados, repor essa bolinha por outra da população de reposição . Essa operação deverá ser repetida até que dez jogadas tenham sido realizadas. Depois de restabelecidas as condições iniciais da população de reposição, o mesmo deverá ser realizado para a população 2, também por dez jogadas.
AS PERGUNTAS	<ol style="list-style-type: none"> 1) Quais são as frequências alélicas da F1 de cada uma das três populações? 2) Comparando os valores de frequência obtidos na F1 com aqueles da geração parental, o que você observa? 3) Teste a hipótese do equilíbrio de Hardy-Weinberg para a F1 de cada uma das três populações. 	<ol style="list-style-type: none"> 1) Quais as frequências encontradas para as bolinhas vermelhas, $f(A)$ e verdes, $f(B)$, para cada população, ao final das dez jogadas? 2) Como você pode explicar esses resultados? 3) Se este processo continuar se repetindo, qual será o resultado sobre as frequências gênicas das populações? 4) Colete os resultados obtidos pelos outros grupos. O que você observa? 5) Quando a Deriva Genética é mais eficiente? 6) Assumindo que os diferentes grupos representam uma situação de independência entre as populações (isolamento geográfico ou fluxo gênico reduzido) e que esse processo deve ser comum a todos os locos, qual a sua consequência a curto, médio e longo prazo?

referentes aos conteúdos de equilíbrio de Hardy-Weinberg, deriva genética e seleção natural.

SELEÇÃO NATURAL
<p>A seleção natural é sobrevivência (ou mortalidade) diferencial dos indivíduos presentes em uma população. Os genótipos mais vantajosos, nas condições do momento, têm sua frequência aumentada, enquanto aqueles que apresentam alguma desvantagem têm sua frequência diminuída.</p>
<p>População - 50 bolinhas verdes e 50 bolinhas vermelhas [$f(A) = f(B) = 0,5$] População de reposição – 50 bolinhas verdes</p>
<p>Usando a população padrão, retirar ao acaso uma bolinha por vez, anotar o alelo que ela representa e devolvê-la ao saco. Um par de bolinhas constitui o genótipo de um indivíduo. Proceder dessa forma, até obter uma amostra (prole - F1) com um total de 40 indivíduos. Toda vez que houver a formação do genótipo BB (vermelho/vermelho), esse indivíduo deve ser desprezado. Usando a população de reposição, construa populações do mesmo tamanho da anterior, contudo com as novas frequências obtidas.</p>
<ol style="list-style-type: none">1) As frequências do gene B em cada uma das seis gerações.2) Construa um gráfico onde, no eixo x, estejam as gerações, e, no eixo y, as frequências do alelo B. Explique os resultados.3) O que acontecerá ao longo de muitas gerações se esse processo prosseguir?4) Quais são os alelos mais afetados pela Seleção Natural, os dominantes ou os recessivos? Por quê?5) Calcule as frequências genotípicas esperadas para as seis gerações.6) Conhecendo as frequências genotípicas esperadas antes e depois de cada geração de seleção, calcule os valores adaptativos (W) absolutos e relativos dos genótipos envolvidos neste processo.

Grupo Focal

As entrevistas com grupos focais são técnicas de coleta de dados em pesquisas qualitativas utilizadas para avaliação, principalmente de serviços e/ou produtos (DIAS, 2000). Segundo Caplan (1990), os grupos focais seriam grupos de pessoas reunidos para definir problemas ou avaliar conceitos. A diferença entre as entrevistas com grupo focal e as demais está na interação entre os membros deste grupo, com o objetivo de gerar dados. As entrevistas com grupos focais podem ser utilizadas associadas com outras técnicas qualitativas a fim de aprofundar questões de pesquisa (VAUGHN *et al.*, 1996).

Foram realizadas duas entrevistas com grupos focais. Momentos antes da entrevista, cada um dos entrevistados recebeu um termo de consentimento livre, autorizando a utilização dos dados fornecidos. O termo foi devidamente assinado por cada um dos participantes antes do início da entrevista. O primeiro grupo foi composto por oito alunos que estavam cursando a disciplina “Evolução” pela primeira vez. Dos alunos entrevistados, cinco eram do sexo feminino e dois do sexo masculino, os quais tinham idades que variavam de 20 a 21 anos. O segundo grupo entrevistado era composto por seis alunos, sendo três do sexo feminino e três do sexo masculino. Dentre os alunos entrevistados nesse segundo grupo, dois deles estavam fazendo a disciplina pela segunda vez. A idade dos entrevistados neste grupo variou entre 20 e 24 anos. Em ambos os casos, as entrevistas foram realizadas em salas de aula do mesmo prédio onde eram ministradas as aulas do curso. Para que não houvesse muitas interferências sonoras, as entrevistas ocorreram em horários em que a circulação de pessoas era menor.

O roteiro das entrevistas continha dez perguntas: (1) O que vocês acharam dos jogos? (2) Os jogos auxiliaram no entendimento dos conteúdos? (3) Vocês acharam que os jogos estavam relacionados com os conteúdos a que diziam respeito? (4) O que vocês acharam do ambiente dos jogos? Em relação a aulas que são expositivas, por exemplo? Consideram que é a mesma coisa? (5) O nível de comprometimento, responsabilidade, tensão, descontração etc. era igual ou diferente? Quais as diferenças (ou semelhanças)? (6) A que vocês atribuem essas diferenças (ou semelhanças)? (7) Como era a postura de vocês quando estavam executando os jogos? Por exemplo, vocês se sentiam como se estivessem em um laboratório realizando experiências ou “tava mais para” montar um quebra-cabeça, jogar *mar*, monopólio etc.? (8) Vocês consideram que os jogos ajudaram a entender a matéria? Como vocês acham que eles ajudaram (ou não)? (9) O fato de os jogos serem jogados em grupo ajuda ou atrapalha? Em que sentidos? (10) Como vocês acham que poderiam ser as aulas sem os jogos?

