

O jogo *Clipsitacídeos* como estratégia didática para o ensino de evolução: Eficácia e impacto na prática docente

The game *Clipbirds* as teaching strategy in evolution education: effectiveness and impact on teaching practice

Ricardo Ferreira Machado

Universidade Estadual de Feira de Santana/Universidade Federal da Bahia
r.ricardo,cau@hotmail.com

Charbel Niño El-Hani

Universidade Federal da Bahia
charbel@ufba.br

Maria da Conceição Lago Carneiro

Instituto de Educação Gastão Guimarães/Universidade Estadual de Feira de Santana
concelago@gmail.com

Vanessa Pérpetua Garcia Santana Reis

Instituto Gastão Guimarães/Universidade Estadual de Feira de Santana/Universidade Federal da Bahia
vanesreis2@gmail.com

Cláudia de Alencar Serra e Sepulveda

Universidade Estadual de Feira de Santana
causepulveda@ig.com.br

Resumo

Este trabalho relata os resultados de um estudo sobre os efeitos do jogo *Clipsitacídeos*, como atividade integrante de uma sequência didática para ensino de evolução, na promoção da aprendizagem de conceitos e princípios que estruturam a teoria da seleção natural. Adotou-se um desenho metodológico quasi-experimental em que quatro turmas de estudantes utilizaram o jogo (grupo experimental) e quatro turmas participaram de atividade alternativa, uma aula expositiva (grupo controle). Aplicou-se o Inventário conceitual da seleção natural (CINS) antes (pré-teste) e após as intervenções (pós-teste). A comparação das médias dos escores obtidos pelo grupo experimental e pelo grupo controle no pré-teste e pós-teste mostrou que não houve diferença significativa na aprendizagem conceitual dos estudantes submetidos aos dois tratamentos. Para fins de validação social do estudo, foi realizada entrevista com as professoras envolvidas, as quais revelaram que, a despeito deste resultado, pretendem investir no jogo pelos seus efeitos motivacionais.

Palavras chave: Jogos educativos, Ensino de evolução, Inovações educacionais

Abstract

This paper reports results of a study about the effects of the Clipbirds game, as an activity included in a teaching sequence for evolution education, in promoting learning of concepts and principles that structure the theory of natural selection. A quasi-experimental design was used, with four classes using the game (experimental group) and four classes participating in an alternative activity, a lecture (control group). The Conceptual inventory of natural selection (CINS) was applied before (pretest) and after the intervention (posttest). The comparison between the average scores obtained by the experimental and the control groups in the pretest and posttest showed that there was no significant difference in students' conceptual learning between the two treatments. Focusing on the social validation of the study, interviews were conducted with the involved teachers, revealing that despite these results they intend to continue investing in the game because its motivational effects.

Key words: Educational games, Evolution education, Educational innovations

Introdução

A teoria darwinista da evolução tem um papel central na biologia, sendo fundamental para a compreensão de muitos modelos explicativos desta ciência (Sepúlveda, 2010). Além desta razão, essa teoria tem sido considerada um conteúdo fundamental no ensino médio de biologia por propiciar o entendimento de alguns processos naturais relativos a problemas sócio-científicos, como a resistência bacteriana a antibióticos e a resistência dos insetos a inseticidas. No entanto, desde os anos 1990, diversos estudos têm apontado a dificuldade de estudantes em compreender o pensamento darwinista, atribuindo-as à persistência de concepções alternativas sobre alguns dos conceitos-chave que o estruturam (Bishop e Anderson, 1990), à incompreensão da categoria ontológica em que se situa o processo de seleção natural (Ferrari e Chi, 1998), ao conflito entre aspectos da visão de mundo dos alunos e os pressupostos metafísicos do discurso científico (Smith, Siegel e McInerney, 1995; Sepulveda e El-Hani, 2012), ou à forma abstrata como esses conteúdos são trabalhados em sala de aula (Vargens e El-Hani, 2011).

