



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
BIOMONITORAMENTO



Marta Moniz Freire Vargens

Análise dos efeitos do jogo Clipsitacídeos
(Clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do
ensino médio sobre evolução

Salvador, Agosto de 2009.

Livros Grátis

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
INSTITUTO DE BIOLOGIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
BIOMONITORAMENTO



Marta Moniz Freire Vargens

Análise dos efeitos do jogo Clipsitacídeos
(Clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do
ensino médio sobre evolução

Dissertação apresentada ao Instituto
de Biologia da Universidade Federal
da Bahia, para a obtenção de Título de
Mestre em Ecologia e
Biomonitoramento.
Orientador: Prof. Dr. Charbel Niño
El-Hani

Salvador, Agosto de 2009.

VARGENS, Marta Moniz Freire

Análise dos efeitos do jogo Clipsitacídeos (Clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre evolução
49p.

Dissertação (Mestrado) - Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia.

1. Evolução 2. Jogo Educativo 3. Ensino médio

I. Universidade Federal da Bahia. Instituto de Biologia.

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Mário César Cardoso
de Pinna

Prof. Dr. José Luís de Barros
Silva

Prof. Dr. Charbel Niño El-Hani
Orientador

Agradecimentos

- Orientador Charbel El-Hani pela ajuda na elaboração desta Dissertação;
- Membros da Banca: Prof. Dr. Mário César de Pinna e Prof. Dr. José Luís de Paula Barros Silva por aceitarem meu convite e, assim, contribuírem na melhoria deste trabalho;
- Prof. Dr. Pedro Rocha pela dedicada e preciosa contribuição;
- Diretoria e professores do Colégio da Polícia Militar (CPM) pelo apoio na realização do experimento;
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa de mestrado concedida;
- Professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento (UFBA);
- Alunos do CPM por participarem da pesquisa;
- Colegas do Grupo de Pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Ciências Biológicas por todas as contribuições, especialmente Yupanqui pela noite perdida;
- Colegas do mestrado, especialmente amigos da ‘Liga da Bromélia’ e Simone;
- Amigos da OndAzul pelo apoio e compreensão;
- Todos os amigos, que de uma forma ou de outra, viveram este momento comigo;
- Toda minha família em especial meus pais e Vera (*in memoriam*);
- Tai pelo apoio nas horas difíceis e, claro, pelas dicas com o endnote;
- Aninha, amiga-irmã: sem você, nem sei o que teria sido... Dedico a você!
- Fernando por toda cumplicidade, dedicação, amor e os incontáveis dias me acompanhando no ‘cárcere privado’....

Índice

Introdução geral	01
Referências bibliográficas	08
Análise dos efeitos do jogo Clipsitacídeos (Clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre evolução	
	11
Resumo/Abstract	11/12
1. Introdução	12
2. Metodologia	15
2.1. O jogo	15
2.2. Questionário	16
2.3. Desenho experimental	17
2.4. Avaliação dos resultados	19
3. Resultados e Discussão	19
3.1. Avaliação da eficácia do jogo como ferramenta didática	19
3.2. Concepções dos alunos sobre seleção natural	23
3.3. Dificuldades na implementação do experimento	27
4. Conclusões e sugestões	28
5. Agradecimentos	29
6. Referências bibliográficas	29
Anexos	33
Conclusão geral	42
Anexo	43

Introdução Geral

Desde o século XVIII, discutia-se a transformação dos seres vivos e os mecanismos pelos quais as espécies mudam através do tempo. Na virada do século XVIII para o século XIX, já havia teorias evolutivas como a de Lamarck (1744-1829), que explicava a transformação dos seres vivos com base na geração espontânea e tendência natural da vida de aumentar de complexidade, produzindo arranjos lineares e progressivos. A linearidade do padrão evolutivo seria perturbada, contudo, pela necessidade de recursos, que levaria os organismos a adquirirem hábitos, que, por sua vez, modificariam os órgãos pelo uso e desuso, sendo herdáveis estas modificações adquiridas (Martins, 1997). Foi somente em meados do século XIX, contudo, que Charles Darwin (1809-1882) apresentou numerosas evidências a favor da evolução, convencendo a maioria da comunidade científica de sua existência (Bowler, 2003; Meyer & El-Hani, 2005).

Além disso, ele propôs um modo diferente de entender os padrões evolutivos, a descendência com modificação, apoiada na idéia de ancestralidade comum e retratada na metáfora da árvore evolutiva. Estabelecia-se a visão da evolução como um processo não-linear e aberto, contingente, sem meta definida. Juntamente com Alfred Russell Wallace (1823-1913), Darwin também concebeu a teoria da seleção natural, que descreve o mecanismo subjacente a estas modificações (Bowler, 2003; Meyer & El-Hani, 2005). Assumindo que os recursos são limitados, que as populações apresentam variabilidade e que esta é hereditária, características que promovam maiores chances de sobrevivência e reprodução tenderão a ser passadas com maior frequência ao longo das gerações, aumentando, assim, a proporção de indivíduos com aquelas características, com a conseqüente transformação da população (Darwin, 1985). Percorrendo um caminho de muita polêmica, guiado por grandes avanços teóricos e pela proposição de novos mecanismos evolutivos¹, nossa compreensão atual do processo evolutivo ainda está fundada, hoje em dia, nos princípios apresentados por Darwin e Wallace (Meyer & El-Hani, 2005).

Atualmente, apesar de ter se tornado um clichê, a afirmação de que ‘nada na biologia faz sentido exceto sob a luz da evolução’ (Dobzhansky, 1973), por si só, dimensiona a

¹ Deriva genética e filogenia

posição central que os conteúdos de evolução ocupam no conhecimento biológico. Hoje, a teoria evolutiva desempenha um papel central no pensamento biológico, não apenas por integrar as diversas disciplinas da biologia, como também por relacionar a biologia a áreas tão diversas quanto à sociologia, matemática e computação (Futuyma, 2002; Mayr, 1998). No âmbito escolar, mais do que um fim em si mesma, a aprendizagem bem sucedida de biologia evolutiva torna os estudantes mais capazes de aprender tanto conceitos biológicos, como idéias presentes em outras ciências.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), além de reforçarem a idéia do pensamento evolutivo como eixo organizador do ensino de biologia, recomendam a integração do cotidiano social ao conhecimento escolar em todas as disciplinas (Brasil, 1999). No caso da evolução biológica, esta integração tem uma dimensão ainda mais ampla, porque sua compreensão pode empoderar os cidadãos, tornando-os capazes de intervir frente a desafios com conseqüências diretas para sua qualidade de vida. A biologia da conservação, por exemplo, é uma das áreas de maior importância para a manutenção da vida no planeta. Ela se baseia em conhecimentos ecológicos-evolutivos para, por exemplo, avaliar o tamanho populacional de que indivíduos de uma dada espécie necessitam não somente para se reproduzir com sucesso, mas também para evitar endocruzamentos, a conseqüente redução da variabilidade genética e, até mesmo, sua extinção. Levando em conta conhecimentos evolutivos, são definidas áreas prioritárias de preservação, contribuindo para a manutenção da diversidade genética, morfológica e ecológica das espécies (UCMP, 2009). Fenômenos do cotidiano, como a resistência bacteriana a antibióticos e de pragas agrícolas a inseticidas, ou ainda, a origem da AIDS e as dificuldades na obtenção de uma vacina e de medicamentos eficazes para esta doença são explicados à luz da evolução (Meyer & El-Hani, 2005).

Na mesma proporção da sua importância, estão as dificuldades de ensino e aprendizagem de evolução, em particular, porque muitos dos conceitos relacionados a esta disciplina são tanto complexos quanto abstratos. Estas são dificuldades reconhecidas inclusive pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (Brasil, 1999): ‘A percepção da profunda unidade da vida, diante da sua vasta diversidade, é de uma complexidade sem paralelo em toda a ciência (Parte III, p. 9)’.

Dawkins (1986) afirma que a seleção natural é um conceito que muitos acreditam entender, mas poucos realmente entendem. Tidon & Lewontin (2004) corroboram esta

idéia ao mostrar que os sujeitos de sua pesquisa consideram fácil diferenciar a teoria lamarckista e a darwinista, porém, suas respostas a este respeito são equivocadas. Assim como Sepulveda & El-Hani (2007), acreditamos que podemos considerar o uso de termos como ‘adaptar’ e ‘evoluir’ numa variedade de contextos discursivos como uma das causas de uma proliferação de significados a seu respeito, o que contribui, por sua vez, para uma compreensão inadequada destes conceitos como usados no conhecimento científico. As concepções de estudantes sobre idéias evolutivas têm sido extensamente investigadas, com o objetivo de conhecer como elas se relacionam com possíveis dificuldades na aprendizagem de evolução, bem como de orientar a construção de propostas pedagógicas que possam contribuir para o ensino acerca deste campo central da biologia (Bishop & Anderson, 1990; Bizzo, 1994; Clough & Woodrobinson, 1985; Demastes et al., 1995; Shtulman, 2006). Em termos gerais, os resultados obtidos nestas pesquisas mostram que os alunos tendem a compreender ‘evolução biológica’ como sinônimo de ‘progresso’, ‘crescimento’ ou ‘melhoramento’, sendo a ‘adaptação’ vista, nesse contexto, como um ‘processo teleológico e individual’, que ocorre durante o transcorrer da vida dos organismos individuais. Parte destes resultados pode ser atribuída à forma como este conhecimento aparece na escola, envolto numa série de problemas quanto à formulação de suas idéias centrais e à estrutura teórica que as relaciona. Problemas conceituais do mesmo gênero foram observados tanto entre professores de biologia (Tidon & Lewontin, 2004), como em livros didáticos de biologia brasileiros destinados ao ensino médio (Rocha et al., 2007). Além disso, uma série de obstáculos ontológicos e epistemológicos à aprendizagem de evolução é encontrada, como o pensamento essencialista; a confusão entre ontogenia e filogenia; a ausência de explicação histórica; o finalismo; o supernaturalismo e a conseqüente reação ao discurso materialista da ciência; e a confusão semântica no que diz respeito a conceitos centrais do pensamento evolutivo (Sepulveda & El-Hani, no prelo). Dentre as dificuldades geradas pelo conflito entre a visão de mundo de muitos alunos e os pressupostos do discurso científico, destacam-se idéias supernaturalistas, relativas à(s) divindade(s) e sua relação com o mundo natural, que criam tensões com o caráter naturalista e empirista do discurso científico (Moore, 1998; Padian & Matzke, 2009; Smith, Siegel & McInerney, 1995).

Apesar do expressivo esforço, nas últimas décadas, para sanar ou diminuir os problemas encontrados no ensino e na aprendizagem de evolução, com a investigação sobre o

tema, o maior apoio ao desenvolvimento de materiais didáticos, o surgimento de centros de estudo e até mesmo publicações voltadas aos tomadores de decisão (Alberts & Labov, 2004; Alters et al., 2002), os resultados alcançados, em termos da melhoria na compreensão dos conceitos evolutivos, continuam aquém do esperado (Alters et al., 2002; Tidon & Lewontin, 2004). Para Carneiro (2004), a despeito da reconhecida centralidade da biologia evolutiva no conhecimento biológico, ela ainda não representa em muitos países, nos currículos educacionais e na concessão de verbas para pesquisa, uma prioridade à altura de sua importância intelectual e de seu potencial para contribuir com as necessidades da sociedade. Segundo dados apresentados por Borges & Lima (2007) sobre tendências atuais de pesquisa no ensino de Biologia no Brasil, os conteúdos relativos à Evolução correspondem a apenas 3,3% dos trabalhos apresentados no I Encontro Nacional de Ensino de Biologia (I ENEBIO).

Na área de educação em ciências, avanços teóricos vêm contribuindo, de forma generalizada, para o ensino e a aprendizagem de conteúdos científicos. A idéia de que o conhecimento é transmitido pelo professor e assimilado, passivamente, pelo aluno foi substituída, desde a década de 1970, por uma compreensão de que o processo de construção de conceitos é resultante da interação ativa do sujeito com o objeto de estudo, sendo esta interação mediada pelo professor. Ou seja, de acordo com essa visão, o professor é um mediador do processo de aprendizagem e o aluno assume papel fundamental nas interações entre o ensino e a aprendizagem.

Um dos referenciais teóricos que levaram a esta mudança na visão sobre a aprendizagem foi a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), desenvolvida por David Ausubel (Ausubel et al., 1980; Moreira & Masini, 1982). Nesta teoria, considera-se que um novo conceito que um estudante está em processo de aprender deve ser 'ancorado' a esquemas conceituais já existentes em sua estrutura cognitiva, ou seja, em suas concepções prévias, para que a aprendizagem significativa possa ocorrer. Por meio deste processo, o novo conceito é aprendido e o conhecimento é transformado. Se as novas informações não interagem de modo substantivo com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, eles são memorizados e facilmente esquecidos, num processo que Ausubel denomina aprendizagem mecânica.

Dois dos principais pressupostos desta teoria são que: a) o material didático deve ser relevante e adequado à estrutura cognitiva do aprendiz e b) o aluno deve ter disposição

de relacionar de maneira substantiva e não-arbitrária o novo conteúdo aos seus conhecimentos preexistentes. Portanto, para que ocorra uma aprendizagem significativa e não somente mecânica, é importante tanto a apresentação de um material logicamente significativo quanto a motivação em aprender por parte do aprendiz (Ausubel et al., 1980).

Neste contexto, ferramentas estimulantes, que promovam relações entre aquilo que é familiar e o que ainda é desconhecido, tornando mais fácil o acesso a conteúdos científicos abstratos, constituem materiais potencialmente significativos. Cabrera (2006) conclui que a ludicidade é uma estratégia instrucional eficiente, que atende aos pressupostos mencionados, mostrando-se capaz de promover a aprendizagem significativa no ensino médio de biologia. Ainda, Spigolon (2006) sugere que as motivações dos alunos devem ser aproveitadas em favor da sua própria aprendizagem, sendo os jogos educativos um dos recursos auxiliares da prática pedagógica que podem ser motivadores para os estudantes.

Os jogos figuram como elementos educativos desde a antiguidade greco-romana, destinados inicialmente à formação física, profissional e espiritual dos jovens, até então entendidos como adultos em miniatura (Aguiar, 2004). O desenvolvimento e a utilização dos jogos como ferramenta didática estiveram (e ainda estão) diretamente relacionados ao contexto histórico da época. Variando em sua importância entre guerras, movimentos culturais e científicos, os jogos passaram a fazer parte do currículo pré-escolar pela primeira vez na França, no início do século XIX (Kishimoto, 1990). No Brasil, a valorização do jogo como elemento educativo surgiu apenas na década de 1980, estimulada pela crescente discussão sobre o tema nos meios científicos, a criação das brinquedotecas e o interesse de empresários em desenvolver novos produtos (Kishimoto, 1990).

Para Piaget, a atividade lúdica é o berço obrigatório das atividades intelectuais da criança, ligada diretamente ao desenvolvimento mental da infância. Ele afirma que:

O jogo é, portanto, sob as suas duas formas essenciais de exercício sensório-motor e de simbolismo, uma assimilação do real à atividade própria, fornecendo a esta seu alimento necessário e transformando o real em função das necessidades múltiplas do eu. Por isso, os métodos ativos de educação das crianças exigem todos que se forneça às crianças um material conveniente, a

fim de que, jogando, elas cheguem a assimilar as realidades intelectuais que, sem isso, permanecem exteriores à inteligência infantil. (Piaget, 1976, p. 160).

A maioria dos teóricos que aborda a importância da ludicidade na aprendizagem enfatiza as primeiras fases do desenvolvimento, como pode ser visto em autores como Piaget, Wallon, Vygotsky e Bruner (Ancinelo & Caldeira, 2006). Portanto, é de se esperar que haja um maior investimento em pesquisas sobre o uso de jogos no ensino e na aprendizagem com crianças que se encontram, no máximo, no ensino fundamental. Ainda que jogos e brincadeiras sejam de fato fundamentais no período de desenvolvimento infantil, seu potencial de ensino continua presente em todas as fases da vida e, por isso, necessita ser investigado em todas as etapas escolares. Além disso, o papel educativo do jogo reside em auxiliar positivamente não só a formação cognitiva, como também o desenvolvimento social e moral dos indivíduos (Kishimoto, 1993):

A educação lúdica está distante da concepção de passatempo ou diversão superficial. Ela é uma ação inerente na criança, no adolescente, no jovem e no adulto e aparece sempre como forma transacional em direção a algum conhecimento, que se redefine na elaboração constante do pensamento individual em permutações com o pensamento coletivo. (Almeida, 1998, p. 13)

Todas as pessoas tendem a jogar de forma natural e espontânea, devido à condição mais simples e universal da experiência: o prazer. Entretanto, este mesmo caráter lúdico, que atualmente é uma das principais razões para a investigação de jogos no ensino e na aprendizagem em sala de aula, promove a idéia de ‘não-educação’ e a conseqüente discriminação destes como ferramentas didáticas. É possível que a raiz deste preconceito remonte às origens da sociedade cristã, quando, segundo (Kishimoto, 1990), surgiu a imposição de uma educação disciplinadora e os jogos foram considerados ‘delituosos, à semelhança da prostituição e embriaguez’. Muitos pais ainda são resistentes à inclusão de jogos no currículo escolar, justificando que a ‘escola é lugar de aprender e não de brincar’ (Spigolon, 2006). Com isso, demorou-se muito a aceitar a utilização dos jogos como elemento educativo e, conseqüentemente, seu papel no ensino ainda hoje é pouco explorado (Campos et al., 2002; Kishimoto, 1990).