Análise Documental

A análise de documentos escritos permite a identificação de informações relevantes para discussão de hipóteses levantadas *a priori* (LÜDKE; ANDRÉ, 1986; SOUZA *et al.*, 2011). Assim, a análise documental serve para extrair dados da fonte original, bem como permite localizar, identificar, organizar e avaliar informações contidas nos documentos, além de contextualizar os fatos em determinados

momentos (SÁ-SILVA *et al.*, 2009). Além disso, este instrumento favorece a tabulação dos dados e, portanto, a sua análise quali-quantitativa (GIL, 2008).

A disciplina na qual os jogos do tipo “Bean Bag” têm sido trabalhados sofre avaliação escrita ao final de cada semestre. Os questionários de avaliação incluem questões específicas referentes à utilização dos jogos nas aulas. São elas: (1) Vocês gostaram dos jogos? (2) Vocês aprenderam com os jogos? (3) Vocês acham que os jogos devem continuar fazendo parte da disciplina? (4) Vocês melhorariam os jogos? Se sim, como? Um total de 392 questionários constituindo dez anos de avaliações da disciplina foi analisado.

Avaliação da aprendizagem

A relevância dos jogos para a aprendizagem dos conteúdos de evolução foi averiguada a partir da análise dos relatórios dos alunos, ou seja, a partir de uma análise documental (SÁ-SILVA *et al.*, 2009). Os relatórios analisados foram aqueles entregues pela turma do primeiro semestre de 2015, a mesma na qual se trabalhou com o método etnográfico e a constituição de grupos focais. Os dados foram categorizados seguindo os princípios da análise de conteúdo de Bardin (2011). Inicialmente, os questionários passaram por uma leitura flutuante (ou geral), o que permitiu o desenvolvimento das primeiras impressões. Posteriormente, uma leitura mais atenta possibilitou a reflexão sobre o conteúdo e a definição das unidades de registro que seriam consideradas, bem como a definição das categorias, de acordo com o objetivo de estudo.

Além da análise de conteúdo, os relatórios foram corrigidos pelos monitores da disciplina em “duplo cego” (ou seja, a correção foi feita de forma independente, sem que nenhum deles tivesse acesso à correção do outro). Os resultados das correções dos monitores foram utilizados para avaliar o desempenho dos alunos e, a partir disso, discutir o papel dos jogos para a aprendizagem dos conteúdos.

RESULTADOS

Durante as aulas e entrevistas com os grupos focais

Durante a execução dos jogos, os grupos demonstraram comportamentos semelhantes. Todos eles optaram por dividir as diferentes populações entre seus membros para agilizar a parte mecânica da atividade. A maioria dos grupos concluiu essa etapa sem maiores problemas, embora dois grupos, na primeira vez que usaram os jogos, tenham apresentado certa dificuldade no processo de constituir os genótipos dos indivíduos pela retirada das bolinhas (JTHW). Um deles, por exemplo, não conseguiu compor os genótipos das populações, formando genótipos com três alelos para cada indivíduo. De uma maneira geral, os grupos apresentaram menos dificuldades relacionadas à execução do jogo JDG do que ao JTHW que, por apresentar um maior número de procedimentos a serem seguidos, demandou um pouco mais de tempo para que os alunos entendessem o que deveria ser feito e, portanto, uma maior solicitação de auxílio aos monitores.

RESULTADOS

Durante as aulas e entrevistas com os grupos focais

Durante a execução dos jogos, os grupos demonstraram comportamentos semelhantes. Todos eles optaram por dividir as diferentes populações entre seus membros para agilizar a parte mecânica da atividade. A maioria dos grupos concluiu essa etapa sem maiores problemas, embora dois grupos, na primeira vez que usaram os jogos, tenham apresentado certa dificuldade no processo de constituir os genótipos dos indivíduos pela retirada das bolinhas (JTHW). Um deles, por exemplo, não conseguiu compor os genótipos das populações, formando genótipos com três alelos para cada indivíduo. De uma maneira geral, os grupos apresentaram menos dificuldades relacionadas à execução do jogo JDG do que ao JTHW que, por apresentar um maior número de procedimentos a ser seguidos, demandou um pouco mais de tempo para que os alunos entendessem o que deveria ser feito e, portanto, uma maior solicitação de auxílio aos monitores.

Em relação à resolução das questões propostas, todos os grupos optaram por discutir as dúvidas entre si, antes de solicitar ajuda aos monitores da disciplina. Foi possível notar que o auxílio externo era solicitado apenas quando a discussão dentro do grupo não era suficiente para resolver os problemas. Durante o JDG, por exemplo, em um dos grupos, apenas uma aluna tinha sido capaz de compreender as consequências da atuação da deriva genética a curto, médio e longo prazo (uma das questões do roteiro). Nesse caso, esta aluna tomou para si a responsabilidade de esclarecer o restante do grupo, em detrimento do grupo solicitar auxílio de um dos monitores.

Com relação às dúvidas que foram surgindo ao longo da execução dos jogos, elas estavam muito mais relacionadas aos aspectos matemáticos do jogo (aplicação de fórmulas, por exemplo) do que a aspectos conceituais (forma de atuação das forças evolutivas, por exemplo). Durante o JTHW, as dúvidas mais comuns disseram respeito ao cálculo de frequências gênicas e genotípicas das populações. O teste do qui-quadrado foi a atividade para qual os grupos apresentaram maiores dificuldades de execução. Já durante o JDG, que envolvia mais aspectos conceituais do que matemáticos, a maioria dos grupos resolveu as questões propostas demandando pouco auxílio dos monitores.