Diante destes desafios, um grupo colaborativo de pesquisa que reúne professores-investigadores, pesquisadores educacionais e estudantes de graduação e pós-graduação (El-Hani *et al.* 2011), tem investigado a aplicação de uma sequência didática para o ensino da teoria da evolução por seleção natural, desenvolvida sob uma perspectiva sócio-histórica da aprendizagem, fundamentada na abordagem vygotskiana do desenvolvimento cognitivo e na concepção dialógica da compreensão desenvolvida por Bakhtin (Reis, El-Hani & Sepulveda, 2010).

Dentre as atividades que compõem a sequência didática, temos o jogo *Clipsitacideos* (Vargens e El-Hani, 2011), desenvolvido por Al Janulaw e Judy Scotchmoor, da Universidade da Califórnia, Berkeley (Janulaw & Scotchmoor, 2003), e adaptado ao contexto educacional brasileiros por Vargens e El-Hani (2011). Esse jogo simula a ação da seleção natural sobre duas populações de pássaros (representadas por dois grupos de estudantes) em territórios com condições ambientais diferentes, nas quais estão disponíveis tipos distintos de alimentos. Quando esta atividade foi incluída na sequência didática, a expectativa foi a de que a discussão dos resultados do jogo com os alunos poderia promover um contexto discursivo adequado para a introdução de conceitos estruturantes da teoria da evolução por seleção natural, como variação intrapopulacional, competição intra-específica, sobrevivência e

reprodução diferenciais, mudanças de frequências de fenótipos em uma população.

Análises de interações discursivas têm apontado que este jogo tem se mostrado promissor para este propósito em alguns contextos de sala de aula (Reis, El-Hani & Sepulveda, 2010). No entanto, tendo em vista o tempo de aula dispendido na sua realização e de trabalho docente no seu planejamento, o grupo colaborativo de pesquisa considerou relevante realizar um estudo mais sistemático da eficiência da aplicação do jogo na promoção da aprendizagem conceitual dos estudantes, quando integrado às demais atividades da referida sequência didática.

Esse artigo relata os resultados de uma pesquisa realizada para dar conta não só deste objetivo, como também do de avaliar em termos gerais o papel que a aplicação deste jogo desempenha na prática pedagógica das professoras que têm desenvolvido e investigado esta inovação educacional, sob a perspectiva delas mesmas. Na próxima seção, serão apresentados o desenho metodológico do estudo e o contexto pedagógico em que foi realizado, para que, em seguida, possam ser discutidos os resultados e tecidas algumas conclusões e perspectivas.

Metodologia

No presente trabalho, realizou-se um estudo quasi-experimental e quantitativo sobre o efeito do jogo *Clipsitacideos*, por ser este um desenho apropriado para responder à questão de pesquisa colocada, que corresponde a uma pergunta de causa e efeito, que demanda distinguir entre os efeitos da causa investigada, a participação no jogo, de uma série de outras variáveis envolvidas no trabalho pedagógico. Para analisar o papel do jogo como inovação educacional na prática pedagógica das professoras da educação básica envolvidas, foi realizado, por sua vez, um estudo qualitativo.

O primeiro estudo mencionado foi orientado pela seguinte questão de pesquisa: “Qual o efeito que o jogo *Clipsitacideos* teve na aprendizagem sobre seleção natural de estudantes do ensino médio em uma sequência didática sobre evolução?” Para responder a esta pergunta, um estudo de efetividade é necessário (Nieveen *et al.*, 2006), ou seja, um estudo experimental ou quasi-experimental do tipo caso-controle que permita distinguir, nos processos complexos e multifatoriais de ensino e aprendizagem, fatores causais e efeitos bem definidos (Vargens e El-Hani, 2011).