A expansão da pesquisa sobre jogos eletrônicos educativos tem contribuído para reverter este quadro (MacGrenere, 1996). Porém, nas escolas públicas brasileiras, o uso de recursos eletrônicos ainda está distante de se tornar algo comum. Ainda que

programas governamentais venham incentivando a inclusão digital, entraves como o número reduzido de equipamentos, a falta de manutenção e/ou verba para despesas de uso e a falta de formação dos professores para sua utilização mantêm muitas salas de informática fechadas. Pensando nesta realidade, é fundamental continuar investindo, paralelamente ao desenvolvimento das novas tecnologias, em atividades que requeiram pouco investimento e coloquem menores demandas de formação para os professores. Ao mesmo tempo, a demanda por jogos educativos cada vez mais ‘especializados’ e/ou ‘modernos’ é muitas vezes motivado por interesses mercadológicos, em detrimento da avaliação de seu real valor educativo (Kishimoto, 1990; Spigolon, 2006). Portanto, sem renunciar ao potencial da tecnologia para o ensino, ferramentas lúdicas tradicionais, como os jogos artesanais, devem continuar sendo valorizadas e vistas como ferramentas úteis e complementares ao trabalho do professor.

No ensino da biologia, os investimentos em pesquisas sobre jogos didáticos são ainda tímidos, principalmente se comparados a outras áreas, como a física e a matemática (Ferreira & Carvalho, 2004; Grando, 2000). Como uma tendência na área, destacam-se trabalhos simplesmente descritivos das atividades lúdicas desenvolvidas pelos docentes, concentrando-se especialmente no ensino de genética (SBG, 2008). Dentre os poucos estudos sobre jogos voltados para a ecologia e evolução, há os que seguem a mesma linha descritiva (Lauer, 2000; Mori et al., 2008; Oliveira et al., 2008; Santos Filho & Santos, 2008) e outros que já apresentam algum critério para avaliação da ferramenta lúdica proposta (Campos et al., 2002; Mendes, 2007).

Considerando o pequeno número de trabalhos que avaliam o resultado de ferramentas lúdicas no ensino de biologia e, principalmente, no ensino de evolução, este trabalho buscou avaliar empiricamente a eficácia de um jogo educativo elaborado com a finalidade de contribuir para o ensino e a aprendizagem de evolução (*clipsitacédeos*, na língua original, *clipbirds*), de modo a fazer frente às dificuldades enfrentadas na promoção de uma aprendizagem significativa dos conteúdos de evolução. O jogo foi avaliado no contexto do ensino médio, com adolescentes de uma escola da rede pública estadual de ensino, na cidade de Salvador-BA.

Referências Bibliográficas

- Aguiar, J. S. (2004). *Educação Inclusiva: Jogos para o ensino de conceitos*. Campinas, SP: Papirus.
- Alberts, B., & Labov, J. B. (2004). *From the National Academies: Teaching the Science of Evolution*. *Cell Biol Educ*, 3(2), 75-80.
- Almeida, P. N. (1998). *Educação lúdica: técnicas e jogos pedagógicos* (9 ed.). São Paulo - SP: Loyola.
- Alters, B. J., Nelson, C. E., & Mitton, J. (2002). *Perspective: Teaching Evolution in Higher Education*. *Evolution*, 56(10), 1891-1901.
- Ancinelo, P. R., & Caldeira, L. P. (2006). *O papel dos jogos lúdicos na educação contemporânea*. *Jornada de Educação*, 12.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1980). *Psicologia Educacional* (2 ed.). Rio de Janeiro - RJ: Interamericana.
- Bishop, B. A., & Anderson, C. W. (1990). *Student Conceptions of Natural-Selection and Its Role in Evolution*. *Journal of Research in Science Teaching*, 27(5), 415-427.
- Bizzo, N. M. V. (1994). *From down House Landlord to Brazilian High-School-Students - What Has Happened to Evolutionary Knowledge on the Way*. *Journal of Research in Science Teaching*, 31(5), 537-556.
- Borges, R. M. R., & Lima, V. M. D. R. (2007). *Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil*. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6(1).
- Bowler, P. J. (2003). *Evolution: The History of an Idea* (3 ed.). Berkeley-CA: University of California Press.
- BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. (1999) Secretaria de Educação Fundamental. *Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio* (PCNEM). Brasília: MEC/SEF.
- Cabrera, W. B. (2006). *A Ludicidade para o Ensino Médio na Disciplina de Biologia: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa*. Dissertação Universidade Estadual de Londrina, Londrina.
- Campos, L. M. L.; Bortoloto., T.M. e Felicio, A.K.C. (2002). A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. Disponível em: <http://www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>
- Carneiro, A. P. N. (2004). *A evolução biológica aos olhos de professores não-licenciados*. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- Clough, E. E., & Woodrobinson, C. (1985). *How Secondary Students Interpret Instances of Biological Adaptation*. *Journal of Biological Education*, 19(2), 125-130.

- Darwin, C. A. (1985). *A origem da espécies*. Belo Horizonte/ São Paulo: Itatiaia/ Edusp.
- Dawkins, R. (1986). *Blind Watchmaker*. *New Scientist*, 112(1532), 65-65.
- Demastes, S. S., Settlage, J., & Good, R. (1995). *Students Conceptions of Natural-Selection and Its Role in Evolution - Cases of Replication and Comparison*. *Journal of Research in Science Teaching*, 32(5), 535-550.
- Dobzhansky, T. (1973). *Nothing in Biology Makes Sense except in Light of Evolution*. *American Biology Teacher*, 35(3), 125-129.
- Ferreira, M. C., & Carvalho, L. M. O. D. (2004). *A evolução dos jogos de Física, a avaliação formativa e a prática reflexiva do professor*. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 26, 57-61.
- Futuyma, D. J. (2002). *Evolução, ciência e sociedade*. In J. S. Morgante (Eds.) Disponível em: http://www.sbg.org.br/ebook/Novo/ebook_evolucao.pdf
- Grando, R. C. (2000). *O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula*. Tese de Doutorado, UNICAMP, Campinas, SP.
- Kishimoto, T. M. (1990). *O Brinquedo na Educação: Considerações históricas*. *Idéias*, 7, 39 - 45.
- Kishimoto, T. M. (1993). *Jogos tradicionais infantis: o jogo, a criança, a Educação* (8 ed.). Petrópolis: Vozes
- Lauer, T. E. (2000). *Jelly Belly® jelly beans and evolutionary principles in the classroom: Appealing to the students' stomachs*. *American Biology Teacher*, 62, 42-45.
- Macgrener, J. L. (1996). *Design: Educational Electronic Multi-Player Games: a literature review*: Department of Computer Science, University of British Columbia.
- Martins, L. A.-C. P. (1997). *Lamarck e as quatro leis da variação das espécies*. *Episteme*, 2(3), 33-34.
- Mayr, E. (1998). *O desenvolvimento do pensamento biológico*. Brasília: UnB.
- Mendes, C. F. B., N.M.P. ; Sousa, M. A. N. (2007). *Jogo Didático - Ecológico aplicado a alunos do quinto ciclo: Conhecendo a nossa fauna*. Paper presented at the VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu - MG.
- Meyer, D., & El-Hani, C. N. (2005). *Evolução: O Sentido da Biologia*. (1 ed. Vol. 1). São Paulo-SP.
- Moore, R. (1998). *Creationism in the United States: Banning evolution from the classroom*. *American Biology Teacher*, 60(7), 486.
- Moreira, M. A., & Masini, E. F. S. (1982). *Aprendizagem Significativa. A Teoria de David Ausubel* (2 ed.). São Paulo: Moraes LTDA.
- Mori, L., Miyaki, C. Y., & Arias, M. C. (2008). *Os Tentilhões de Galápagos: O Que Darwin Não Viu, Mas os Grants Viram*. *Genética na Escola*, 1(1), 1-3.

- Oliveira, M. V. D. M., Araújo, W. S. D., Oliveira, A. C. D., & Soares, T. N. (2008). Jogo Galápagos: A extinção e a irradiação de espécies na construção da diversidade biológica. *Genética na Escola*, 3(1), 49-57.
- Padian, K., & Matzke, N. (2009). Darwin, Dover, 'Intelligent Design' and textbooks. *Biochemical Journal*, 417, 29-42.
- Piaget, J. (1976). *Psicologia e pedagogia* (D. A. Lindoso & R. M. R. D. Silva, Trans.). Rio de Janeiro: Forense Universitária.
- Rocha, P. L. B. D., Roque, N., Silva, S. A. H. D., Rosa, V. L. D., Souza, Â. M. F. L. E., Marques, A. C., et al. (2007). *Brazilian High School Biology Textbooks: Main Conceptual Problems in Evolution and Biological Diversity*. Paper presented at the IOSTE International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks, Tunis: University of Tunis.
- SBG – Sociedade Brasileira de Genética (2008). *Revista Genética na Escola* Disponível em: <http://www.sbg.org.br/GeneticaEscola2/web/menuRevista.html>
- Santos Filho, J. W., & Santos, C. L. A., A. C. M. ; Brito, C. E. N. ; Schneider, H. N. (2008). *Jogo Tartarugas: Objeto de Aprendizagem na Educação Ambiental*. Paper presented at the IV Seminário Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação. Acesso em,
- Sepulveda, C., & El-Hani, C. N. (2007). *Controvérsias sobre o conceito de adaptação e suas implicações para o ensino de evolução*. Paper presented at the VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), Florianópolis-SC.
- Sepulveda, C., & El-Hani, C. N. (no prelo). Obstáculos epistemológicos e ontológicos à compreensão do conceito darwinista de adaptação: Implicações para o ensino de evolução. . In A. M. Molina, Martínez, C. A. & Gallego, P. (Orgs.) (Ed.), *Algunas problemáticas de investigación en la enseñanza de las ciencias en América Latina*. Bogotá, Colômbia: Fondo de Publicaciones Universidade Distrital Francisco José Caldas.
- Shtulman, A. (2006). *Qualitative differences between naïve and scientific theories of evolution*. *Cognitive Psychology*, 52, 170-194.
- Smith, M. U., Siegel, H., & Mcinerney, J. D. (1995). *Foundational issues in evolution education*. *Science & Education*, 4, 23-46.
- Spigolon, R. (2006). *A importância do lúdico no aprendizado*. Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Tidon, R., & Lewontin, R. C. (2004). *Teaching evolutionary biology*. *Genetics and Molecular Biology*, 27, 124-131.
- UCMP (2009). Understanding Evolution Acesso em, 21/05/09, Disponível em: <http://evolution.berkeley.edu/>

Artigo para ser submetido ao periódico científico: **RBPEC** Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino em Ciências (normas no Anexo I)



Análise dos efeitos do jogo clipsitacídeos (clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio sobre evolução

Analysis of effects of the game clipsitacídeos (clipbirds) on the learning of middle school students on evolution

Marta Moniz Freire Vargens

Universidade Federal da Bahia
[mvargens@yahoo.com.br]

Charbel Niño-El-Hani

Universidade Federal da Bahia
[charbel.elhani@pq.cnpq.br]

Resumo

Os conteúdos de evolução são centrais no conhecimento biológico, porém, sendo abstratos e complexos, apresentam dificuldades de ensino e aprendizagem. Considerando os jogos educativos como potenciais ferramentas a aprendizagem significativa, avaliamos a eficácia da utilização de um jogo sobre seleção natural (clipsitacídeos) no ensino médio. A avaliação dos conhecimentos dos alunos, antes e depois das intervenções, sugere que houve ganho de aprendizagem em evolução, contudo, jogo e controle, contribuíram de forma semelhante na promoção deste aprendizado. Fatores relativos ao próprio contexto de ensino das escolas, como o tempo dedicado aos conteúdos de evolução e o preparo dos docentes para utilizar estas ferramentas, devem ser observados, a fim de se preservar o equilíbrio entre as funções lúdica e educativa dos jogos educativos. As dificuldades de compreensão dos conceitos foram compatíveis àquelas observadas em outros trabalhos, reforçando a importância de continuar investigando a aplicação de métodos que permitam superar estas dificuldades.

Palavras-chave

Evolução; Jogos educativos; Ensino Médio

Abstract

Evolution contents are in biological knowledge, however, being abstract and complex, have great difficulty on learning and teaching. Considering games as potential tools to promote meaningful learning, we empirically evaluated the effectiveness of using a game about natural selection (clipbirds) in high schools. The assessment of students' knowledge before and after the interventions suggests a learning gained in evolution, however, both, game and control, contributed in a similar way in promoting this learning. Facts related to the context of education in schools, as the time devoted to evolutionary contents and the preparation of teachers to use these tools should be observed, in order to preserve the balance between the entertaining and educational function of educational games. Difficulties in conceptual understanding displayed by the students were consistent with those observed in other studies. This reinforces the importance of continuing to investigate the implementation of methods to overcome these difficulties.

Key words

Evolution, Educational games, High school

1. Introdução

A afirmação de Dobzhansky de que ‘nada na biologia faz sentido exceto sob a luz da evolução’ (Dobzhansky, 1973) dimensiona, por si só, a posição central que os conteúdos de evolução ocupam no conhecimento biológico. Hoje, a teoria evolutiva darwinista desempenha um papel central no pensamento biológico, não apenas por integrar diversas áreas da biologia, como também por relacionar a biologia a áreas tão diversas quanto a economia, a matemática e a computação (Futuyma, 2002; Mayr, 1998). Com isso, mais do que um fim em si mesma, a aprendizagem bem sucedida de biologia evolutiva torna os estudantes mais capazes de aprender tanto conceitos biológicos, como conceitos de outras ciências.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) reforçam a idéia do pensamento evolutivo como eixo organizador do ensino de biologia. Outro aspecto deste documento que põe em destaque o ensino de evolução reside na recomendação de integração do cotidiano social ao conhecimento escolar, em todas as disciplinas (Brasil, 1999). No caso da evolução biológica, esta integração tem uma dimensão bastante ampla, na medida em que sua compreensão pode empoderar os cidadãos, tornando-os capazes de intervir frente a desafios com conseqüências diretas para sua qualidade de vida. Afinal, fenômenos do cotidiano, como a resistência bacteriana a antibióticos e de pragas agrícolas a inseticidas, ou ainda, a origem da AIDS e as dificuldades na obtenção de uma vacina e de medicamentos eficazes para esta doença são explicados à luz da evolução (Meyer & El-Hani, 2005).

Na mesma proporção da sua importância, estão as dificuldades de ensino e aprendizagem de evolução, em particular, porque muitos dos conceitos relacionados a esta disciplina são tanto complexos quanto abstratos. Estas dificuldades são reconhecidas inclusive pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio – PCNEM (Brasil, 1999): ‘A percepção da profunda unidade da vida, diante da sua vasta diversidade, é de uma complexidade sem paralelo em toda a ciência (Parte III, p.9)’.

Dawkins (1986) afirma que a seleção natural é um conceito que muitos acreditam entender, mas poucos realmente entendem. Tidon & Lewontin (2004) corroboram esta idéia ao mostrar que os sujeitos de sua pesquisa consideram fácil diferenciar a teoria lamarckista e a darwinista, porém, suas respostas a este respeito são equivocadas. As concepções de

estudantes sobre idéias evolutivas têm sido extensamente investigadas, com o objetivo de conhecer como elas se relacionam com possíveis dificuldades na aprendizagem de evolução, bem como de orientar a construção de propostas pedagógicas que possam contribuir para o ensino acerca deste campo central da biologia (Bishop & Anderson, 1990; Bizzo, 1994; Clough e Wood-Robinson, 1985; Demastes et al., 1995; Shtulman, 2006). Em termos gerais, os resultados obtidos nestas pesquisas mostram que os alunos tendem a compreender ‘evolução biológica’ como sinônimo de ‘progresso’, ‘crescimento’ ou ‘melhoramento’, e a ‘adaptação’ é vista, nesse contexto, como um ‘processo teleológico e individual’, que ocorre durante o transcorrer da vida dos organismos individuais. Parte destes resultados pode ser atribuída à forma distorcida como este conhecimento aparece na escola, envolto numa série de problemas quanto à formulação de suas idéias centrais e à estrutura teórica que as relaciona. Problemas conceituais do mesmo gênero foram observados tanto em professores de biologia (Tidon & Lewontin, 2004), como em livros didáticos brasileiros de biologia destinados ao ensino médio (Rocha et al., 2007). Além disso, uma série de obstáculos ontológicos e epistemológicos à aprendizagem de evolução é encontrada, como o pensamento essencialista; a confusão entre ontogenia e filogenia; a ausência de explicação histórica; o finalismo; o supernaturalismo e a conseqüente reação ao discurso materialista da ciência; e a confusão semântica representam obstáculos epistemológicos e ontológicos à aprendizagem de evolução no que diz respeito a conceitos centrais do pensamento evolutivo (Sepúlveda & El-Hani, no prelo).