Quanto ao nível de interesse durante os jogos, foi possível notar que todos os grupos apresentaram bastante interesse, inferido pela grande interação e engajamento na realização das atividades propostas. As inferências realizadas a partir da observação das aulas foram corroboradas nas entrevistas com os grupos focais. Os dois grupos entrevistados disseram que os jogos eram importantes para sua compreensão dos conteúdos. Grande parte dos alunos entrevistados afirmou que os jogos eram “uma forma de observar como acontece a evolução biológica”. Uma das falas, por exemplo, expressou que: “Você sai do abstrato. Evolução é algo que tem milhões de anos, ali você exemplifica melhor do que na teórica (se referindo às aulas teóricas da disciplina às quais os jogos estão relacionados), você consegue ver. Porque esse é o grande problema do aluno, conseguir aplicar aquilo. E ali, é mais fácil de entender”.

Todos os alunos entrevistados reconheceram que existe uma relação entre os jogos e os conteúdos de que eles tratam. Segundo alguns entrevistados, os jogos foram importantes para “dar mais sentido ao que o professor fala na aula”. Um dos alunos destacou a compreensão do que seja o acaso em evolução. Segundo ele, “não adianta o professor falar de acaso, uma vez que a gente não é capaz de entender isso”. Apenas através dos jogos, concluiu ele, o acaso pôde ser compreendido na sua importância para a evolução.

Quando perguntados sobre “o clima” das aulas nas quais jogavam em relação àquele das aulas teóricas da disciplina, todos disseram que eram “climas bem diferentes”. Segundo eles, a maior diferença se encontrava na dinâmica da aula: “nas aulas teóricas, o professor conduz a aula, perguntando, estimulando os alunos a pensar e a participar. Já nas práticas, é a gente que dá o ritmo”. Assim, para eles, os jogos ofereciam mais independência, uma vez que eram eles os responsáveis por jogar e construir as respostas a partir dos resultados alcançados. Um aluno definiu essa independência dizendo que “não é um professor dando os valores, e a gente tendo que aceitar” e, outro aluno, “A gente via pelas nossas próprias mãos o que acontece de fato”.

Os alunos disseram ainda que, durante os jogos, eles eram mais ativos, “a gente ia fazendo tudo e na hora a gente ia descobrindo o que acontecia”. O que, segundo eles, era diferente das aulas teóricas, nas quais a postura era “prestar atenção na aula e anotar o que pode cair na prova”. Grande parte dos alunos destacou a interação como uma possível contribuição dos jogos para o ensino da teoria evolutiva, segundo um deles “os jogos ajudaram a entender partes diferentes da teórica, pois é o momento onde a gente pode compartilhar, e cada um se ajudar, para resolver determinado problema”. Os alunos apontaram, ainda, que com os jogos era possível aprender com os erros cometidos. Eles disseram que os muitos erros cometidos durante a execução dos jogos contribuíram bastante para que eles entendessem o conteúdo proposto. O auxílio dos monitores foi, também, destacado como um fator que diferenciava o momento dos jogos e que era fundamental para a realização das tarefas.

De uma maneira geral, os alunos entrevistados apontaram que os jogos eram bastante didáticos e que a sua realização em grupo facilitava o processo de aprendizagem, uma vez que, por meio do jogo, eles interagem mais e tinham uma maior possibilidade de discutir a respeito dos conteúdos abordados. Os erros cometidos e o auxílio dos monitores foram, também, sublinhados como aspectos relevantes para a aprendizagem. Dessa forma, os alunos entrevistados reconheceram os jogos como uma ferramenta importante para a aprendizagem dos conteúdos abordados durante as aulas teóricas.

Os questionários de avaliação da disciplina e os relatórios dos alunos

A análise dos questionários de avaliação da disciplina revelou que cerca de 80% dos alunos que o responderam afirmaram ter gostado dos jogos (Máximo= 95,2%; Mínimo= 63,3%). Contudo, uma maior porcentagem de alunos considerou que os jogos tipo “Bean Bag” auxiliaram em sua aprendizagem (Máximo= 100%; Mínimo= 85,2%; Média= 92,9%). Esse resultado indica que, mesmo que alguns

não tenham gostado da experiência de jogar, muitos deles admitiram que os jogos auxiliaram em seu aprendizado. Fato que foi corroborado pela porcentagem de alunos que consideraram que os jogos deveriam permanecer na disciplina (Máximo= 100%; Mínimo= 85,7%; Média= 95%). Quando perguntados sobre possíveis modificações que poderiam ser realizadas nos jogos, 72% dos alunos disseram não ser necessário realizar nenhuma mudança nos jogos (Máximo= 97,2%; Mínimo= 42,8%). As sugestões de mudanças puderam ser resumidas em duas categorias gerais: diminuir o trabalho envolvido na realização dos jogos (83,0%) e aumentar a diferença entre as bolinhas (15,3%).

A avaliação dos relatórios realizada pelos monitores revelou desempenhos que variaram entre ótimo (75%), bom (21%) e insuficiente (4%), o que sugere que a utilização desse recurso em aulas práticas da disciplina contribuiu para o aprendizado dos conteúdos trabalhados durante as aulas (Tabela 1).

Tabela 1- Desempenho dos alunos nos relatórios referentes aos jogos do tipo “Bean Bag”, usados nas aulas práticas de evolução. JTHW- Teorema de Hardy-Weinberg; JDG- Deriva Genética; JSN- Seleção Natural. Notas abaixo de 6,0 foram consideradas como desempenho insuficiente; notas entre 6,0 e 7,0 foram classificadas como desempenho satisfatório; notas entre 7,0 e 8,0 foram consideradas como desempenho bom, e as notas acima de 8,0 equivalem a um ótimo desempenho.

GRUPOS	DESEMPENHO		
	JTHW	JDG	JSN
1	Bom	Ótimo	Ótimo
2	Bom	Ótimo	Ótimo
3	Bom	Ótimo	Ótimo
4	Ótimo	Ótimo	Ótimo
5	Ótimo	Ótimo	Ótimo
6	Bom	Ótimo	Ótimo
7	Ótimo	Ótimo	Insuficiente
8	Ótimo	Ótimo	Bom

A análise de conteúdo dos relatórios permitiu inferir que os grupos responderam às questões abordadas no roteiro de JTHW de maneira distinta. Alguns deles, por exemplo, forneceram respostas diretas, sem indicar de que forma os dados levantados durante as jogadas estavam relacionados com os problemas propostos e de que maneira esses dados eram relevantes para solucionar as questões. Essa escolha pode estar associada ao fato de que, no geral, as perguntas contidas neste roteiro eram diretas e não estavam relacionadas a outros conceitos biológicos. No entanto, apesar disso, alguns grupos optaram por responder de maneira mais detalhada à segunda questão do roteiro (comparação das frequências alélicas da população parental com aquelas da primeira geração) e à quarta (teste do equilíbrio de Hardy-Weinberg para as três populações), uma vez que essas perguntas induziam

à manipulação do conteúdo discutido durante as aulas, o que demandava dos alunos refletir sobre as consequências do processo evolutivo em contextos específicos.

Para a segunda questão do roteiro do JTHW, metade dos grupos apontou somente que as frequências alélicas observadas na primeira geração eram diferentes das frequências encontradas nas populações parentais. A outra metade dos grupos, no entanto, se deteve em explicar de que forma essas frequências haviam variado entre as gerações, utilizando a fórmula matemática para determinar a frequência dos alelos na população a partir das frequências genotípicas encontradas. Na questão em que a hipótese do equilíbrio de Hardy-Weinberg deveria ser testada, foi possível observar que apenas um dos grupos indicou os desvios encontrados, dedicando-se a explicar as razões para aceitar ou refutar a hipótese. Os demais grupos focaram, apenas, nos cálculos requeridos no roteiro e não em explicações para os resultados obtidos a partir desses cálculos.

Em relação aos relatórios do JDG, os grupos não apresentaram grandes divergências nas respostas. Para a segunda questão (na qual se perguntava como poderiam ser explicadas as alterações de frequência nas populações), todos os grupos disseram que a atuação da deriva genética é mais eficiente em populações menores, ou seja, os grupos foram capazes de correlacionar a atuação da deriva genética com o tamanho de população. Já para terceira questão (na qual se pedia que fosse deduzido o efeito da deriva genética sobre as populações em curto, médio e longo prazo), todos os grupos foram capazes de apontar a oscilação aleatória das frequências gênicas e a fixação dos alelos como consequências do processo de deriva genética. Dois grupos explicitaram, ainda, a relação da deriva com a homozigose e o tempo de fixação dos alelos nas populações.

Outro dado interessante em relação ao JDG foi a percepção de sete dos oito grupos de que o processo de deriva genética era capaz de promover o processo de divisão da variação gênica intrapopulacional em variação gênica interpopulacional e, a longo prazo, o processo de especiação. Quatro grupos relacionaram a rapidez desse processo ao tamanho das populações, e apenas um dos grupos associou o processo de deriva ao conceito de populações geográficas; no entanto, não forneceu uma explicação de como esse processo se dava.

Para a prática do JSN, os grupos apresentaram respostas discrepantes em praticamente todas as questões. Por exemplo, para a terceira questão (na qual se pedia uma explicação para a tendência observada no gráfico das frequências gênicas do alelo *B* ao longo das gerações), apenas três grupos forneceram explicações para todos os resultados obtidos, apesar de todos os grupos terem sido capazes de relacionar a diminuição da frequência do alelo *B* à ação da seleção natural.

A quarta questão do roteiro do JSN (“o que acontecerá ao longo de muitas gerações se esse processo prosseguir?”) exigiu dos alunos uma maior reflexão. Seis grupos afirmaram que a frequência do alelo *B* continuaria diminuindo ao longo das gerações, mas que ele não seria eliminado da população, pois ainda haveria indivíduos heterozigotos (*AB*) que manteriam o alelo *B* presente nas próximas gerações. O sétimo grupo afirmou que a frequência do alelo *B* diminuiria ao longo das gerações, até que fosse extinto da população pela ação da seleção natural. O último grupo respondeu que, para que o alelo fosse eliminado da população, seria necessário que a deriva genética agisse.

Por fim, na questão em que se pedia para que fossem comparados os valores adaptativos médios das populações, seis dos oito grupos disseram que o valor adaptativo médio populacional aumentou ao longo das gerações devido à ação da seleção natural. O sétimo grupo associou o valor adaptativo médio da população à ação da deriva genética. Para esse grupo, a deriva contribuiria para o aumento do valor adaptativo médio da população. O último grupo sugeriu, ainda, que, a partir dos dados fornecidos no roteiro, não seria possível chegar a nenhuma conclusão a respeito do valor adaptativo médio da população.

Em resumo, de uma maneira geral, a análise dos relatórios indicou que os grupos conseguiram manipular os conceitos abordados durante as aulas. As maiores dificuldades se concentraram na aplicação e resolução de procedimentos matemáticos, com destaque para o teste de qui-quadrado.

DISCUSSÃO

A evolução biológica vem sendo apontada, por muitos professores e pesquisadores, como um dos conteúdos mais difíceis de ser trabalhado em sala de aula (ALMEIDA; CHAVES, 2014; ALMEIDA; FALCÃO, 2005; ALTERS; NELSON, 2002; COSTA; SILVA, 2014b; GOERDET *et al.*, 2003; OLIVEIRA *et al.*, 2011; ŠORGO *et al.*, 2014; VALENÇA; FALCÃO, 2012). O uso de jogos didáticos do tipo “Bean Bag” no ensino desses conteúdos está em sintonia com as propostas de metodologias ativas, que são aquelas nas quais os alunos podem fazer perguntas e testar previsões por meio da aquisição de dados e discussão. Alguns autores têm apontado que essas metodologias desenvolvem a autonomia, propiciam a motivação para aprender e possibilitam a reformulação das concepções prévias a partir da interação e socialização entre os alunos (ALTERS; NELSON, 2002; COTTA *et al.*, 2012; COTTA *et al.*, 2013; FARIAS *et al.*, 2015; LAWSON, 1994; LINHART, 1997).