Apesar do expressivo esforço, nas últimas décadas, para sanar ou diminuir os problemas encontrados no ensino e na aprendizagem de evolução (Alberts & Labov, 2004; Alters, Nelson & Mitton, 2002; MEC, 2009), os resultados alcançados, em termos da melhoria na compreensão dos conceitos evolutivos, continuam aquém do esperado (Alters et al., 2002; Tidon & Lewontin, 2004). Para Carneiro (2004), a despeito da reconhecida centralidade da biologia evolutiva no conhecimento biológico, ela ainda não representa em muitos países, nos currículos educacionais e na concessão de verbas para pesquisa, uma prioridade à altura de sua importância intelectual e de seu potencial para contribuir com as necessidades da sociedade.

Na área de educação em ciências, avanços teóricos vêm contribuindo, de forma generalizada, para o ensino e a aprendizagem de conteúdos científicos. A idéia de que o conhecimento é transmitido pelo professor e assimilado, passivamente, pelo aluno foi substituída, desde a década de 1970, por uma compreensão de que o processo de construção de conceitos é resultante da interação ativa do sujeito com o objeto de estudo, sendo esta interação mediada pelo professor. Ou seja, de acordo com essa visão, o professor é um mediador do processo de aprendizagem e o aluno assume papel fundamental nas interações entre ensino e aprendizagem. Um dos referenciais teóricos que levaram a esta mudança na visão sobre a aprendizagem foi a Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), desenvolvida por David Ausubel (Ausubel et al., 1980; Moreira & Masini, 1982). Nesta teoria, considera-se que um novo conceito que um estudante está em processo de aprender deve ser ‘ancorado’ a esquemas conceituais já existentes em sua estrutura cognitiva, ou seja, em suas concepções prévias, para que a aprendizagem significativa possa ocorrer. Por meio deste processo, o novo conceito é aprendido e o conhecimento é transformado. Se as novas informações não interagem de modo substantivo com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva, eles são memorizados e facilmente esquecidos, num processo que Ausubel denomina aprendizagem mecânica.

Dois dos principais pressupostos desta teoria são que: a) o material didático deve ser relevante e adequado à estrutura cognitiva do aprendiz e b) o aluno deve ter disposição de relacionar de

maneira substantiva e não-arbitrária o novo conteúdo aos seus conhecimentos preexistentes. Portanto, para que ocorra uma aprendizagem significativa e não somente mecânica, é importante tanto a apresentação de um material logicamente significativo quanto a motivação em aprender por parte do aprendiz (Ausubel et al., 1980).

Neste contexto, ferramentas estimulantes, que promovam relações entre aquilo que é familiar e o que ainda é desconhecido, tornando mais fácil o acesso a conteúdos científicos abstratos, constituem materiais potencialmente significativos. Cabrera (2006) conclui que a ludicidade é uma estratégia instrucional eficiente, que atende aos pressupostos mencionados, mostrando-se capaz de promover a aprendizagem significativa no ensino médio de biologia. Ainda, Spigolon (2006) sugere que as motivações dos alunos devem ser aproveitadas em favor da sua própria aprendizagem, sendo os jogos educativos, encarados como um dos recursos auxiliares da prática pedagógica que podem se mostrar motivadores para os estudantes.

Para Piaget, a atividade lúdica é o berço obrigatório das atividades intelectuais da criança, ligada diretamente ao desenvolvimento mental da infância. Ele afirma que:

O jogo é, portanto, sob as suas duas formas essenciais de exercício sensório-motor e de simbolismo, uma assimilação do real à atividade própria, fornecendo a esta seu alimento necessário e transformando o real em função das necessidades múltiplas do eu. Por isso, os métodos ativos de educação das crianças exigem todos que se forneça às crianças um material conveniente, a fim de que, jogando, elas cheguem a assimilar as realidades intelectuais que, sem isso, permanecem exteriores à inteligência infantil (Piaget 1976, p.160).

A maioria dos teóricos que aborda a importância da ludicidade na aprendizagem enfatiza as primeiras fases do desenvolvimento, como pode ser visto em autores como Piaget, Wallon, Vygotsky e Bruner (Ancinelo & Caldeira, 2006). Portanto, é de se esperar que haja um maior investimento em pesquisas sobre o uso de jogos no ensino e na aprendizagem com crianças que se encontram, no máximo, no ensino fundamental. Ainda que jogos e brincadeiras sejam de fato fundamentais no período de desenvolvimento infantil, seu potencial de ensino continua presente em todas as fases da vida e, por isso, necessita ser investigado em todas as etapas escolares. Além disso, o papel educativo do jogo reside em auxiliar positivamente não só a formação cognitiva, como também o desenvolvimento social e moral dos indivíduos (Kishimoto, 1993):

A educação lúdica está distante da concepção de passatempo ou diversão superficial. Ela é uma ação inerente na criança, no adolescente, no jovem e no adulto e aparece sempre como forma transacional em direção a algum conhecimento, que se redefine na elaboração constante do pensamento individual em permutações com o pensamento coletivo. (Almeida, 1998, p. 13)

Todas as pessoas tendem a jogar de forma natural e espontânea, devido à condição mais simples e universal da experiência: o prazer. Entretanto, este mesmo caráter lúdico, que atualmente é uma das principais razões para a investigação de jogos no ensino e na aprendizagem em sala de aula, promove a idéia de ‘não-educação’ e a conseqüente discriminação destes como ferramentas didáticas. Muitos pais ainda são resistentes à inclusão de jogos no currículo escolar, justificando que a ‘escola é lugar de aprender e não de brincar’ (Spigolon, 2006). Com isso, demorou-se muito a aceitar a utilização dos jogos como elemento educativo e, conseqüentemente, seu papel no ensino ainda hoje é pouco explorado (Campos, et al., 2003; Kishimoto, 1990).

No ensino da biologia, os investimentos em pesquisas sobre jogos didáticos são ainda tímidos, principalmente se comparados a outras áreas, como a física e a matemática (Ferreira & Carvalho, 2004; Grando, 2000). Como uma tendência na área, destacam-se trabalhos simplesmente descritivos das atividades lúdicas desenvolvidas pelos docentes, concentrando-se especialmente no ensino de genética (SBG, 2009). Dentre os poucos estudos sobre jogos

voltados para a ecologia e evolução, há os que seguem a mesma linha descritiva (Lauer, 2000; Mori et al., 2008; Oliveira et al., 2008; Santos Filho & Santos, 2008) e outros que já apresentam algum critério para avaliação da ferramenta lúdica proposta (Campos et al., 2003; Mendes, 2007).

Considerando o pequeno número de trabalhos que avaliam o resultado de ferramentas lúdicas no ensino de biologia e, principalmente, no ensino de evolução, este trabalho buscou avaliar empiricamente a eficácia de um jogo educativo elaborado com a finalidade de contribuir para o ensino e a aprendizagem de evolução (Clipsitacídeos²), de modo a fazer frente às dificuldades enfrentadas na promoção de uma aprendizagem significativa dos conteúdos de evolução. O jogo foi avaliado no contexto do ensino médio, com adolescentes de uma escola da rede pública estadual de ensino, na cidade de Salvador-BA.

2. Metodologia

Para investigar a efetividade do jogo educativo, utilizamos uma abordagem quali-quantitativa, com um desenho experimental, e a avaliação da aprendizagem feita com base na realização de pré- e pós-teste, com o questionário CINS (*Conceptual Inventory of Natural Selection*, Anderson et al. (2002)). A intervenção foi composta de três atividades: 1. Aula expositiva e 2a. Experimento - aplicação do jogo, ou 2b Controle - elaboração de um cartaz. Os sujeitos da pesquisa foram estudantes do 2º ano do ensino médio, portanto, adolescentes com faixa etária entre 16 e 19 anos. A seguir, os métodos utilizados serão detalhados.

2.1. O jogo

O jogo Clipsitacídeos, escolhido para ser testado nesta pesquisa, foi desenvolvido por Al Janulaw e Judy Scotchmoor, da Universidade da Califórnia, Berkeley (Janulaw & Scotchmoor, 2003). O ponto de partida para o desenvolvimento do mesmo foi a atividade comumente aplicada em sala de aula 'Batalha dos Bicos' (Mori et al., 2008). Nela, os alunos (representando pássaros) tentam pegar vários objetos (alimentos) com uma grande variedade de 'bicos', incluindo tesouras, colheres, alicates etc. A abordagem tradicional do jogo enfatiza aspectos ecológicos da competição inter-específica, mas não trata de modo claro da variação existente dentro de uma população, que é fundamental para a compreensão da evolução em termos darwinianos. No jogo Clipsitacídeos, os 'bicos' (clipes) são todos iguais, mas apresentam variação de tamanho. Essa variação de tamanho resultará, ao longo do jogo, em modificações nas proporções de aves com 'bicos' grande, médio e pequeno, em resposta ao tipo de alimento disponível, nas diferentes populações. As instruções originais, a proposta da atividade e as orientações para preparação e desenvolvimento da mesma podem ser encontradas em Janulaw & Scotchmoor (2003).

Por restrições estatísticas, foi adotado um número menor de jogadores para se obter um número suficiente de réplicas e chegar a um desenho experimental mais adequado (ver item 2.3). Em vez de cada jogador representar apenas um dos pássaros de sua população, como na forma original do jogo, ele se reveza no papel dos diferentes indivíduos (bicos grandes, médios e pequenos). Além disso, o formato do clipe indicado para atividade foi modificado, devido a restrições locais (na medida em que o clipe indicado é caro e difícil de encontrar). Nós o substituímos por clipes niquelados. Por conseqüência, tivemos também de encontrar alternativas de 'alimentos' que se adequassem ao novo 'bico'. Um teste piloto desta forma

² Livre tradução de *Clipbirds*, nome original dado ao jogo.

modificada do jogo, executado pela equipe do presente projeto, levou aos mesmos resultados de variação populacional esperados para a atividade original. A versão final das instruções entregues aos alunos, constando dos tipos de alimentos utilizados e respectivas disponibilidades a cada população de ‘pássaros’, pode ser verificada no Anexo I. Com exceção das alterações acima descritas, o conteúdo da atividade foi preservado.

Os tópicos relevantes para discussão, nesta atividade, são os seguintes:

- As extinções são uma ocorrência natural;
- A evolução resulta de seleção agindo sobre variantes presentes numa população;
- Caracteres funcionais persistem em uma população porque são de alguma forma vantajosos;
- Características herdadas afetam as chances de sobrevivência e reprodução do organismo;
- A evolução age no que existe (em termos de variação da população);
- A proporção de indivíduos com características vantajosas pode aumentar devido ao aumento das suas chances de sobrevivência e reprodução;
- Especiação requer isolamento reprodutivo;

O jogo aqui utilizado aborda a evolução, principalmente no contexto darwiniano, ou seja, tomando-se como base o pressuposto de que pequenas variações fenotípicas intra-populacionais são a base para processos de seleção natural e são, ao mesmo tempo, afetadas por este processo, o que resulta em mudanças na distribuição das características geração após a geração. Outro pressuposto do jogo, derivado da teoria sintética da evolução, é o de que, na presença de isolamento reprodutivo, processos seletivos tipicamente resultam em populações distintas e podem levar à origem de novas espécies. Ou seja, com o passar do tempo, devido ao acúmulo gradual de modificações resultantes da ação da seleção diferencial sobre as variedades nas duas populações, acrescida de isolamento reprodutivo (uma idéia adicionada à teoria posteriormente a Darwin, mais especificamente, na teoria sintética), podemos observar a formação de duas populações distintas, a partir de uma população ancestral, e, eventualmente, de novas espécies. É importante notar que a seleção diferencial, no caso deste jogo, é resultado direto da eficácia diferencial dos distintos ‘bicos’ na obtenção de alimentos, que estão disponíveis de modo diferencial nos ambientes das duas populações. Apenas neste contexto é que as características de determinado bico podem ser vantajosas. Sendo assim, um tipo de bico particular pode não ajudar à sobrevivência do organismo em outro ambiente, no qual a distribuição de alimento é distinta. No caso dos clipsitacídeos, as duas populações de ‘pássaros’ sofrem sucessivas modificações na disponibilidade de alimento (sementes maiores e menores, mais ou menos disponíveis para cada população – ver Anexo I), e com isso, diferentes tamanhos de bico serão favorecidos nas duas populações.

2.2. Questionário

Para avaliar as modificações no conhecimento dos alunos resultantes da participação dos mesmos no experimento, seja no caso do jogo, seja no caso da confecção de cartazes, foi utilizado o questionário CINS (*Conceptual Inventory of Natural Selection*), desenvolvido e validado por Anderson et al., (2002), traduzido por C. N. El-Hani, e adaptado e testado no contexto brasileiro, por C. N. El-Hani e C. Sepúlveda, na UFBA e na UEFS, respectivamente. Este instrumento aborda os seguintes conteúdos: (i) Os recursos são limitados em relação ao

tamanho das populações (Recursos Limitados); (ii) A população sofre mudanças ao longo do tempo (Mudanças na População); (iii) Cada indivíduo, dentro da população, tem uma chance de sobrevivência distinta e nem todos os indivíduos de uma população sobreviverão ou contribuirão com descendentes para a próxima população (Sobrevivência Limitada); (iv) Uma parte da variação fenotípica da população pode ser passada para os descendentes, uma vez que alguns traços são hereditários (Variação Hereditária); (v) Os organismos de uma população não são todos iguais em relação a uma característica e, portanto, observamos variação dentro da população (Variação da População); (vi) Dado que os organismos apresentam variação fenotípica e os recursos são limitados, há uma sobrevivência diferencial dos organismos na população (Sobrevivência Diferencial); (vii) Os diferentes indivíduos deixam diferentes números de descendentes para a próxima geração da população, apresentando potencial biótico distinto (Potencial Biótico); (viii) As populações são estáveis, dentro de um espaço de tempo considerado (Populações São Estáveis); (ix) As variações se originam, em última análise, de mutações espontâneas e ao acaso, dentro das populações (Origem da variação); (x) As espécies se originam do acúmulo diferencial de modificações nas populações descendentes, na presença de isolamento reprodutivo (Origem das espécies). Nota-se, portanto, significativa superposição entre os conteúdos trabalhados no jogo e avaliados no instrumento de coleta de dados, justificando, dessa maneira, a utilização do mesmo para avaliação da aprendizagem dos alunos decorrente do jogo.

O questionário CINS possui originalmente 20 questões de múltipla-escolha, abordando 10 conceitos em 10 questões paralelas: duas questões para cada conceito (*‘two-tier questions’*). A fim de aumentar o engajamento dos alunos na tentativa de respondê-lo, sem perder sua eficiência de avaliação, as questões referentes aos quatro últimos conceitos (‘potencial biótico’, ‘populações são estáveis’, ‘origem da variação’ e ‘origem das espécies’) foram suprimidas, reduzindo o questionário para 12 questões (Anexo II). Os três primeiros (‘potencial biótico’, ‘populações são estáveis’ e ‘origem da variação’) eram os que se mostravam menos próximos daqueles abordados no jogo. O conceito ‘origem das espécies’, apesar de relativo ao jogo, é apresentado em uma das questões do questionário original através da pergunta ‘O que levou as populações de pássaros com formas e tamanhos diferentes de bicos a tornarem-se espécies distintas distribuídas nas várias ilhas?’. Considerando que este é o exato cenário do jogo Clipsitacídeos e que os alunos que tivessem jogado poderiam ter vantagem ao responder tal questão, as questões sobre este conceito também foram retiradas no intuito de minimizar este viés.

Cada questão possui uma alternativa correta (à qual é atribuído o escore de 1 ponto), sendo as demais inadequadas ou incorretas (0 ponto). Esta pontuação permite a obtenção de um escore total para o questionário, fornecendo dados quantitativos, que foram usados nas análises estatísticas. As alternativas inadequadas foram elaboradas a partir de concepções alternativas (distratores) geralmente empregadas pelos estudantes. Concepções alternativas são idéias que diferem da explicação científica correspondente (Anexo III).

2.3. Desenho experimental

Inicialmente, contava-se com a participação de seis turmas de 2º ano do ensino médio provenientes do Colégio Estadual da Polícia Militar (CPM), Salvador, Bahia. Em cada turma, foram escolhidos aleatoriamente dez alunos voluntários para participar da pesquisa, totalizando 60 alunos. Para uniformizar mais a amostra e minimizar as variáveis de confusão, nenhuma das turmas deveria ter abordado previamente conteúdos de evolução em sala de aula.