No que diz respeito à socialização, Vygotsky (1962) foi um dos primeiros a apontar o seu papel no desenvolvimento cognitivo, a partir do que ele chamou de níveis de desenvolvimento (real e potencial). O desenvolvimento real foi caracterizado por ele como a capacidade de desenvolver os problemas de maneira independente. Já o nível de desenvolvimento potencial seria a capacidade de desenvolver os problemas com o auxílio de pessoas mais experientes ou a partir da colaboração com outros parceiros (VYGOTSKY, 1984). Segundo Vygotsky, é somente a partir da socialização e de trabalhos colaborativos que o processo de maturação passa a ser estimulado e, como consequência, há a criação de uma base para a construção de novos aprendizados. Como descrito nos resultados desse trabalho, a relação entre os dois níveis de desenvolvimento descritos por Vygotsky ficou muito evidente na execução dos jogos do tipo “Bean Bag”.

Somados às teorias cognitivas, muitos trabalhos (AZMITIA, 1988; DAMIANI, 2008; JEONG; CHI, 1997; PEREIRA, 2013; SACRAMENTO *et al.*, 2016; SPIEGEL *et al.*, 2008;) têm apontado que as atividades colaborativas têm papel importante no processo de aprendizagem dos conteúdos, sobretudo quando eles são complexos e envolvem grande número de conceitos (GABBERT *et al.*, 1986; TEMP, 2011). Segundo Jeong e Chi (1997), os trabalhos colaborativos

promovem um compartilhamento de modelos mentais entre aqueles que colaboram, determinando um melhor desempenho das atividades e a superação das dificuldades. Spaulding (1992) sugere que o desejo e a vontade de aprender podem ser considerados alicerces importantes da aprendizagem. Dessa maneira, as atividades colaborativas funcionam como motivadoras, ajudando a alcançar os objetivos pedagógicos traçados (PEREIRA, 2013). As entrevistas com os grupos focais demonstraram que os alunos reconhecem nos jogos uma oportunidade para troca de experiências e conhecimentos relacionados aos conteúdos abordados durante as aulas teóricas.

Alguns trabalhos (COSTA; SILVA, 2014a; JANN; LEITE, 2010; SPIEGEL *et al.*, 2008) buscaram avaliar a aceitação de jogos didáticos como ferramenta pedagógica por parte dos alunos. Os resultados têm indicado que, no geral, eles têm boa aceitação; alguns alunos afirmaram que usariam um jogo didático mesmo em ambientes não escolares (SPIEGEL *et al.*, 2008). A maior razão para a aceitação dos jogos didáticos parece ser o fato de que, a partir deles, o aprendizado se dá de forma mais ativa (JANN; LEITE, 2010).

Além dos alunos, professores também têm apontado o benefício dos jogos didáticos. Em uma escola estadual de Ensino Médio no Ceará, por exemplo, professores disseram que conteúdos abstratos como genética, evolução e biologia celular foram mais bem compreendidos pelos estudantes quando trabalhados a partir de estratégias lúdicas, como jogos e modelos didáticos. Segundo eles, tais ferramentas contribuíram para que os alunos permanecessem mais atentos, questionassem o assunto abordado e interagissem apropriando-se dos saberes científicos (AMORIM, 2013).

Outra observação recorrente em trabalhos dedicados ao ensino-aprendizagem da teoria evolutiva é de que os aspectos matemáticos relacionados à genética de populações são aqueles que oferecem mais dificuldades para os alunos (COSTA; SILVA, 2014a; LEWIS *et al.*, 2000; ROCHA, 2016). Grande parte deles tem uma relação conflituosa com a matemática e, como consequência, acabam rejeitando disciplinas nas quais ela está envolvida (RODRIGUES, 2001). Barni (2010), por exemplo, descreveu que alunos que estavam cursando o terceiro ano do Ensino Médio em uma escola pública estadual demonstravam grande interesse em estudar Genética. No entanto, os cálculos de probabilidades e a aplicação de fórmulas desestimularam os alunos que, nos casos mais extremos, passaram a ter aversão pela Genética. Da mesma forma, conteúdos como o de evolução biológica passam a ser encarados como desagradáveis, uma vez que, para a sua compreensão, é preciso uma familiaridade com os pressupostos da genética de populações, o que envolve conhecimentos básicos de matemática.

De uma forma geral, os jogos do tipo “Bean Bag” foram bem aceitos, como demonstraram as avaliações da disciplina e as entrevistas com grupos focais. Os alunos indicaram que aspectos como a interação, a troca de experiências e o ambiente descontraído favoreceram a aprendizagem. Segundo eles, essas características das atividades com os jogos do tipo “Bean Bag” possibilitaram a melhor compreensão dos conteúdos abordados durante as aulas teóricas, bem como a reformulação de algumas concepções equivocadas. O caráter ativo foi, sem dúvida, o ponto mais destacado pelos alunos durante as entrevistas, nas quais

afirmaram que, durante os jogos, eles deixavam de ser espectadores ou receptores, passando a ser os condutores da atividade.

Outro aspecto destacado pelos alunos foi o trabalho colaborativo (entendido aqui como trabalho em grupo). Para eles, o fato de os jogos terem sido realizados em grupo propiciou a troca de informações e, como consequência, a superação dos problemas encontrados durante o desenvolvimento das tarefas como aqueles relacionados à matemática. Mais do que isso, os jogos favoreceram a concretização do abstrato, uma vez que a modelagem realizada a partir dos jogos do tipo “Bean Bag” permitiu estabelecer “aproximações” do fenômeno real, ou seja, do processo evolutivo (MORRISON; MORGAN, 1999).

CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho indicaram que o uso de jogos do tipo “Bean Bag” no ensino da teoria evolutiva propiciou uma maior participação e interação dos alunos e que isso possibilitou a superação das dificuldades envolvidas na resolução das tarefas, por exemplo, aquelas relacionadas aos cálculos matemáticos. Além disso, a modelagem “Bean Bag” propiciou a concretização de aspectos abstratos da teoria evolutiva. Com relação à receptividade e aceitação dos jogos, a grande maioria dos alunos defende o uso dessa ferramenta. Concluindo, os resultados desse trabalho indicaram que os jogos didáticos do tipo “Bean Bag” podem se constituir em uma alternativa para o ensino dos conteúdos relacionados à teoria evolutiva, especialmente aqueles ligados diretamente à sua formulação matemática pela genética de populações.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. V.; FALCÃO, J. T. A Estrutura histórico-conceitual dos programas de pesquisa de Darwin e Lamarck e sua transposição para o ambiente escolar. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 1, p. 17-32, abr. 2005.
- ALMEIDA, E. R.; CHAVES, A. C. L. O ensino de biologia evolutiva: as dificuldades de abordagem sobre evolução no ensino médio em escolas públicas do estado de Rondônia. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 4., 2014, Ponta Grossa. **Anais...** Ponta Grossa: PPGECT-UTFPR, 2014. p. 1-12.
- ALMEIDA, P. N. **Educação lúdica: técnica e jogos pedagógicos**. São Paulo: Loyola, 2003. 295 p.
- ALTERS, B. J.; NELSON, C. E. Perspective: teaching evolution in higher education. **Evolution**, Boston, v. 56, n. 10, p. 1891-1901, out. 2002.
- AMORIM, A. D. S. **A influência do uso de jogos e modelos didáticos no ensino de biologia para alunos de ensino médio**. 2013. 50p. Monografia (Licenciatura em Ciências Biológicas), Universidade Aberta do Brasil, Beberibé, 2013.
- ANDRE, M. E. D. A. **Etnografia da prática escolar**. Campinas: Papirus Editora, 2005. 128 p.
- ARAÚJO, A. M. Síntese evolutiva, constrição, ou redução de teorias: há espaço para outros enfoques? **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 5-19, jan/dez. 2006.
- AZMITIA, M. Peer interaction and problem solving: When are two heads better than one? **Child Development**, San Diego, v. 59, n. 1, p. 87-96, fev. 1988.

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. São Paulo: Edições 70, 2011. 229 p.
- BARNI, G. **A importância e o sentido de estudar genética para estudantes do terceiro ano do ensino médio em uma escola da rede estadual de ensino em Gaspar (SC)**. 2010. 184p. Dissertação (Mestrado em Ciências Naturais e Matemática), Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2010.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN + Ensino médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais - Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/Semtec. 2003.
- BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec. 1999.
- CAPLAN, S. Using focus group methodology for ergonomic design. **Ergonomics**, Leicestershire, v. 33, n. 5, p. 527-533, dez. 1990.
- CHIZZOTTI, A. A pesquisa qualitativa em ciências humanas e sociais: evolução e desafios. **Revista Portuguesa de Educação**, Braga, v. 16, n. 2, p. 221-236, jul/dez. 2003.
- COSTA, A. B. S.; SILVA, E. P. Níquel Náusea vai à escola: usos dos quadrinhos em sala de aula. **Comunicação & Educação**, São Paulo, v. 19, n. 2, p. 27-38, jul/dez. 2014b.
- COSTA, A. B. S.; SILVA, E. P. Um jogo de bolinhas: entendendo o teorema de Hardy-Weinberg. **Revista SBEnbio**, Niterói, n. 7, p. 98-109, out. 2014a.
- COTTA, R. M. M.; COSTA, G. D.; MENDONÇA, E. T. Portfólio reflexivo: uma proposta de ensino e aprendizagem orientada por competências. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 18, n. 6, p. 1847-1856, jun. 2013.
- COTTA, R. M. M. et al. Construção de portfólios coletivos em currículos tradicionais: uma proposta inovadora de ensino/aprendizagem. **Revista Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 787-796, mar. 2012.
- CROW, J. F. Commentary: Haldane and beanbag genetics. **International Journal of Epidemiology**, Oxford, v. 37, n. 3, p. 442-445, jun. 2008.
- CUNHA, N. **Brinquedo, desafio e descoberta**. Rio de Janeiro: FAE, 1988. 427 p.
- DAMIANI, M. F. Entendendo o trabalho colaborativo em educação e revelando seus benefícios. **Educar em Revista**, Paraná, n. 31, p. 213-230, jan/jun. 2008.
- DIAS, C. A. GRUPO FOCAL: Técnica de coleta de dados em pesquisas qualitativas. **Informação e Sociedade**, João Pessoa, v. 10, n. 2, p. 1-12, jul/dez. 2000.
- DOBZHANSKY, T. **Genética do processo evolutivo**. São Paulo: Ed. USP, 1973. 453 p.
- DRONAMRAJU, K. **Haldane, Mayr, and beanbag genetics**. Oxford: Oxford University Press, 2011. 293 p.
- ELKONIN, D. B. **Psicologia do jogo**. São Paulo: Martins Fontes, 1998. 447 p.
- EWENS, W. J. Beanbag genetics and after. In: MAJUMDER, P. P. (Org.). **Human population genetics**. New York: Plenum Press, 1993.
- FARIAS, P. A. M.; MARTINS, A. L. A. R.; CRISTO, C. S. Aprendizagem Ativa na Educação em Saúde: Percurso Histórico e Aplicações. **Revista Brasileira de Educação Médica**, Rio de Janeiro, v. 39, n. 1, p. 143-158, jan/mar. 2015.
- FREIRE-MAIA, N. **Teoria da evolução: de Darwin à teoria sintética**. São Paulo: Editora Itatiaia, 1988. 415 p.
- GABBERT, B.; JOHNSON, D. W.; JOHNSON, R. T. Cooperative learning, group-to individual transfer, process gain, and the acquisition of cognitive reasoning strategies. **The Journal of Psychology**, London, v. 120, n. 3, p. 265-278, mar/abr. 1986.
- GIL, A. C. **Métodos e técnica de pesquisa social**. São Paulo: Atlas, 2008. 220 p.