O experimento foi planejado em blocos (Trochim, 2006; Underwood, 1997) (Figura 1), seguindo as seguintes etapas:

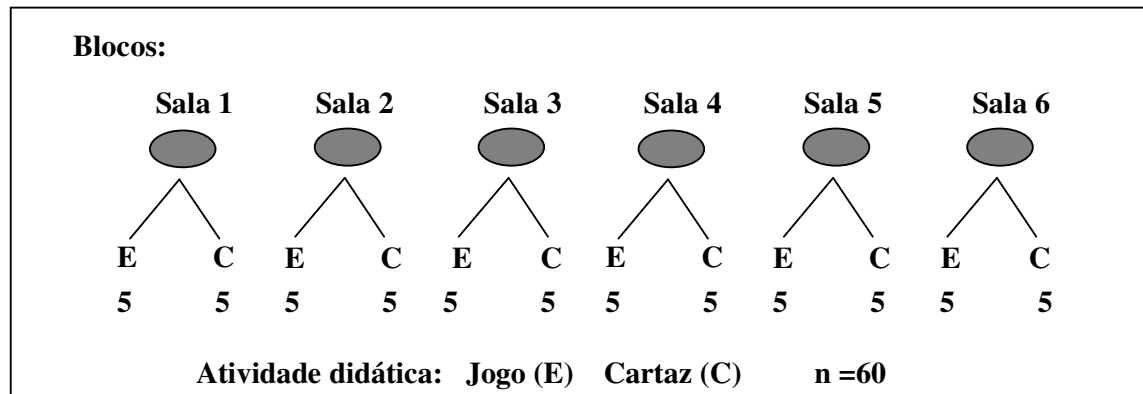


Figura 1. Desenho experimental em blocos. Desenho em blocos com dois fatores (1o fator = sala 2o fator = método de ensino), com seis níveis no tratamento 1 – Salas (1, 2, 3, 4, 5, 6), dois níveis no tratamento 2 – Atividade didática (experimental - E e controle - C) e 12 réplicas.

Etapa 1 – Pré-teste: Todos os alunos participantes foram submetidos ao questionário CINS, como meio de avaliar seus conhecimentos prévios, antes de qualquer contato com o jogo ou com a atividade usada como controle.

Etapa 2 – Intervenção: Esta etapa foi composta por três atividades.

2.1. *Aula:* Numa situação escolar real, a apresentação dos conceitos geralmente precede o uso de qualquer ferramenta de apoio. Assim, primeiramente, todos os alunos assistiram juntos a uma exposição didática introdutória, apresentando a teoria evolutiva no contexto darwiniano clássico e reconhecendo a seleção natural como mecanismo subjacente ao processo de modificação por descendência. Os objetivos específicos desta aula foram i) caracterizar as populações naturais, associando suas propriedades a pressupostos da teoria evolutiva darwiniana; ii) conceituar seleção natural e adaptação, contextualizando historicamente a teoria de Darwin e Wallace; iii) aplicar os conceitos apresentados a exemplos diversos, incluindo o caso dos bicos de tentilhões e iv) identificar as concepções prévias dos estudantes e apresentar o contexto científico correspondente. Desta forma, os conceitos básicos, requeridos para o desenvolvimento adequado das atividades didáticas (jogo ou cartaz) foram apresentados igualmente a todos os participantes. Esperava-se, desse modo, aumentar a probabilidade de que diferenças encontradas entre os grupos controle e experimental sejam atribuídas à utilização da ferramenta em si, e não ao conteúdo abordado durante a seqüência didática. A aula foi ministrada pela pesquisadora em ambos os grupos.

2.2. *Experimento – Jogo:* Após a exposição, os alunos de cada turma foram divididos em quantidades iguais, formando-se aleatoriamente grupos experimentais (E) e controles (C) (Figura 1). Os grupos experimentais foram separados dos demais e, a cada um deles, foi fornecido um kit com os materiais do jogo e as instruções para execução do mesmo (ver Anexo I). Os grupos tinham que tentar compreender o jogo sozinhos, podendo ter somente dúvidas básicas sobre a execução do mesmo esclarecidas.

2.3. *Controle – Cartaz*: Enquanto os grupos experimentais tinham acesso ao jogo dos clipsitacídeos, os outros alunos (dos grupos C) foram orientados a desenvolver um cartaz. Foi pedido a cada um deles que representassem, em uma cartolina, da forma que quisessem (esquema, desenho, texto etc.), os conceitos aprendidos na aula. Eles poderiam utilizar o exemplo dos bicos dos pássaros, apresentado na aula, para organizar os conceitos. A atividade controle foi necessária por proporcionar o mesmo tempo de interação dos grupos com conteúdos de evolução e, conseqüentemente, a mesma oportunidade de negociação de significados. A escolha da confecção de cartazes como atividade controle se deu por esta ser uma atividade comumente empregada em salas de aula. Da mesma maneira que nos grupos (E), todos os grupos (C) trabalharam independentemente.

Etapa 3 – Pós-teste: Logo após a intervenção, todos os alunos responderam novamente ao questionário CINS.

Cada atividade teve a duração de aproximadamente 50 minutos, incluindo o tempo de preparação das atividades. As Etapas 2 e 3, por serem realizadas umas em seguida às outras, representaram, no total, três tempos de aula.

2.4. Avaliação dos resultados

Para verificar se houve diferença significativa no ganho de conhecimento sobre evolução entre os alunos que trabalharam com o jogo clipsitacídeos (E) e os que confeccionaram cartazes (C), as diferenças das médias dos escores dos questionários de pré e pós-teste dos grupos foram comparadas através de uma ANOVA de 2 Fatores. Esta mesma análise permitiu observar se houve influência da variação das respostas das diferentes salas nos resultados dos testes. Os dados foram analisados através do programa estatístico SYSTAT 8.0. A significância adotada foi de $\alpha = 0,05$.

Além disso, os questionários foram avaliados quanto à taxa de consistência das respostas em relação a cada conteúdo e também quanto ao nível de dificuldade encontrado pelos estudantes em cada questão. A taxa de consistência corresponde a proporção de respostas corretas em apenas uma das questões relativas ao mesmo conceito (questões paralelas) e o nível de dificuldade foi medido pela proporção de respostas corretas para cada questão.

3. Resultados e Discussão

3.1. Avaliação da eficácia do jogo como ferramenta didática

Dos 60 alunos inicialmente comprometidos com a pesquisa (participantes da *Etapa 1*), somente 32 finalizaram a *Etapa 3*. Durante a *Etapa 3*, 40 alunos participaram do teste, garantindo número suficiente e balanceado para realização das atividades; porém, ao final da mesma etapa, a quantidade de respondentes do pós-teste foi menor (como discutido na seção 3.3). Com isso, o desenho experimental foi modificado para 5 níveis e 10 réplicas.

Os resultados dos escores obtidos pelos alunos no pré- e pós-teste estão apresentados na Figura 2. A diferença de escore entre o pós- e pré-teste foi positiva para quase todos os estudantes (apenas 6 tiveram resultados negativos). Em relação às turmas, a diferença da média dos escores foi positiva em todas as cinco salas. Isso indica que, após a intervenção, a maioria dos alunos respondeu adequadamente a um número maior de questões. Quando comparados os escores dos grupos controle (cartaz) e experimental (jogo), a diferença de

valores entre os alunos que jogaram e aqueles submetidos ao cartaz não foi significativa (ANOVA $F_{4,4} = 0,289$; $p = 0.871$). Esta análise mostrou também que possíveis diferenças entre as salas não tiveram influência sobre o resultado (ANOVA $F_{4,1} = 0,001$; $p = 0.977$). Estes resultados sugerem que houve um aparente ganho de aprendizagem em evolução através da aplicação da intervenção, e que ambas as atividades, jogo e cartaz, contribuíram de forma semelhante na promoção deste aprendizado.

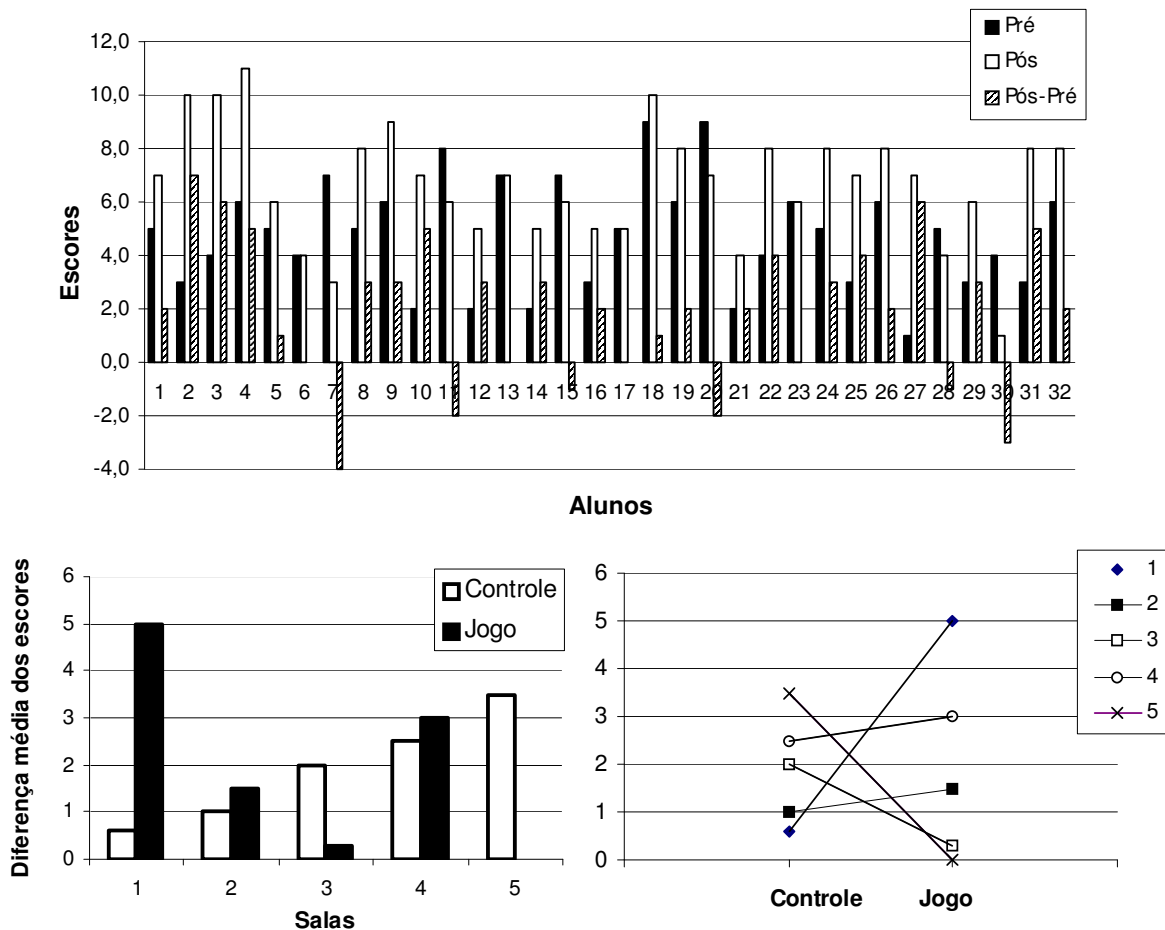


Figura 2. Distribuição dos escores dos alunos no pré e pós-teste. (A) Distribuição dos escores por aluno no pré-teste, pós-teste e diferença entre pós- e pré-teste; (B) Distribuição da média dos escores por sala (1-5), nos grupos controle e jogo; (C) Gráfico de dispersão da diferença média dos escores por sala (1-5), nos grupos controle e jogo.

Primeiramente, vale ressaltar que, apesar de os PCNs (Brasil, 1999) sugerirem o uso de atividades lúdicas no ensino de ciências e do crescente desenvolvimento de jogos educativos para uso em sala de aula, poucos estudos testaram de modo rigoroso a efetividade das ferramentas lúdicas produzidas. Os procedimentos de avaliação empregados muitas vezes são subjetivos e poucos trabalhos têm a significância de seus resultados baseada em métodos quali-quantitativos confiáveis (Cabrera, 2006; Mendes, 2007), ou apresentam algum tipo de teste estatístico (Spigel, 2008). Estudos que avaliam a eficácia destas ferramentas com adolescentes são ainda mais raros (Campos et al., 2003; Spigel, 2008, Cabrera, 2006).

Atualmente, a expansão da pesquisa sobre jogos eletrônicos educativos tem preenchido algumas das lacunas citadas anteriormente, investigando-se mais sobre como adolescentes aprendem por meio de jogos e promovendo-se mais avaliações destas ferramentas, em vez de

dar-se atenção somente ao seu desenvolvimento (ver revisão em Garris et al., 2002). Porém, de forma geral, as avaliações ainda dão maior ênfase à empatia e jogabilidade do que ao ganho de conhecimento pelos alunos (Campos et al., 2003; Oliveira et al., 2008). Neste estudo, buscamos preencher esta lacuna, avaliando se o jogo Clipsitacídeos atende ao seu propósito educativo, através de um teste empírico no qual buscamos empregar uma abordagem metodológica rigorosa (Trochim, 2006; Underwood, 1997).

Os resultados encontrados nos levam a discutir alguns aspectos sobre a utilização de jogos educativos em sala de aula. Uma primeira observação que pode ser feita, em relação a características dos jogos didáticos que devem ser preservadas para que eles tenham função educativa, pode ser derivada do argumento de Kishimoto (1998) de que o jogo educativo possui duas funções que devem estar em constante equilíbrio: a função lúdica, que está ligada à diversão, ao prazer e até ao desprazer, e a função educativa, que objetiva a ampliação dos conhecimentos dos educandos. Ela considera duas conseqüências de um desequilíbrio destas funções:

O desequilíbrio entre estas funções provoca duas situações: não há mais ensino, há apenas jogo, quando a função lúdica predomina ou, o contrário, quando a função educativa elimina todo hedonismo, resta apenas o ensino (Kishimoto, 1998, p.19).

Muitas vezes, os professores ‘impõem’ uma atividade ‘lúdica’ aos alunos, acreditando que esta, por si só, contribuirá para o aprendizado. No entanto, considerando que o prazer da participação (e, conseqüentemente, a motivação para a aprendizagem, segundo a Teoria da Aprendizagem Significativa) se origina da liberdade do ato lúdico, a obrigatoriedade rompe este caráter livre e pode até mesmo anular o prazer (Brougère 1997; Spigolon, 2006; Tisera, 2006). Assim como nos deparamos, nesta pesquisa, com dificuldades de participação dos voluntários e desmotivações (ver seção 3.3), os professores devem estar atentos ao realizar procedimentos semelhantes. Poderá ser mais proveitoso buscar consenso em relação à atividade a ser aplicada e, quando possível, apresentar outra opção àqueles mais insatisfeitos. Neste sentido, a depender da motivação, uma atividade convencional poderá ser tão educativa quanto uma lúdica.

Outro obstáculo ao ensino dos conteúdos do ensino médio, em especial os de evolução, se refere ao pouco tempo dedicado a eles no currículo. Para conseguir cumprir o cronograma didático, os professores muitas vezes acabam apresentando conteúdos de forma acelerada e superficial. Tidon & Lewontin (2004) apontam que, num universo de mais de 200 aulas de biologia para o ensino médio, 65% dos professores chegam a dedicar somente 10 aulas para o ensino de evolução. Neste estudo, o tempo dedicado ao experimento, apesar de ser correspondente àquele usado nas escolas para uma aula de evolução, se mostrou insuficiente para promover um melhor aproveitamento do jogo. Após jogarem o Clipsitacídeos, as instruções orientavam os alunos a discutirem os resultados obtidos. Assim como muitas vezes ocorre em uma sala de aula real, observou-se que a última etapa foi negligenciada pela maioria dos grupos participantes (resultado também de outros fatores discutidos na seção 3.3). Neste caso, como se tratava de um experimento e a intenção era promover a menor interferência possível nos diferentes grupos, não podíamos interferir e estimular os estudantes para que as discussões fossem mais aprofundadas. Entretanto, em sala de aula, a postura do professor deve ser oposta, sendo esta inclusive uma das orientações para aplicação do jogo original (Janulaw & Scotchmoor, 2003). A inclusão de atividades não convencionais, como os jogos didáticos, deve ser vista e planejada como método auxiliar ao ensino do conteúdo, e não como algo ‘extra’, que irá ‘tomar’ o (pouco) tempo disponível para esta tarefa. Para isto, é necessário considerar, ainda na elaboração da sequência didática, quais conteúdos abordados podem ser divididos entre as aulas expositivas e a utilização de um jogo, por exemplo.

Para Martins (1999), a ênfase sobre a caracterização dos estudantes como sujeitos ativos no processo de construção do conhecimento, embora seja necessária, traz consigo a possibilidade de se tratar o professor apenas como um sujeito passivo. A autora chama a atenção para a importância de se colocar o professor no foco das investigações e relacionar aspectos de suas explicações com a aprendizagem dos estudantes, sem, contudo, perder a perspectiva de que *‘ensinar é, antes de tudo, agir sobre outras mentes, que reagem produzindo respostas, fazendo perguntas, fazendo parte de um diálogo’*. Portanto, ao valorizar a ludicidade como um meio alternativo no processo de ensino e aprendizagem, faz-se necessário pensar na preparação daqueles que atuarão como mediadores. Fazer uma mediação entre os estudantes, as atividades e os conhecimentos é muito mais do que facilitar algum processo. Isso indica a importância de os mediadores, tipicamente, os professores, terem domínio sobre as atividades, como os jogos a serem usados, bem como sobre os conteúdos que estes mobilizam.

Tratando-se do ensino e da aprendizagem de adolescentes, é indispensável compreender as especificidades dos processos cognitivos neste nível de desenvolvimento. Segundo Almeida (1998), *‘o adolescente, em sua exuberância psicológica, submetido a longos períodos de imobilismo..., obrigado a um silêncio anti-social, revolta-se ou recolhe-se em um isolamento ostensivo... Daí resulta o tão discutido problema de indisciplina. (p.56)’* Referindo-se à aprendizagem no adolescente, Cabrera (2006) sugere que as instituições de ensino devem sofrer mudanças nos currículos, nas estruturas de avaliação e nos modelos didáticos, de modo a torná-los mais eficientes e dinâmicos e, assim, mais condizentes com a natureza dos processos cognitivos e das experiências sociais dos estudantes do ensino médio, em sua vasta maioria, adolescentes. Contudo, estas mudanças somente poderão ser bem sucedidas caso outras questões importantes, como a adequação do tempo dedicado ao ensino de conteúdos mais complexos e o preparo dos docentes para trabalhar nestas circunstâncias transformadas, também forem levadas em conta. Além disso, um aspecto que pode ter sido relevante aos resultados encontrados deve-se a possível falta de motivação gerada pelo jogo. Expostos a constantes estímulos áudio-visuais, lúdicos ou não, por vezes com conteúdo avançado, estes adolescentes podem estar mais indiferentes a atividades lúdicas que apresentem menos recursos e que pareçam “infantis”.

Um fator a ser considerado quanto à análise da eficácia do jogo testado diz respeito às adaptações realizadas na versão original que poderiam ter influência sobre os resultados das frequências populacionais dos ‘pássaros’ encontradas pelos alunos, e conseqüentemente em toda proposta conceitual do jogo (ver 2. Metodologia). Entretanto, os resultados do experimento confirmaram o padrão encontrado no piloto: ao final da 4ª temporada (ver Anexo I), todos os cinco grupos experimentais apresentaram uma maior população de pássaros com bicos grandes e pequenos nas terras dos lados leste e oeste, respectivamente. Este é o resultado esperado (e induzido pela diferença na distribuição dos ‘recursos’) na aplicação do jogo original. Todavia, mesmo no contexto original, algumas variações deste padrão são possíveis, devido a diferenças das características dos próprios jogadores (força, agilidade e escolha das sementes). Nestes termos, a única diferença observada foi em relação à maior frequência de indivíduos de bicos médios nesta última temporada. Acreditamos que esse resultado pode ser atribuído, em parte, ao uso das ‘sementes’ de pinheiro. Apesar de essas sementes terem sido incluídas no intuito de excluir outros tamanhos de bico, com exceção dos bicos grandes, é de se esperar que imperfeições naturais da semente tenham possibilitado a captura das mesmas por alunos que estavam manuseando bicos com outros tamanhos.

Os resultados acima sugerem que os alunos, que nunca haviam tido contato com conteúdos específicos de evolução, foram capazes de apresentar melhoras na compreensão dos mesmos a partir de uma intervenção didática que envolvia o uso de ferramentas lúdicas. Entretanto, não

foi possível atribuir ao jogo Clipsitacídeos eficiência distinta ao de outra atividade, comumente empregada em salas de aula, como a elaboração de cartazes. Isto não significa que o jogo deixe de possuir grande potencial de ensino, mas que os professores devem estar atentos também a outros fatores do cotidiano escolar que venham a influenciar a eficácia do uso de tais ferramentas.

3.2. Concepções dos alunos sobre seleção natural

O questionário CINS, desenvolvido por Anderson et al. (2002) tem como proposta acessar o entendimento dos estudantes sobre seleção natural de forma tão eficiente quanto em entrevistas orais, diferenciando-se de testes anteriores por ter sido elaborado com base em dados empíricos resultantes de pesquisas efetivamente realizadas, em vez de situações hipotéticas. Por ser recente, mesmo validada, esta ferramenta continua em teste (Nehm & Schonfeld, 2008). No contexto, brasileiro esta ferramenta ainda não foi muito explorada (El-Hani et al., 2006). Os resultados obtidos no presente estudo contribuem tanto para o aperfeiçoamento da ferramenta em si, quanto para dar acesso a dados acerca da compreensão dos estudantes sobre evolução. Sendo os sujeitos desta pesquisa estudantes de um colégio estadual, este segundo objetivo se torna também importante por fornecer informações que possam promover a melhora do ensino de evolução na rede pública de ensino, de uma maneira mais ampla do que no contexto do jogo em si.

Tabela 1. Escore por questão do CINS, no pré e pós-teste (n=32).

Questão	Escore	
	Pré	Pós
1	16	24
2	6	6
3	20	28
4	17	19
5	11	15
6	16	24
7	4	9
8	11	23
9	2	14
10	28	29
11	13	5
12	11	18
Total	155	214

Tabela 2. Conceitos abordados no CINS e respectivos números e proporções de respostas corretas em apenas uma dentre as duas questões paralelas, no pré e pós-teste (n= 32).

Conceito*	N		%	
	Pré	Pós	Pré	Pós
1	13	11	41	34
2	4	3	13	9
3	20	16	63	50
4	10	13	31	41
5	21	16	66	50
6	11	12	34	38
Total	79	71	41	37

O questionário original possui 20 questões (2 para cada conceito). Neste trabalho, utilizamos uma versão reduzida do CINS, abordando apenas 6 conceitos, em 6 questões paralelas, totalizando 12 questões (ver Metodologia). As seis questões paralelas apresentam os mesmos distratores (ver Anexo III para distribuição das concepções alternativas como distratores nas questões), diferindo entre si basicamente pela espécie descrita no cenário (tentilhões, lebistes e lagartos). Os escores totais de cada questão são apresentados na Tabela 1. Analisando os dados obtidos no pré- e pós-testes, relacionados aos diferentes conceitos abordados, identificamos alguns padrões semelhantes a achados descritos na literatura. Segundo Settlage & Jensen (1996), é comum que os estudantes respondam às perguntas sobre a seleção natural de maneiras diferentes, dependendo do cenário apresentado. Este parece ter sido o caso dos

alunos investigados no presente estudo. Aproximadamente 40% das respostas dos alunos

Tabela 3. Comparação do grau de dificuldade apresentado pelos alunos investigados em cada item do pré- e pós-teste, no presente estudo (n= 32) e no trabalho de Anderson, Fisher & Norman (2002) (n= 206).

Item	Conceito	Dificuldade (% respostas corretas)		
		Anderson*	Pré	Pós
1	Recursos são limitados ^a	61	50	75
8	Recursos são limitados ^c	52	34	72
2	Mudanças na população ^a	18	19	19
7	Mudanças na população ^b	28	13	28
3	Sobrevivência limitada ^a	67	63	88
9	Sobrevivência limitada ^c	42	6	44
4	Varição hereditária ^a	55	53	59
11	Varição hereditária ^c	39	41	16
5	Varição da população ^b	67	34	47
10	Varição da população ^c	81	88	91
6	Sobrevivência diferenciada ^b	56	50	75
12	Sobrevivência diferenciada ^c	39	34	56

Espécie utilizada na abordagem do item: ^atentilhões; ^blebetes; ^clagarto
Dados apresentados em Anderson, Fisher & Norman (2002)

foram adequadas em apenas uma das alternativas, entre as duas relativas ao mesmo conceito,

tanto no pré- quanto no pós-teste (Tabela 2). Isso corresponde a uma taxa alta de discrepância nas respostas, especialmente se comparada à taxa de 20% encontrada por Settlage & Jensen (1996) num estudo com graduandos de biologia, avaliados por um mesmo tipo de questionário, de múltipla escolha com questões paralelas, para seleção natural. É de se esperar, no entanto, que graduandos de biologia apresentem melhores resultados do que alunos do ensino médio, que tiveram limitado contato com o ensino de evolução. A despeito de possíveis comparações, estes resultados apontam dificuldades, em ambos os níveis educacionais, na compreensão de conceitos relacionados à evolução, de modo a generalizá-los independentemente do cenário no qual eles se apresentam. De acordo com Smith & Siegel (2004), a compreensão apropriada de uma teoria científica deve implicar, entre outras habilidades, a capacidade do estudante de aplicar a teoria numa variedade de situações, tanto acadêmicas quanto não-acadêmicas. Para alcançar este objetivo, é preciso trabalhar com generalizações a partir de casos específicos, trazendo à tona e discutindo as concepções prévias dos estudantes (Alters et al., 2002). O grau de dificuldade apresentado pelos alunos nas diferentes questões, além de corroborar os dados apresentados acima, fornece informações sobre o entendimento dos diferentes conceitos abordados no questionário pelos estudantes desta pesquisa. Questões paralelas apresentaram níveis de dificuldade diferentes em todos os conceitos (Tabela 3). Os resultados apresentados pelos estudantes investigados no presente estudo foram semelhante àqueles encontrados por Anderson, Fisher & Norman (2002), em pelo menos 7 das 12 questões (2, 3, 4, 11, 10, 6, 12). A questão 2, referente a 'mudanças na população', merece destaque, tendo sido classificada por Anderson et al. (2002) como 'particularmente difícil'. Neste estudo, encontramos graus praticamente idênticos de dificuldade para a mesma questão, não havendo sequer melhora no pós-teste. A questão 7, sobre o mesmo conceito, esteve entre as mais difíceis, tanto no pré- quanto no pós-teste. Estes dados reforçam não só a observação original de que a questão 2 é particularmente difícil aos

estudantes, mas que o conceito ‘mudanças na população’ coloca, de modo geral, dificuldades para a compreensão da seleção natural.

Anteriormente a Charles Darwin (1809-1882) e Alfred Wallace (1823-1913), teorias evolutivas como a de Lamarck (1744-1829) propunham a transformação dos seres focada num processo individual. Todo o processo evolutivo era modelado no desenvolvimento individual do organismo e as mudanças sofridas pelas espécies eram tratadas como conseqüências diretas de mudanças individuais. A teoria darwiniana clássica apresenta uma mudança conceitual tanto em relação à unidade que evolui quanto ao mecanismo subjacente ao processo evolutivo, alterando o foco do indivíduo para a população e de um mecanismo transformacional, que procuram explicar a evolução dos seres vivos com base em mudanças simultâneas e conjugadas que ocorrem em todos e em cada um dos seres vivos, para um mecanismo variacional, baseado na seleção natural, no qual mudanças ocorrem em populações em virtude de mudanças nas proporções de seus componentes, decorrentes da sobrevivência e sucesso reprodutivo diferenciais, graças a variações intra-específicas preexistentes (Bowler, 2003; Martins, 1997; Meyer & El-Hani, 2005; Caponi, 2006). Porém, ainda hoje, concepções como ‘uso e desuso’, ‘herança de caracteres adquiridos’, ‘mudança por necessidade’, assim como visões finalistas e transformacionais são verificadas entre os estudantes, como alternativas ao pensamento evolutivo variacional (Alters & Nelson, 2002; Bishop & Anderson, 1990; Clough & Wood-Robinson, 1985). No CINS, algumas destas concepções são apresentadas como distratores nas questões (2 e 7), referentes a ‘mudanças na população’: ‘a) Mudanças na população ocorrem através de mudanças graduais em todos os membros da população; b) Comportamentos aprendidos são hereditários; e c) Mutações ocorrem em função de necessidades da população’ (Anexo III). Muitos autores atribuem ao pensamento evolutivo prévio à seleção natural as dificuldades perpetuadas até hoje na compreensão de como ocorrem as mudanças evolutivas nas populações e, por isso, tendem a caracterizá-las como ‘lamarckianas’ (Alters & Nelson, 2002; Bishop & Anderson, 1990; Clough & Wood-Robinson, 1985). Kampourakis & Zogza (2007) argumentam, contudo, que esta caracterização é muitas vezes indevida, inclusive por não se tratarem todas de idéias encontradas de fato nos trabalhos originais de Lamarck. Estes autores sugerem investigar tais concepções com base no ambiente intelectual ao qual o aluno está exposto, em vez de simplesmente qualificá-las como ‘lamarckianas’. O pensamento finalista e antropomórfico parece prevalecer na biologia, porque (i) organismos parecem ser orientados, em seu comportamento e em sua fisiologia, por metas, (ii) as pessoas tendem a projetar suas experiências pessoais sobre fenômenos que percebem no mundo, (iii) estes pensamentos têm aparente valor explicativo, e (iv) há valor heurístico nas abordagens finalistas (Zohar & Ginossar, 1998). Isto reafirma a idéia de que para conseguir alcançar adequado entendimento científico sobre evolução, é preciso abordar os conceitos a partir do entendimento original dos alunos, neste caso, discutindo sobre o papel do acaso no processo evolutivo. Ao final, os alunos deverão ser capazes de compreender que não existe nem um plano predeterminado, nem um resultado final na vida, tal como tem evoluído e ainda evolui na Terra (Kampourakis & Zogza, 2007).

Analisando os diferentes graus de dificuldade entre questões paralelas, os valores mais discrepantes foram observados nos conceitos ‘sobrevivência limitada’ e ‘variação da população’. Em ambos os pares (questões 3-9 e 5-10), a diferença entre as questões foi maior do que 50% no pré-teste, persistindo alta no pós-teste (acima de 40%). No primeiro par, o fato de a questão 9 introduzir um distrator diferente da sua questão paralela pode ter sido responsável pela diferença encontrada (ver Anexo III). A alternativa que afirma que ‘mutações são respostas a variações ambientais específicas’, mesmo que contida numa

questão sobre ‘sobrevivência limitada’, representa uma concepção alternativa ao conceito ‘origem da variação’. Compreender o papel do acaso no surgimento de novos traços aparece igualmente como uma das maiores dificuldades enfrentadas pelos estudantes também em outros estudos (Bishop & Anderson, 1990; Demastes, 1995). Por envolver conhecimentos que estavam além do enfoque do jogo a ser testado, as questões originais relativas a este conceito foram excluídas do questionário e, durante a sequência didática, o tema foi abordado somente o necessário para integração dos conteúdos apresentados. Apesar de os alunos terem apresentado uma maior dificuldade nas respostas desta questão (9) no pré-teste, e da breve abordagem na aula prévia dos conteúdos referentes a ‘sobrevivência limitada’, houve substancial melhora no pós-teste, indicando tratar-se realmente mais de um problema de compreensão do conceito do que de dificuldade da própria questão, como no caso da questão 2 (‘mudanças na população’).

Em relação ao conceito ‘variação da população’ (questões 5 e 10), prevalece nos estudantes a idéia de que as variações afetam apenas externamente os indivíduos (Alters et al., 2002). A maior diferença na formulação das questões 5 e 10 é de que, no primeiro, uma das alternativas distratoras proclama que ‘todos são idênticos internamente e apresentam variações externas’, sendo que no segundo atesta-se o inverso, afirmando que ‘todos são idênticos externamente e apresentam variações internas’. Enquanto uma alternativa aborda diretamente a concepção alternativa dos alunos, sua correspondente, apesar de também inadequada cientificamente, nega esta concepção, tornando mais fácil a escolha por eliminação. Isso realmente parece ter ocorrido, uma vez que a questão 10 foi a que apresentou maior proporção de respostas corretas.

A questão 11 (‘variação hereditária’) foi a única a apresentar maior dificuldade no pós- do que no pré-teste. Este fato pode estar relacionado ao resultado da análise de componentes principais (PCA), realizada na própria validação do questionário (Anderson et al., 2002), em que esta questão se agrupou com aquelas relativas à ‘origem da variação’, ao invés daquelas concernentes a ‘variação hereditária’, como originalmente planejado. Como visto anteriormente, este parece ser um ponto de grande dificuldade para os alunos. Além disso, a alternativa mais escolhida (c - 60%) no pós-teste corresponde novamente à idéia de que ‘mudanças na população’ ocorrem através de transformações graduais nos indivíduos. Esta idéia predominante entre os estudantes foi verificada também por Shtulman (2006), num experimento que evidenciou as dificuldades de se adotar o pensamento populacional e variacional, de modo a superar o pensamento transformacional. Sendo assim, neste estudo, a partir da incerteza da resposta prévia (pré-teste) e de este assunto não ter sido aprofundado durante as intervenções, houve uma migração para a alternativa (c) que corresponde exatamente ao conceito ‘mudanças na população’, cujas as questões tiveram os menores índices de aproveitamento de todo CINS.