- GOEDERT, L.; DELIZOICOV, N. C.; ROSA, V. L. A formação de professores de Biologia e a prática docente - o ensino de evolução. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 4., 2003, Bauru. Anais... Bauru: Abrapec, 2003. p. 1-11.
- GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. A contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de ciências e biologia. In: ENCONTRO REGIONAL DE ENSINO DE BIOLÓGIA (EREBio), 1., 2001, Rio de Janeiro. Anais... Rio de Janeiro: SBENBio, 2001. p. 389-392.
- GRIFFITH, A. J. F.; MAYER-SMITHIES, J. **Understanding genetics**: strategies for teachers and learners in universities and high schools. New York: Freeman Press, 2000. 164 p.
- HALDANE, J. B. S. A defense of beanbag genetics. **Perspectives in Biology and Medicine**, Baltimore, v. 7, n.3, p. 343-360, ago/out. 1964.
- HAYDT, R. C. C. **Curso de didática geral**. São Paulo: Ática, 2001. 327 p.
- HUIZINGA, J. **Homo ludens**: o jogo como elemento da cultura. São Paulo: Editora Perspectiva, 2000. 162 p.
- JANN, P. N.; LEITE, M. D. F. Jogo do DNA: um instrumento pedagógico para o ensino de ciências e biologia. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 15, n. 1, p. 282-293, abr. 2010.
- JEONG, H.; CHI, M. T. H. Construction of shared knowledge during collaborative learning. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COMPUTER SUPPORT FOR COLLABORATIVE LEARNING, 2., 1997, Toronto. Anais... Toronto: **International Society of The Learning Sciences**, 1997. p. 1-5.
- KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. São Paulo: Cortez, 1995. 183 p.
- KISHIMOTO, T. M. O brinquedo na educação: considerações históricas. **Série Idéias**, São Paulo, n.7, p. 39-45, 1995.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: EdUSP, 2008. 200 p.
- LAWSON, A. E. Research on the acquisition of science knowledge: epistemological foundation of cognition. In: GABEL, D. L. (Org.). **Handbook of research on science teaching and learning**. New York: Macmillan, 1994.
- LEWIS, J.; LEACH, J.; WOOD-ROBINSON, C. Chromosomes; the missing link – young people’s understanding of mitosis, meiosis, and fertilization. **Journal of Biological Education**, Guildford, v. 34, n. 4, p. 189-199, out/dez. 2000.
- LEWONTIN, R. C. **The genetic bases of evolutionary change**. New York: Columbia University Press, 1974. 346 p.
- LINHART, Y. B. The teaching of evolution – we need to do better. **Bio Science**, Oxford, v. 47, n. 6, p. 385-391, jun. 1997.
- LONG, D. E. The Politics of Teaching Evolution, Science Education Standards, and Being a Creationist. **Journal of Research in Science Teaching**, Reston, v. 49, n. 1, p. 122-139, jan. 2012.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. São Paulo: EPU, 1986. 99 p.
- MAYR, E. Change of genetic environment and evolution. In: HUXLEY, J.; HARDY, A. C.; FORD, E. B. (Org.). **Evolution as process**. London: Allen and Unwin, 1954.
- MAYR, E. **Populações, espécies e evolução**. São Paulo: Ed. USP, 1977. 486 p.
- MEGLHIORATI, F. A.; CALDEIRA, A. M. A.; BORTOLOZZI, J. Recorrência da idéia de progresso na história do conceito de evolução biológica e nas concepções de professores de biologia: interfaces entre produção científica e contexto sócio-cultural. **Filosofia e História da Biologia**, São Paulo, v. 1, n. 1, p. 107-123, jan/dez. 2006.
- MIRANDA, S. No Fascínio do jogo, a alegria de aprender. **Linhas críticas**, Brasília, v. 8, n. 14, p. 21-34, jan/jun. 2002.