Deste modo, os conceitos que apresentaram maiores dificuldades de aprendizagem foram ‘mudanças na população’ e ‘origem da variação’. Este último, mesmo não possuindo questões específicas na versão menor do questionário CINS, que usamos no presente estudo, mostrou-se de difícil compreensão quando apresentado de alguma forma em outras questões sobre conceitos relacionados (‘sobrevivência limitada’ e variação hereditária’). Tanto ‘mudanças na população’ quanto ‘origem da variação’ são relatados na literatura como trazendo grandes dificuldades de entendimento para os estudantes. Ao mesmo tempo, são conceitos centrais ao entendimento do pensamento evolutivo, contendo neles os elementos principais que caracterizam a teoria de Darwin e Wallace, responsáveis pela mudança para o pensamento variacional, ou seja, com a ruptura com o pensamento transformacional. Na tentativa de sanar estas dificuldades, concordamos com Sepulveda & El-Hani (no prelo) da necessidade em (1)

analisar causal e historicamente o fenômeno da adaptação biológica; (2) focar sobre o desenvolvimento histórico do darwinismo; (3) promover uma melhor compreensão da natureza da ciência; (4) fazer conexão do conhecimento prévio e a ser aprendido e (5) precisar o significado de termos que também frequentam a linguagem cotidiana assumem no contexto do discurso científico.

3.3. Dificuldades na implementação do experimento

Em estudos como este, que contam com a participação de voluntários, já é esperado que haja uma determinada taxa de desistências (Trochim, 2006). Neste trabalho, diversas razões foram identificadas para o menor nível de participação ao final do experimento e serão discutidas a seguir, de modo a fornecer subsídios para o planejamento de futuras intervenções, visando prevenir os riscos de problemas semelhantes.

O primeiro ponto a ser considerado diz respeito à própria realidade de funcionamento das escolas públicas. Apesar de o primeiro contato com os professores ter acontecido antes mesmo de as aulas se iniciarem, a data de retorno das aulas foi algumas vezes adiada. Somando-se a isso, eleições, paralisações e feriados escolares dificultaram o agendamento de atividades no colégio no início do semestre letivo. Além disso, com o semestre comprimido, alunos e professores se voltaram para a realização das atividades de finalização do ano escolar, comprometendo sua participação como voluntários na pesquisa.

Como a realização do pré-teste exigiu dedicação de apenas um tempo de aula, foi mais fácil contar com a presença de todos os voluntários. Entretanto, a intervenção e o pós-teste (*Etapas 2 e 3*) necessitaram de um intervalo maior de tempo, o que dificultou mais a participação, levando ao adiamento das mesmas por duas vezes. A pesquisadora foi várias vezes ao colégio mobilizar os professores e alunos para a atividade, e estes sempre se declaravam comprometidos, mas, como a colaboração dos alunos era voluntária, o número dos que efetivamente compareceram foi insuficiente. Finalmente, na terceira vez, foi possível realizar estas etapas da pesquisa, mas sem o número planejado de participantes.

Além disso, devido a outras dificuldades de ordem estrutural, como a disponibilidade de salas e problemas como quedas de energia, a atividade só pôde ser realizada no último dia de aula, após as provas finais. Isso acarretou uma disposição ainda menor dos alunos em participar, e a conseqüente evasão durante a própria atividade.

É possível que, se tivesse havido maior envolvimento dos professores na execução do experimento, o grau de evasão fosse menor. Criar um vínculo de compromisso com pessoas novas e estranhas (no caso, os pesquisadores) é muito mais difícil do que com alguém com quem os alunos já mantêm relação duradora, de respeito e confiança. Para isto, entretanto, é necessário contar com o comprometimento e, principalmente, a disponibilidade dos professores para a realização das atividades em horários extras. É compreensível, contudo, que eles não pudessem ter tal disponibilidade, em virtude das pesadas cargas de trabalho a que estão submetidos, com grande frequência, os professores.

Estes são entraves comuns quando se faz pesquisa efetivamente na realidade das escolas. Defendemos, contudo, que um grande volume de pesquisas devem ser feito precisamente nesta realidade, e não apenas em contextos experimentais ou em escolas modelo, se esperamos que as ferramentas desenvolvidas realmente sejam capazes de contribuir para mudança da situação deficitária do ensino de biologia na educação básica. Mais do que isso, para que a pesquisa educacional tenha efeitos sobre as práticas docentes em nosso país, consideramos necessário que seja conduzida, em grande parte, nas condições reais das escolas

brasileiras típicas, preferencialmente públicas, com todas as dificuldades que isso acarreta. Por isso, é importante discutir dificuldades enfrentadas em tais condições, de modo a aprimorar os desenhos dos estudos realizados. Quanto mais conhecimento acumulado tivermos sobre tais condições, mais provável será o planejamento da pesquisa de modo que a mesma funcione a contento nas circunstâncias das escolas.

4. Conclusões e sugestões

Os resultados deste estudo apontam a necessidade de avaliar mais profundamente a eficácia de ferramentas lúdicas elaboradas para o ensino de evolução. Apesar de não termos encontrado diferença significativa entre o uso do jogo e da atividade controle, foi observado ganho de conhecimento sobre evolução na aplicação da intervenção como um todo.

Vale ressaltar, ainda, que outros fatores do contexto do ensino, que não o jogo em si, podem ter interferido na sua capacidade de proporcionar maiores ganhos de conhecimento. Deve-se atentar especialmente à necessidade de respeito ao caráter livre do ato lúdico e ao preparo dos professores para se atingir os benefícios desejados.

Esperamos que as informações aqui obtidas contribuam para a melhor aplicação de ferramentas lúdicas no contexto escolar, considerando-se seu potencial de promover uma aprendizagem significativa e a importância de se continuar investigando a aplicação de métodos que permitam superar as dificuldades encontradas no ensino e na aprendizagem de evolução.

Dentre as sugestões para trabalhos futuros, indicamos primeiramente a necessidade de haver maior envolvimento dos professores no processo da pesquisa, em particular, na condição de responsáveis pela aplicação da intervenção. Caso seja possível, vale a pena realizar o experimento em diferentes turmas de um mesmo docente (da mesma série, até mesmo em diferentes escolas), a fim de garantir o compromisso dos alunos, ao mesmo tempo em que se evita introduzir o viés de trabalhar com professores diferentes.

As dificuldades apresentadas pelos sujeitos desta pesquisa foram compatíveis àquelas observadas em outros trabalhos, o que sugere a necessidade de atenção no ensino de conceitos relativos ao pensamento evolutivo. Faz-se necessário reforçar o ensino de conceitos relativos a 'mudanças na população' durante as aulas e na aplicação das atividades auxiliares. O conceito 'origem da variação' pode ser introduzido em futuros estudos, caso haja tempo para aprofundar seus conteúdos. Caso contrário, deve-se reavaliar as questões no CINS em este aparece, substituindo-o por outros que serão abordados na pesquisa.

Neste estudo, o jogo deve que ser adaptado para um menor número de alunos e seria indicado que trabalhos futuros pudessem testá-lo também no contexto original. Nele, a turma inteira participa do jogo e isto demanda haver um número suficiente de turmas para réplicas.

É recomendável a aplicação de ferramentas de avaliação de aprendizagem significativa juntamente com o questionário CINS, como, por exemplo, mapas conceituais. Porém, o sucesso deste método depende de se prover treinamento no uso da ferramenta antes do início do experimento, tempo para sua elaboração durante o experimento e, novamente, do comprometimento e da disponibilidade dos professores e estudantes.

Nunca é demais lembrar que, para muitas pessoas, o ensino médio será a primeira e última oportunidade de aprendizagem de evolução. Diante da importância deste conteúdo para a integração dos conceitos de uma disciplina muito importante na atualidade, capaz de

promover a tomada de decisões e a ação cidadã críticas, a Biologia, é preciso continuar investigando estratégias que possam melhorar a aprendizagem a seu respeito.

5. Agradecimentos

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq pela bolsa de mestrado concedida; Professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Biomonitoramento (UFBA) e ao Prof. Dr. Pedro Rocha e a Prof^a. Msc. Ana Maria Rocha de Almeida pelas contribuições.

6. Referências

ALBERTS, B., & LABOV, J. B. From the National Academies: Teaching the Science of Evolution. **Cell Biology Education**, v. 3, n. 2, p.75-80, 2004.

ALMEIDA, P. N. **Educação lúdica: técnicas e jogos pedagógicos** (9 ed.). São Paulo: Loyola, 1998.

ALTERS, B. J., NELSON, C. E., & MITTON, J. Perspective: Teaching Evolution In Higher Education. **Evolution**. v. 56, n.10, p. 1891-1901, 2002.

ANCINELO, P. R., & CALDEIRA, L. P. O papel dos jogos lúdicos na educação contemporânea *In: JORNADA DE EDUCAÇÃO*, 12, 2006. **Atas da XII Jornada de Educação**, Santa Maria, UNIFRA, 2006.

ANDERSON D.L., FISHER K.M., NORMAN G.J. Development and evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 39, n. 10, p. 952–978, 2002.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., & HANESIAN, H. **Psicologia Educacional** (2 ed.). Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BISHOP, B. A., & ANDERSON, C. W. Student Conceptions of Natural-Selection and Its Role in Evolution. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n. 5, p. 415-427, 1990.

BIZZO, N. M. V. From down House Landlord to Brazilian High-School-Students - What Has Happened to Evolutionary Knowledge on the Way. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 31, n. 5, p. 537-556, 1994.

BOWLER, P. J. **Evolution: The History of an Idea** (3 ed.). Berkeley-CA: University of California Press, 2003.

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio** (PCNEM). Brasília: MEC/SEF, Vol. 3, 1999.

CABRERA, W. B. **A Ludicidade para o Ensino Médio na Disciplina de Biologia: Contribuições ao processo de aprendizagem em conformidade com os pressupostos teóricos da Aprendizagem Significativa**. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2006.

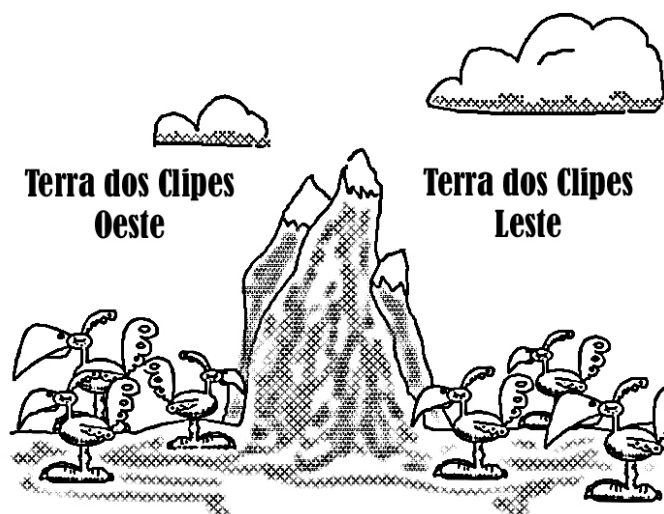
CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO., T.M. E FELICIO, A.K.C. A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem. **Cadernos dos Núcleos de Ensino**, São Paulo, p. 35-48, 2003.

- CAPONI, G. El viviente y su medio: Antes y después de Darwin. **Scientiae Studia**, v. 4, n.1, p. 9-43, 2006.
- CARNEIRO, A. P. N. **A evolução biológica aos olhos de professores não-licenciados**. Dissertação (Mestrado em Educação Científica e Tecnológica - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- CLOUGH, E. E., & WOOD-ROBINSON, C. How Secondary Students Interpret Instances of Biological Adaptation. **Journal of Biological Education**, v. 19, n. 2, p. 125-130, 1985.
- COSTA, E. V. Bola, taco, sinuca e física. **Rev. Bras. Ensino Física**, v. 29, n. 2, p. 225-229, 2007.
- DAWKINS, R. Blind Watchmaker. **New Scientist**, v.112, n. 1532, p. 65-65, 1986.
- DEMASTES, S. S., SETTLAGE, J., & GOOD, R. Students Conceptions of Natural-Selection and Its Role in Evolution - Cases of Replication and Comparison. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 32, n. 5, p. 535-550, 1995.
- DOBZHANSKY, T. Nothing in Biology Makes Sense except in Light of Evolution. **American Biology Teacher**, v. 35, n. 3, p.125-129, 1973
- EL-HANI, C.N.; TAVARES. E.J.M.; COSTA, A.M; LIMA, J.G.B.; GOUVEA, P.C.L. Análise das concepções de estudantes de biologia da UFBA sobre evolução e seleção natural e de suas mudanças ao longo do curso. In: SEMINÁRIO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA, 7, 2006, Salvador. **Boletim de Resumos Eletrônicos do VII Seminário de Pesquisa e Pós-graduação da UFBA**. CD-ROM. Salvador:UFBA, 2006.
- FERREIRA, M. C., & CARVALHO, L. M. O. D. A evolução dos jogos de Física, a avaliação formativa e a prática reflexiva do professor. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 26, n. 1, p. 57-61, 2004.
- FUTUYMA, D. J. Evolução, ciência e sociedade. [S.I]: SBG, 2002. Disponível em: <http://www.sbg.org.br/ebook/Novo/ebook_evolucao.pdf> Acesso em: 21/05/09.
- GARRIS, R., AHLERS, R., & DRISKELL, J. E. Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. **Simulation & Gaming**, v. 33, n.4, p. 441-467, 2002.
- GRANDO, R. C. **O conhecimento matemático e o uso de jogos na sala de aula**. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.
- JANULAW, A. & SCOTCHMOOR, J. Clipbirds. [S.I]: UCMP, 2003. Disponível em: <<http://www.ucmp.berkeley.edu/education/lessons/clipbirds/>> Acesso em: 21/05/09.
- KAMPOURAKIS, K., & ZOGZA, V. Students' Preconceptions about Evolution:How Accurate is the Characterization as "Lamarckian" when considering the History of Evolutionary Thought? **Science & Education**, v. 16, n. 3-5, p. 393-422, 2007.
- KISHIMOTO, T. M. O Brinquedo na Educação: Considerações históricas. **Idéias**, v. 7, n. 1 , p. 39 – 45, 1990.
- _____. **Jogos tradicionais infantis: o jogo, a criança, a educação** (8 ed.). Petrópolis: Vozes, 1993.
- LAUER, T. E. Jelly Belly® jelly beans and evolutionary principles in the classroom: Appealing to the students' stomachs. **American Biology Teacher**, v. 62, n. 1, p. 42-45, 2000.

- MARTINS, C. M. C. & BRAGA, S. A. M. As idéias dos estudantes, o ensino de Biologia Vegetal e o vestibular da UFMG. In: ENCONTRO DE PESQUISA E ENSINO DE CIÊNCIAS, 2, 1999, Valinhos. **Atas do II Encontro de Pesquisa e Ensino de Ciências**. CD-ROM. Valinhos: ABRAPEC, 1999.
- MARTINS, L. A. C. P. Lamarck e as quatro leis da variação das espécies. **Episteme**, v. 2, n. 3, p. 33-34, 1997.
- MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico**. Brasília: UnB, 1998.
- MENDES, C. F.; BRAGA, N. M. P.; SOUSA, M. A. N. Jogo Didático - Ecológico aplicado a alunos do quinto ciclo: Conhecendo a nossa fauna. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8, 2007, Caxambu. **Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil**. Caxambu: SBE, 2007.
- MEYER, D., & EL-HANI, C. N. **Evolução: O Sentido da Biologia**. São Paulo:UNESP, 2005.
- MOREIRA, M. A. & MASINI, E. F. S. **Aprendizagem Significativa. A Teoria de David Ausubel** (2 ed.). São Paulo: Moraes LTDA, 1982.
- MORI, L., MIYAKI, C. Y., & ARIAS, M. C. Os Tentilhões de Galápagos: o que Darwin não viu, mas os Grants viram. **Genética na Escola**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2008.
- NEHM, R. H. & SCHONFELD, I. S. Measuring knowledge of natural selection: a comparison of the CINS, and open response instrument, and oral interview. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 45, n.10,p. 1131–1160, 2008.
- OLIVEIRA, M. V. D. M., ARAÚJO, W. S. D., OLIVEIRA, A. C. D., & SOARES, T. N. Jogo Galápagos: A extinção e a irradiação de espécies na construção da diversidade biológica. **Genética na Escola**, v. 3, n. 1, p. 49-57, 2008.
- PIAGET, J. **Psicologia e pedagogia** (D. A. Lindoso & R. M. R. d. Silva, Trans.). Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1976.
- ROCHA, P. L. B. D., ROQUE, N., SILVA, S. A. H. D., ROSA, V. L. D., SOUZA, Â. M. F. L. E., MARQUES, A. C., et al. Brazilian High School Biology Textbooks: Main Conceptual Problems in Evolution and Biological Diversity. In: INTERNATIONAL MEETING ON CRITICAL ANALYSIS OF SCHOOL SCIENCE TEXTBOOKS, 2007, Tunísia. **International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks**. Tunis: University of Tunis, 2007.
- SBG. Sociedade Brasileira de Genética. **Revista Genética na Escola**. Disponível em: <<http://www.sbg.org.br/GeneticaEscola2/web/menuRevista.html>> Acesso em: 21/05/09.
- SANTOS FILHO, J. W., & SANTOS, C. L. A., A. C. M. ; BRITO, C. E. N. ; SCHNEIDER, H. N. Jogo Tartarugas: Objeto de Aprendizagem na Educação Ambiental. In: SEMINÁRIO JOGOS ELETRÔNICOS, EDUCAÇÃO E COMUNICAÇÃO, 4, 2008, Salvador. **Anais do IV Seminário Jogos Eletrônicos, Educação e Comunicação**. Salvador: RBJE, 2008.
- SEPULVEDA, C., & EL-HANI, C. N. Controvérsias sobre o conceito de adaptação e suas implicações para o ensino de evolução. In: Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC), 6, 2007, Florianópolis. **Anais do VI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: ABRAPEC, 2007.
- _____ & EL-HANI, C. N. Obstáculos epistemológicos e ontológicos à compreensão do conceito darwinista de adaptação: Implicações para o ensino de evolução. In: A. M. Molina,

-
- C. A. & Gallego, P. (Orgs.) (Ed.), **Algunas problemáticas de investigación en la enseñanza de las ciencias en América Latina**. Bogotá, Colômbia: Fondo de Publicaciones Universidade Distrital Francisco José Caldas. (no prelo)
- SETTLAGE, J., & JENSEN, M. Investigating the Inconsistencies in College Student Responses to Natural Selection Test Questions. **The Electronic Journal of Science Education**, v.1, n.1, 1996.
- SHTULMAN, A. Qualitative differences between naïve and scientific theories of evolution. **Cognitive Psychology**, v. 52, p. 170-194, 2006.
- SMITH, M. U. & SIEGEL, H. Knowing, believing, and understanding: What goals for science education? **Science & Education**, v.13, n.6, p.553-582, 2004.
- SPIEGEL, C. N. ; ALVES, G. G.; CARDONA, T. ; MELIM, L. M. ; LUZ, M. R. M. P.; ARAÚJO-JORGE, T. C.; PONS, A. H. Discovering the Cell: an educational game about cell and molecular biology. **Journal of Biological Education**, v. 43, n. 1, p. 27-35, 2008.
- SPIGOLON, R. **A importância do lúdico no aprendizado**. 2006. 44p. Monografia (Curso de Pedagogia) – Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2006.
- TISERA, M. **Fragmentos de Homo ludens - Johan Huizinga** (1968). Lecturas. Buenos Aires: Emecé, 2006.
- TIDON, R., & LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. **Genetics and Molecular Biology**, v. 27, n. 1, p.124-131, 2004.
- TROCHIM, W. M. **The Research Methods Knowledge Base**, 2nd Edition. 2006. Disponível em: <<http://www.socialresearchmethods.net/kb/>>. Acesso em: 21/05/09
- UNDERWOOD, A. J. **Experiments in ecology**. Cambridge: University Press, 1997.
- ZOHAR, A. & GINOSSAR, S. Lifting the Taboo Regarding Teleology and Anthropomorphism in Biology Education-Heretical Suggestions. **Science cEducation**, v. 82, n. 6, p. 679-697, 1998.

ANEXO I

Clipsitacídeos**Terra dos Clipes****CENÁRIO**

Os ‘Clipsitacídeos’ viviam na ‘Terra dos Clipes’ como uma única população até que uma grande cadeia de montanhas se elevou num evento geológico nunca antes visto. Agora, esta população foi dividida igualmente em duas menores: a do leste e a do oeste (**Figura - Terra dos Clipes**).

Na população original os pássaros são similares, mas diferem principalmente no tamanho do bico. Há indivíduos que possuem bicos pequenos, médios e grandes. Estes pássaros geralmente sobrevivem independentemente do tamanho do bico, mas os que possuem bicos maiores requerem mais alimento e energia que os menores para sobreviver e reproduzir (**Tabela - Valores dos Itens Alimentares**).

INSTRUÇÕES (Leia as instruções completas antes de começar)

1. É necessário a participação de no mínimo 3 jogadores.
2. O jogo é composto por três papéis:
 - **Juiz:** ele tem o papel de cronometrar o tempo, fornecer as sementes adequadas (seguindo a ordem apresentada pelo saquinho de semente) e anotar os resultados.
 - **Pássaros-jogador do Leste:** o jogador deverá agir como os ‘pássaros’ do lado leste da ilha e pegar as sementes com os clips, que simularão os bicos.
 - **Pássaros-jogador do Oeste:** o jogador deverá agir como os ‘pássaros’ do lado oeste da ilha e pegar as sementes com os clips, que simularão os bicos.

(caso haja mais jogadores, estes devem se revezar no papel de ‘pássaros’, assumindo um tamanho de ‘bico’)
3. Antes de começar o jogo os Pássaros-jogador do Leste e do Oeste receberão igualmente **1 clip grande, 1 médio e 1 pequeno e 3 copos plásticos**, cada um dos copos irá armazenar as sementes de um dos clips (IMPORTANTE: Não deve-se misturar as sementes apanhadas por diferente clips em um mesmo copo). Os clips de diferentes tamanhos simulam os diferentes tamanhos de bicos da população e os copos plásticos simulam os estômagos dos pássaros.
4. Além disso, o juiz deve ter organizado os sacos de sementes separando os do Leste dos sacos do Oeste e, em cada um dos lados, colocar em ordem de temporadas (2^a, 3^a, 4^a temporada). A 1^a temporada aconteceu quando a cadeia de montanhas os separou. O juiz também deve ter em mão um lápis ou caneta, um

cronômetro (ou algo que funcione como, senão pode contar em voz baixa de 1001 a 1025), uma **Tabela Populações de Clipsitacídeos** e uma **Tabela Valores dos Itens Alimentares**. Na **Tabela Populações de Clipsitacídeos**, O juiz deve anotar 01 pássaro em cada uma das células da 1ª temporada, pois este é o número inicial de pássaros.

5. O jogo é composto por 3 rodadas. Cada rodada representa uma temporada. Assim, a primeira rodada refere-se a **2ª Temporada**, a segunda rodada refere-se a **3ª Temporada** e a terceira rodada refere-se a **4ª Temporada**. As rodadas acontecem ao mesmo tempo em todos os dois lados (Leste e Oeste). O que muda são apenas os sacos de sementes, que representam os recursos disponíveis em cada temporada, em cada lado. Cada rodada é composta por 8 etapas:

Etapa 1: O juiz abre os sacos de sementes do Leste e Oeste da temporada correspondente (começa o jogo com os sacos da **2ª Temporada**). As sementes do saco Leste (**saco L2ª**) são espalhadas próximo ao jogador do Leste e as sementes do saco Oeste (**saco O2ª**) são espalhadas próximo ao jogador do Oeste. **IMPORTANTE:** As sementes do Leste e do Oeste não deverão se misturar em nenhum momento!

Etapa 2: Uma vez pronta a Etapa 1 e todos os dois jogadores estiverem com os **clips pequenos (estes são os primeiros a serem usados)**, o juiz dá início ao jogo.

Etapa 3: Imediatamente após o juiz autorizar, os jogadores terão 25 segundos para capturar o máximo de sementes possíveis. Toda semente deverá ser capturada com o clip e em seguida armazenado no copo plástico correspondente ao tamanho do clip usado. **IMPORTANTE:** O jogador não poderá empurrar a semente no copo. Ele deve usar o clip para segurar a semente (**uma por vez**) como se fosse um bico e soltar no copo. Se cair fora do copo, deve pegar novamente com o clip. Para evitar que isso ocorra, é bom segurar o copo com a outra mão e deixar o copo sempre próximo à mão que segura o clip.

Etapa 4: Assim que os 25 segundos se esgotarem, o juiz deve mandar parar. O jogador não poderá pegar mais sementes, mas poderá armazenar no copo a semente que estiver no clip.

Etapa 5: Os jogadores e o juiz deverão repetir as Etapas 3 e 4 com os clips médio e grande. **IMPORTANTE:** Deve-se usar sempre as sementes que sobraram.

Etapa 6: Uma vez realizadas as Etapas 3 e 4 com todos os três tamanhos de clip, deve-se seguir os seguintes passos:

Passo 1: Contabilizar as sementes capturadas. Multiplicar a quantidade de cada tipo de semente de acordo com a **Tabela Valores dos Alimentos em Megacalorias** e anotar num papel o valor nutricional total contido em cada um dos copos ('estômago do pássaro') de ambas as populações do leste e do oeste.

Passo 2: É verificada na **Tabela Megacalorias Requeridas** se o pássaro sobrevive e se reproduz. Caso o pássaro não tenha comido o suficiente para sobreviver ele é **retirado da população** e seu clip é entregue ao juiz. Se o pássaro comeu o suficiente então ele **continua como parte da população**. Se ele tiver comido o suficiente para reproduzir, o aluno recebe outro '**bico**' igual ao do pássaro reprodutor e este **passará a integrar sua população**.

Passo 3: O juiz usará a **Tabela Populações de Clipsitacídeos** para anotar o número de representantes, de cada tamanho de bico (clip), nas duas população (Leste e Oeste).

Passo 4: Guardar todas sementes (dos copos e fora dos copos) no seus correspondentes sacos.

Etapa 7: Inicia-se uma nova rodada e as Etapas 1 a 7 devem ser repetidas até o fim da terceira rodada. É importante lembrar que cada rodada refere-se a uma temporada diferente, portanto deve-se estar muito atento ao saco de semente que será usado: **segunda rodada** refere-se a **3ª Temporada (saco O3ª na frente do jogador do oeste e saco L3ª na frente do jogador do leste)** e **terceira rodada** refere-se a **4ª Temporada (saco O4ª na frente do jogador do oeste e saco L4ª na frente dos jogador do leste)**.

Etapa 8: Uma vez realizada as três rodadas, o jogo chega ao fim.

6. As sementes devem estar organizadas nos seus sacos correspondentes e junto com o resto do material deve ser entregue ao monitor da sala.

7. Todos agora devem observar os resultados apresentados na **Tabela Populações de Clipsitacídeos** e discutir o que aconteceu com as populações de clipsitacídeos e quais foram os fatores que podem ter sido responsáveis pelas mudanças observadas.

Populações de Clipsitacídeos

Terra dos Clipes Leste

	1ª Temporada	2ª Temporada	3ª Temporada	4ª Temporada
Bico Grande	01			
Bico Médio	01			
Bico Pequeno	01			

Terra dos Clipes Oeste

	1ª Temporada	2ª Temporada	3ª Temporada	4ª Temporada
Bico Grande	01			
Bico Médio	01			
Bico Pequeno	01			

Valores dos Itens Alimentares

Valores dos Alimentos em Megacalorias

(Estes valores devem ser multiplicados pela quantidade de cada alimento capturado, por pássaro)

Semente de pinheiro	10
Feijão branco	5
Feijão fradinho	2

Megacalorias Requeridas

	Para Sobreviver	Para Reproduzir
Bico Grande	80	160
Bico Médio	50	100
Bico Pequeno	25	50

Disponibilidade de alimentos por temporada

	L2 ^a	L3 ^a	L4 ^a
Terra dos Clipes Leste	4 punhados de feijão fradinho 1/5 kg de feijão branco 50 'sementes' de pinheiro*	1 punhado de feijão fradinho 20 feijões brancos 50 bolas de gude	100 'sementes' de pinheiro
	O2 ^a	O3 ^a	O4 ^a
Terra dos Clipes Oeste	4 punhados de feijão fradinho 1/5 kg de feijão branco 50 'sementes' de pinheiro	6 punhados de feijão fradinho 20 feijões brancos 5 'sementes' de pinheiro	8 punhados de feijão fradinho

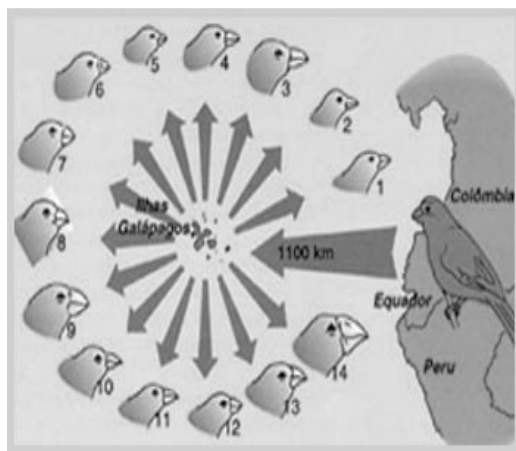
* Na verdade trata-se do estróbilo do *Pinus sp.*, com aprox. 2cm de diâmetro, conhecido vulgarmente como semente

ANEXO II

Para as questões de 01 a 12, LEIA os textos, VEJA a as figuras e ESCOLHA apenas **UMA** resposta

Tentilhões das Galápagos (Questões 1-4)

Há muito tempo cientistas acreditam que as 14 espécies de tentilhões das Ilhas Galápagos evoluíram de uma única espécie de tentilhão que migrou para as ilhas entre um e quatro milhões de anos atrás (Lack, 1940). Análises de DNA recentes apóiam a conclusão de que todos os tentilhões das Galápagos evoluíram do tentilhão toutinegra (*warbler finch*) (Grant, Grant & Petren, 2001; Petren, Grant & Grant, 1999). Espécies diferentes vivem em ilhas diferentes. Por exemplo, o tentilhão médio do solo (*medium ground finch*) e o tentilhão dos cactos (*cactus finch*) vivem em uma ilha. O tentilhão grande dos cactos (*large cactus finch*) ocupa uma outra ilha. Uma das maiores mudanças nos tentilhões diz respeito aos tamanhos e às formas de seus bicos, como mostra a figura.



- | |
|--|
| <p>1 – tentilhão da ilha do Coco
 2 – tentilhão canoro das ilhas Galápagos
 3 – tentilhão pica-pau
 4 – tentilhão de árvores dos mangues
 5 – pequeno tentilhão de árvores, de pequeno porte
 6 – tentilhão médio de árvores, de médio porte
 7 – tentilhão médio de árvores, de grande porte
 8 – tentilhão de árvores frondosas ou perenes
 9 – tentilhão grande dos cactos,
 10 – tentilhão dos cactos
 11 – tentilhão comum, de bico fino
 12 – tentilhão comum pequeno
 13 – tentilhão comum médio do solo
 14 – tentilhão comum de bico grosso</p> |
|--|

1. Os tentilhões das Ilhas Galápagos requerem alimento para comer e água para beber.

- Quando o alimento e a água forem escassos, alguns pássaros podem ser incapazes de obter o que necessitam para sobreviver.
- Quando o alimento e a água forem limitados, os tentilhões encontrarão outras fontes de alimento, de modo que sempre haverá o suficiente.
- Quando o alimento e a água forem escassos, todos os tentilhões comerão e beberão menos, de modo que todos os pássaros sobrevivam.
- Há sempre abundância de alimento e água nas Ilhas Galápagos, satisfazendo as necessidades dos tentilhões.

2. Na população de tentilhões, quais são as principais mudanças que ocorrem gradualmente com o passar do tempo?

- As características de cada tentilhão dentro de uma população mudam gradualmente.
- As proporções de tentilhões com características diferentes dentro de uma população mudam.
- Os comportamentos bem sucedidos aprendidos pelos tentilhões são transmitidos aos descendentes.
- Ocorrem mutações que satisfazem as necessidades dos tentilhões à medida que o ambiente muda.

3. Dependendo do tamanho e da forma de seus bicos, alguns tentilhões obtêm néctar das flores, alguns comem larvas nas cascas das árvores, alguns comem sementes pequenas e alguns comem nozes grandes. Qual afirmação descreve melhor as interações entre os tentilhões e as fontes de alimento?

- a) A maioria dos tentilhões em uma ilha cooperam para encontrar alimento e compartilham o que encontram.
- b) Muitos dos tentilhões em uma ilha lutam uns com os outros e aqueles fisicamente mais fortes ganham.
- c) Há alimento mais do que suficiente para satisfazer as necessidades de todos os tentilhões, de modo que eles não necessitam de competir pelo alimento.
- d) Os tentilhões competem principalmente com tentilhões mais proximamente aparentados, que comem os mesmos tipos de alimento, e alguns podem morrer pela falta de alimento.

4. Que tipo de variação nos tentilhões é passada para a prole?

- a) Quaisquer comportamentos que foram aprendidos durante a vida de um tentilhão.
- b) Somente características que foram benéficas durante a vida do tentilhão.
- c) Todas as características que são determinadas geneticamente.
- d) Quaisquer características que foram influenciadas positivamente pelo ambiente durante a vida do tentilhão.

Lebistes (*guppies*) venezuelanos (Questões 5-7)



Lebistes são pequenos peixes encontrados em riachos da Venezuela. Lebistes machos são intensamente coloridos, com manchas pretas, vermelhas, azuis e iridescentes. Machos não podem apresentar coloração intensa demais ou eles serão vistos e consumidos por predadores, mas se eles forem pouco adornados, fêmeas escolherão outros machos. A seleção natural e a seleção sexual empurram em direções opostas. Quando uma população de lebistes vive em um riacho na ausência de predadores, a proporção de machos que são brilhantes e cintilantes aumenta na população. Se alguns predadores agressivos são adicionados a este mesmo riacho, a proporção de machos intensamente coloridos decresce em torno de aproximadamente cinco meses (3 a 4 gerações). O efeito dos predadores sobre a coloração de guppies foi estudado em lagos artificiais com predadores moderados, agressivos, e sem predadores, e por manipulações similares em riachos naturais (Endler, 1980).

5. Uma população natural típica de lebistes consiste de centenas de lebistes. Qual afirmação descreve melhor os lebistes de uma única espécie numa população isolada?