- MOORE, D.; HOLBROOK, C. T.; MEADOWS, M. G.; TAYLOR, L. A. The mating game: a classroom activity for undergraduates that explores the evolutionary basis of sex roles. **The American Biology Teacher**, California, v. 74, n. 9, p. 648-651, nov/dez. 2012.
- MORRISON, M.; MORGAN, M. S. Models as mediating instruments. **Ideas in context**, Cambridge, v. 52, p. 10-37, out. 1999.
- NEGRINE, A. **Aprendizagem e desenvolvimento infantil: simbolismo e jogo**. Porto Alegre: Prodil, 1994. 218 p.
- OLEQUES, L.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M. L.; BOER, N. Evolução biológica: percepções de professores de Biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 10, n. 2, p. 243-263, jan/abr. 2011.
- OLIVEIRA, A. W.; COOK, K.; BUCK, G. A. Framing evolution discussion intellectually. **Journal of Research in Science Teaching**, Reston, v. 48, n. 3, p. 257-280, mar. 2011.
- OLIVEIRA, G. S.; BIZZO, N. Aceitação da evolução biológica: atitudes de estudantes do ensino médio de duas regiões brasileiras. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 11, n. 1, p. 57-79, jan/abr. 2011.
- PEDROSO, C.; ROSA, R.; AMORIM, M. Uso de jogos didáticos no ensino de biologia: um estudo exploratório nas publicações veiculadas em eventos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 7., 2009, Florianópolis. Anais... Florianópolis: Abrapec, 2009. p. 1-12.
- PEREIRA, A. L. L. **A utilização do jogo como recurso de motivação e aprendizagem**. 2013. 132p. Dissertação (2º Ciclo de Estudos em Ensino de História e Geografia no 3º Ciclo do Ensino Básico e Secundário), Universidade do Porto, Porto, 2013.
- RAO, V. E.; NANJUNDIAH, V. J.B.S. Haldane, Ernst Mayr and the beanbag genetics dispute. **Journal of the History of Biology**, Dordrecht, v. 44, n. 2, p. 233-281, mai. 2011.
- ROCHA, S. J. M. **Ver ou não ver? Esta não é a questão! Aprendendo herança genética**. 2016. 92 p. Dissertação (Mestrado em Diversidade e Inclusão), Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2016.
- RODRIGUES, R. N. **Relações com o saber: um estudo sobre o sentido da matemática em uma escola pública**. 2001. 167p. Dissertação (Mestrado em Educação Matemática), PUC-Pontífica Universidade Católica, São Paulo, 2001.
- ROSSLENBROICH, B. The notion of progress in evolutionary biology – the unresolved problem and an empirical suggestion. **Biology and Philosophy**, New York, v. 21, n. 1, p. 41-70, jan. 2006.
- SACRAMENTO, M. J. S.; SILVA, C. P.; MOREIRA, E. F. Atividades práticas: repercussão de atividades realizada em grupo colaborativo. In: ENCONTRO INTERNACIONAL DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E FÓRUM PERMANENTE DE INOVAÇÃO EDUCACIONAL, 2016, Tiradentes. **Anais... Tiradentes: OBEDUC**, v. 9, n. 1, p. 1-15, mai. 2016.
- SANTOS, C. M. D.; CALOR, A. R. Ensino de biologia evolutiva utilizando a estrutura conceitual da sistemática filogenética - I. **Ciência & Ensino**, Campinas, v.1, n. 2, p. 1-8, jan. 2007.
- SÁ-SILVA, J. R.; ALMEIDA, C. D.; GUINDADE, J. F. Pesquisa documental: pistas teóricas e metodológicas. **Rev. Bras. Hist. Cienc. Soc.**, Rio de Janeiro, v. 1, n. 1, p. 1-15, jan. 2009.
- SILVA, E. P. Short history of evolutionary theory. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 8, n. 3, p. 671-687, set/dez. 2001.
- SOLÉ-CAVA, A. M.; SILVA, E. P.; LÓBO-HAJDU, G. **Evolução V. 1**. Rio de Janeiro: Fundação CECIERJ, 2004. 171 p.
- ŠORGO, A. et al. A cross-cultural study on freshmen’s knowledge of genetics, evolution, and the nature of science. **Journal of Baltic Science Education**, Šiauliai, v. 13, n. 1, 6-18, jan/fev. 2014.
- SOUZA, J.; KANTORSKI, L. P.; LUÍS, M. A. V. Análise documental e observação participante na pesquisa em saúde mental. **Revista Baiana de Enfermagem**, Salvador, v. 25, n. 2, p. 221-228, mai/ago. 2011.

- SPAULDING, C. L. **Motivation in the Classroom**. New York: McGraw Hill, 1992. 247 p.
- SPIEGEL, C. N. et al. Discovering the cell: an educational game about cell and molecular biology. **Journal of Biological Education**, Guildford, v. 43, n. 1, p. 27-35, dez. 2008.
- TEMP, D. S. **Facilitando a aprendizagem de Genética: uso de um modelo didático e análise dos recursos presentes em livros de Biologia**. 2011. 85p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Genética), Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2011.
- TIDON, R.; LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, Ribeirão Preto, v. 27, n. 1, p. 124-131, jan./mar. 2004.
- TIDON, R.; VIEIRA, E. O ensino da evolução biológica: um desafio para o século XXI. **Com Ciência**, Campinas, v. 107, p. 1-4, abr. 2009.
- TRAN, M. V.; WEIGEL, E. G. Analyzing Upper Level Undergraduate Knowledge of Evolutionary Processes: Can Class Discussions Help? **Research and Teaching**, Arlington, v. 43, n. 5, p. 87-97, jan. 2014.
- VALENÇA, C. R.; FALCÃO, E. B. M. Teoria da evolução: representações de professores pesquisadores de biologia e suas relações com o ensino médio. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vigo, v. 11, n. 2, p. 471-486, mai. 2012.
- VAUGHN, S.; SCHUMM, J. S.; SINAGUB, J. M. **Focus group interviews in education and psychology**. London: Sage, 1996. 184 p.
- VYGOTSKY, L. S. **Language and thought**. Ontario: Massachusetts Institute of Technology Press, 1962. 168 p.
- VYGOTSKY, L. S. **A formação social da mente**. São Paulo: Martins Fontes, 1984. 90 p.

NOTAS

¹ Fez o planejamento da pesquisa, o trabalho de campo, a análise dos dados e escreveu o artigo.

² Fez o planejamento da pesquisa, a análise dos dados e escreveu o artigo.

Submetido em 26/10/2016

Aprovado em 10/07/2017

Contato:

Maíra da Silva Navarro Ferreira

Universidade Federal Fluminense

Laboratório de Genética Marinha e Evolução, Sala 311

Depto Biologia Marinha- Instituto Biologia

Outeiro São João Batista, s/nº - Morro do Valonguinho

CEP 24.020-141 - Niterói - Centro - RJ