- a) Todos os lebistes compartilham as mesmas características e são idênticos entre si.
- b) Todos os lebistes compartilham todas as características essenciais da espécie; as variações menores que eles exibem não afetam a sobrevivência.
- c) Os lebistes são todos idênticos por dentro, mas têm muitas diferenças na aparência.
- d) Os lebistes compartilham muitas características essenciais, mas também variam em muitos atributos.

6. Aptidão (*fitness*) é um termo frequentemente usado por biólogos para explicar o sucesso evolutivo de certos organismos. Qual característica um biólogo consideraria ser a mais importante para determinar quais lebetes seriam os mais aptos?

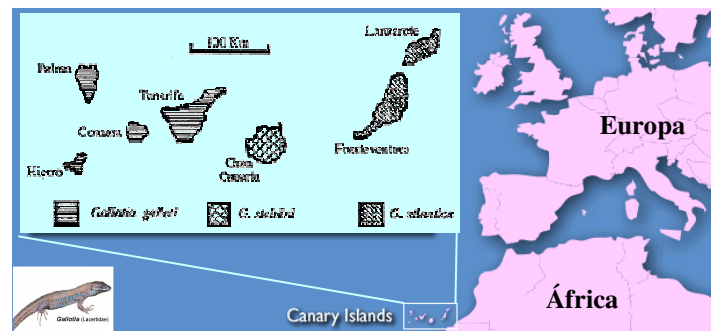
- Grande tamanho corporal e habilidade de nadar rapidamente, afastando-se dos predadores.
- Excelente habilidade de competir por comida.
- Número elevado de descendentes que sobrevivem até a idade reprodutiva.
- Número elevado de cruzamentos com muitas fêmeas diferentes.

7. Em populações de lebetes, quais são as principais mudanças que ocorrem gradualmente com o passar do tempo?

- As características de cada lebeste individual dentro de uma população mudam gradualmente.
- As proporções de lebetes com características diferentes dentro de uma população mudam.
- Os comportamentos bem sucedidos aprendidos por certos lebetes são transmitidos aos descendentes.
- Ocorrem mutações que satisfazem as necessidades dos lebetes à medida que o ambiente muda.

Lagartos das Ilhas Canárias (Questões 8-12)

As Ilhas Canárias consistem em sete ilhas logo a oeste do continente africano. As ilhas foram gradualmente colonizadas pela vida: plantas, lagartos, aves etc. Três espécies diferentes de lagartos encontradas nas ilhas são similares a uma espécie encontrada no continente africano (Thorpe & Brown, 1989). Por esta razão, os cientistas supõem que os lagartos viajaram da África para as Ilhas Canárias flutuando em troncos de árvores levados para o oceano.



8. Lagartos comem uma variedade de insetos e plantas. Qual afirmação descreve a disponibilidade de alimentos para os lagartos nas Ilhas canárias?

- Achar comida não é um problema, já que a comida está sempre disponível de forma abundante.
- Como os lagartos podem comer uma variedade de alimentos, é provável que haja comida suficiente para todos os lagartos por todo o tempo.
- Os lagartos podem sobreviver com pouca comida, portanto, o suprimento de alimentos não é importante.
- É provável que às vezes exista comida suficiente, mas outras vezes não haja comida suficiente para todos os lagartos.

9. O que você acha que acontece entre os lagartos de uma certa espécie quando o suprimento de alimento é limitado?

- Os lagartos cooperam para encontrar alimento e compartilham o que encontram.
- Os lagartos lutam pela comida disponível e os lagartos mais fortes matam os mais fracos.
- É provável que mudanças genéticas que possibilitem aos lagartos consumir novas fontes alimentares sejam nduzidas.
- Os lagartos menos bem sucedidos na competição por alimento provavelmente morrerão de fome e má nutrição.

10. Populações de lagartos são constituídas de centenas de lagartos individuais. Qual afirmação descreve o grau de similaridade que eles provavelmente apresentam.

- a) É provável que todos os lagartos na população sejam quase idênticos.
- b) Todos os lagartos na população são idênticos uns aos outros externamente, mas há diferenças em seus órgãos internos, por exemplo, em como eles digerem o alimento.
- c) Todos os lagartos na população compartilham muitas similaridades, mas há diferenças em características como o tamanho do corpo e o comprimento das garras.
- d) Todos os lagartos na população são completamente únicos e não compartilham características com os outros lagartos.

11. Qual afirmação poderia descrever quais características dos lagartos são transmitidas de uma geração de lagartos para a próxima?

- a) Lagartos que aprendem a capturar um tipo particular de inseto transmitirão a nova habilidade para a prole.
- b) Lagartos que são capazes de ouvir, mas sua audição não traz qualquer vantagem para sua sobrevivência, eventualmente deixarão de transmitir a característica da ‘audição’.
- c) Lagartos com garras mais fortes, que permitem a captura de certos insetos, têm filhotes cujas garras gradualmente se tornam ainda mais fortes, durante seu tempo de vida.
- d) Lagartos com coloração e padrões particulares nas escamas provavelmente transmitirão as mesmas características para a prole.

12. Aptidão (*fitness*) é um termo freqüentemente usado por biólogos para explicar o sucesso evolutivo de certos organismos. São apresentadas abaixo descrições de quatro fêmeas de lagartos fictícias. Qual lagarto um biólogo poderia considerar o ‘mais apto’?

	Lagarto A	Lagarto B	Lagarto C	Lagarto D
Comprimento do corpo	20cm	12cm	10cm	15cm
Prole que sobreviveu	19	28	22	26
Idade de morte	4 anos	5 anos	4 anos	6 anos
Comentários	Saudável, forte e ‘inteligente’	Copulou com vários lagartos	Tem cor escura e é rápido	Tem o maior território

- a) Lagarto A
- b) Lagarto B
- c) Lagarto C
- d) Lagarto D

MUITO OBRIGADA!

Respostas: 1 – a; 2 – b; 3 – d; 4 – c; 5 – d; 6 – c; 7 – b; 8 – d; 9 – d ; 10 – c; 11 – d; 12 – b

ANEXO III

Tradução de Anderson et al. (2002): Quadro 4- Conceitos científico e concepções alternativas abordadas no CINS Versão 3

Tópico	Conceito Científico	Concepção Alternativa
Potencial biótico	Todas as espécies têm um potencial de fertilidade tão grande que a sua população aumentaria exponencialmente se todos os indivíduos que nascessem se reproduzissem novamente com sucesso (1C, 11B)	a) Nem todos os organismos podem atingir crescimento populacional (11C) b) Organismos apenas se substituem (1A, 11A) c) Populações apresentam nível off (1B, 11D, 1D)
Estabilidade populacional	A maioria das populações são normalmente estáveis em tamanho, exceto por flutuações sazonais (3B, 12A)	a) As populações crescem em tamanho ao longo do tempo (3A, 12B) Populações diminuem (3D, 12C) c) As populações sempre flutuam amplamente/ aleatoriamente (3C, 12D)
Recursos são limitados	Os recursos naturais são limitados; nutrientes, água, oxigênio, etc necessários para os organismos vivos são limitados no fornecimento, em determinado momento (2A, 14D)	Organismos podem sempre obter o que eles precisam para sobreviver (2B, 2C, 2D, 14A, 14B, 14C)
Sobrevivência limitada	Produção de mais indivíduos do que o ambiente pode suportar leva a uma luta pela existência entre os indivíduos de uma população, com apenas uma fração sobrevivente cada geração (5D, 15D)	a) Muitas vezes existe um combate físico entre espécies (ou entre diferentes espécies) e os mais fortes ganham (5B, 15B) b) Organismos trabalham juntos (cooperar) e não concorrem (5A, 5C, 15A)
Variação da população	Indivíduos de uma população variam em suas características (9D, 16C)	Todos os membros de uma população são quase idênticos (9A, 16A) Variações só afetam a aparência exterior, não influenciam a sobrevivência (9B, 9C, 16B) Organismos de uma população não compartilham características com os outros (16D)
Variação hereditária	Muito da variação é hereditário (7C, 17D)	a) Quando uma característica (órgão) não é mais benéfica para a sua sobrevivência, os filhos não vão herdá-la (7B, 17B) b) Características adquiridos durante a vida de um organismo são herdadas pelos descendentes (7A, 17A) c) Traços que são positivamente influenciadas pelo ambiente serão herdados por descendência (7D)
Sobrevivência diferenciada	Sobrevivência na luta pela existência não é aleatória, mas depende em parte da constituição hereditária dos indivíduos sobreviventes. Aqueles indivíduos cujas características de sobrevivência ajustam-se melhor ao seu ambiente são susceptíveis de deixar mais descendentes do que os indivíduos menos aptos (10C, 18B)	a) Aptidão é igualada a força, velocidade, inteligência ou longevidade (10A, 10B, 18A, 18C, 18D) b) Organismos com muitos companheiros são biologicamente aptos (10D)
Mudanças na população	A desigualdade de capacidade das pessoas para sobreviver e reproduzir levará a uma mudança gradual na população, com a proporção de indivíduos com características favoráveis acumulando ao longo das gerações (4B, 13B)	a) As mudanças ocorrem em uma população através de uma mudança gradual de todos os membros da população (4A, 13A, 17C) b) Comportamentos aprendidos são herdados (4C, 13C) c) As mutações ocorrem para satisfazer as necessidades da população (4D, 13D)
Origem das espécies	Uma população isolada pode mudar muito ao longo do tempo que se torna uma espécie nova (8A, 20B)	a) Organismos podem intencionalmente tornar-se novas espécies ao longo do tempo (um organismo tenta, necessita ou deseja tornar-se uma nova espécie) (8C, 8D, 20A, 20D) b) Especiação é uma idéia hipotética (8B, 20C)
Origem da variação	Mutações randômicas e a reprodução sexuada produzem variações; enquanto muitas são prejudiciais ou de nenhuma consequência, poucas são benéficas em alguns ambientes (6B, 19C)	a) As mutações são respostas adaptativas específicas à agentes ambientais (6C, 15C, 19D) b) As mutações são intencionais: um organismo tenta, necessita ou deseja alterar-se geneticamente (6A, 6D, 19A, 19B)

Conceitos mobilizados neste estudo

Número das questões neste estudo e **número original** correspondente em Anderson et al., (2002):
1 - 2; 2 - 4.; 3 - 5.; 4 - 7.; 5 - 9.; 6 - 10.; 7 - 13.; 8 - 14, 9 - 15, 10 - 16; 11 - 17, 12 - 18

Conclusão Geral

A avaliação dos conhecimentos dos alunos, antes e depois das intervenções didáticas, sugere que houve ganho de aprendizagem em evolução após a intervenção, contudo, ambas as atividades, jogo e controle (que consistiu na elaboração de um cartaz), contribuíram de forma semelhante na promoção deste aprendizado.

Fatores relativos ao próprio contexto de ensino das escolas, como o tempo dedicado aos conteúdos de evolução e o preparo dos docentes para utilizar estas ferramentas, devem ser observados, a fim de se preservar o equilíbrio entre as funções lúdica e educativa dos jogos educativos.

As dificuldades apresentadas pelos sujeitos desta pesquisa sugerem a necessidade de reforçar o ensino de conceitos relativos ao pensamento evolutivo, em especial ‘mudanças na população’ e ‘origem da variação’. Concepções dos alunos referentes ao pensamento transformacional devem ser debatidas em sala de aula.

Dificuldades no comprometimento dos alunos voluntários indicaram a necessidade de haver maior envolvimento dos professores no processo da pesquisa, se possível na própria aplicação da intervenção. Sugerimos realizar o experimento em diferentes turmas de um mesmo docente (da mesma série, até mesmo em diferentes escolas), a fim de garantir o compromisso dos alunos, ao mesmo tempo em que se evita introduzir o viés de trabalhar com professores diferentes.

É recomendável a aplicação de ferramentas de avaliação de aprendizagem significativa juntamente com o questionário CINS, como, por exemplo, mapas conceituais. Porém, o sucesso deste método depende de se prover treinamento no uso da ferramenta antes do início do experimento, tempo para sua elaboração durante o experimento e, novamente, do comprometimento e da disponibilidade dos professores e estudantes.

Nunca é demais lembrar que, para muitas pessoas, o ensino médio será a primeira e última oportunidade de aprendizagem de evolução. Diante da importância deste conteúdo para a integração dos conceitos de uma disciplina muito importante na atualidade, capaz de promover a tomada de decisões e a ação cidadã críticas, a Biologia, é preciso continuar investigando estratégias que possam melhorar a aprendizagem a seu respeito.

Anexo I

Normas para submissão de trabalhos:

Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências - RBPEC

INFORMAÇÕES PARA AUTORES

Formatação do manuscrito

O manuscrito deve ser formatado de acordo com as orientações abaixo.

- Título (Arial 18 negrito) e identificação dos autores (Arial 12 negrito) em minúsculas, alinhado à direita. Seções sem numeração, em minúsculas, em Arial 16; subseções em Arial 14 (primeiro nível) e Arial 12, em minúsculas e negrito (segundo nível).
- Resumo, com extensão de até 150 palavras, em português e inglês.
- De três a seis palavras-chave, em português e inglês.
- Texto em Word 2000 para Windows ou compatível (formato: papel A4, fonte Times New Roman 12 pt., espaço simples, justificado, espaçamento 6pt depois do parágrafo, todas as margens com 2,5 cm de borda).
- Extensão média desejável de, no mínimo de 30.000 caracteres e máximo de 60.000 caracteres, com espaço.
- Figuras, tabelas e gráficos devem ser submetidas em formato compatível com o conversor Word 2000 (.gif, .jpg, .bmp).
- Indicação clara do lugar onde se incluem figuras, tabelas, gráficos etc. (se for o caso) no texto

As referências bibliográficas devem ser apresentadas após o texto, em ordem alfabética, seguindo as normas da ABNT (ver exemplos abaixo).

Livros

KRESS, G.; JEWITT, C.; OGBORN, J.; TSATSARELIS, C. **Multimodal teaching and learning: the rhetorics of the science classroom**. London: Continuum, 2001.

Capítulo de Livro

SPOERRI, T.A. Reações psicogênicas e neuroses. In: _____. **Manual de psiquiatria: fundamentos da clinica psiquiátrica**. 8.ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 1988. p. 159-72. (autor do capítulo é o mesmo autor do livro).

SEMERARO, G. Recriar o público pela democracia popular. In: FÁVERO, O.; SEMERARO, G. (Orgs.). **Democracia e Construção do Público no Pensamento Educacional Brasileiro**. 1. Petrópolis: Vozes, 2002, pp. 213-223.

Obs. página inicial e final do capítulo são obrigatórias.

Documentos cuja autoria é atribuída a uma entidade

BRASIL. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria de Educação Fundamental. **Parâmetros curriculares nacionais: Ciências Naturais**. (inserir edição). Brasília: MEC/SEF, 1998. (inserir volume).

Livro eletrônico

ALENCAR, José de. O Guarani. [S.l.]: Virtual Books, 2000. Disponível em: <indicar a URL>. Acesso em: dia, mês e ano.

Artigos em periódicos

PINTO, P. V.; OSTERMAN, F.; MOREIRA, M. A. Concepções epistemológicas veiculadas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais na área de ciências naturais de 5a à 8a série do Ensino Fundamental. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 5, n. 2, p. 5-14, 2005.

Teses, Dissertações e Monografias

PASETTO, S. C. **Os efeitos da utilização de dicas visuais no processo ensino-aprendizagem de habilidades motoras de aprendizes surdos**. 2004. 117f. Dissertação (Mestrado em Educação Física)-Faculdade de Educação Física, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

Trabalho apresentado em evento (Atas, anais, resultados, proceedings, resumos...). SANTOS, E.I.; PIASSI, L.P.C.; FERREIRA, N.C. Atividades experimentais de baixo custo como estratégia de construção da autonomia de professores de Física: uma experiência em formação continuada. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 9., 2004, Jaboticatubas. **Atas do IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2004.

Obs.

- Se a publicação for retirada de CD-ROM incluir a palavra CD-Rom ao final)
- Se o evento estiver publicado on-line mencionar o endereço eletrônico: Disponível em: <indicar a URL> Acesso em: dia, mês e ano.

Observações gerais:

- Quando existirem mais de três autores, indica-se apenas o primeiro, acrescentando-se a expressão et al. (sem itálico).
- Referência de mesmo autor(es) devem ser substituídas por um traço sublinear (equivalente a seis espaços) e ponto.

Formato de submissão

Modelo de documento compatível com o [formato de submissão](#)

Livros Grátis

(<http://www.livrosgratis.com.br>)

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)
[Baixar livros de Matemática](#)
[Baixar livros de Medicina](#)
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)
[Baixar livros de Meteorologia](#)
[Baixar Monografias e TCC](#)
[Baixar livros Multidisciplinar](#)
[Baixar livros de Música](#)
[Baixar livros de Psicologia](#)
[Baixar livros de Química](#)
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)
[Baixar livros de Serviço Social](#)
[Baixar livros de Sociologia](#)
[Baixar livros de Teologia](#)
[Baixar livros de Trabalho](#)
[Baixar livros de Turismo](#)