A complexidade do processo de ensino e aprendizagem torna desafiador identificar as causas de determinados efeitos na pesquisa educacional. Um aspecto importante destacado por Morrison (2009) é a possibilidade de uma determinada intervenção gerar efeitos não-esperados e mesmo bastante diferentes do que se pretendia. Daí a importância de realizar estudos sobre as relações entre causas e efeitos no contexto das inovações educacionais, usando número suficiente de réplicas de cada tratamento, de modo a acomodar fatores intervenientes que não sejam aqueles cujo papel causal nos interessa num dado estudo. Isso pode ser conseguido se houver uma diferença significativa nos efeitos entre casos e controles, que decorrerá com maior probabilidade do que é comum a cada réplica atribuída ao tratamento com a inovação educacional, a saber, a própria inovação.

Nesse trabalho, oito turmas do terceiro ano do ensino médio do Instituto de Educação Gastão Guimarães em Feira de Santana na Bahia foram investigadas, sendo quatro turmas atribuídas ao trabalho com o jogo *Clipsitacideos* e quatro atribuídas ao controle, uma aula expositiva abordando os mesmos assuntos envolvidos no jogo. Estas turmas diferiam, entre outras variáveis, no que diz respeito à professora responsável e ao turno de ensino. Entre as quatro turmas que constituíram o grupo controle, três eram do turno matutino e estiveram sobre a

responsabilidade da professora 1 (turmas 1, 2, 3) e uma era do turno noturno e sob a responsabilidade da professora 2 (turma I), nesse grupo 96 estudantes participaram do pré-teste e do pós-teste. De modo equivalente, entre as turmas experimentais, três eram do turno matutino com a professora 1 (turma 4, 5 e 6), e uma do turno noturno com a professora 2 (professora II), nesse grupo 74 estudantes participaram do pré-teste e do pós-teste.

A escolha das turmas que participaram do jogo ou da aula expositiva foi baseada num levantamento prévio sobre suas características. Preferimos arranjá-las de modo que turmas com características parecidas (turmas espelhadas) não se concentrassem em um mesmo grupo, mas, inversamente, fossem divididas entre os grupos experimental e controle. No caso das turmas do turno noturno, foi relatado pela professora que não havia grandes diferenças entre as duas turmas. Nesse sentido, foi decidido aplicar o jogo na turma que apresentava o melhor horário para a aplicação dessa atividade.

Para a avaliação da aprendizagem dos estudantes que participaram da aula ou do jogo, utilizou-se o inventário conceitual da seleção natural (CINS), desenvolvido e validado por Anderson e colaboradores (2002), e traduzido, adaptado e validado no contexto brasileiro pelos autores do presente estudo, antes (pré-teste) e após as intervenções (pós-teste). Este instrumento aborda os seguintes conceitos estruturantes da teoria da seleção natural: Recursos limitados; Mudança populacional; Sobrevivência limitada; Variação hereditária; Variação populacional; Sobrevivência diferenciada. Para cada conceito o questionário tem 2 questões que o abordam em cenários diferentes.

As questões do CINS possuem quatro alternativas, sendo que uma alternativa é correta (à qual é atribuído o escore de 1 ponto), sendo as demais inadequadas ou incorretas (0 ponto). A partir desta pontuação obteve-se, para o questionário, um escore total. Esse escore trouxe dados quantitativos que possibilitou posterior análise estatística. Os dados foram analisados através de uma análise de variância fatorial com nível de significância de 0,05.

Foram realizados procedimentos para avaliar se certas condições necessárias para aplicação da Análise de Variância (ANOVA) eram satisfeitas por nossa amostragem. Uma suposição importante para a aplicação da ANOVA é a de que os dados sejam distribuídos segundo uma distribuição normal. Para verificar se nossos dados respondiam a esta condição, foi aplicado o teste de normalidade de Kolmogorov-Smirnov, o qual nos levou à conclusão de que esta condição era atendida tanto pelos dados relativos ao grupo controle quanto pelos relativos ao grupo experimental. Outra condição necessária é a de homogeneidade das variâncias dos dois grupos, a qual, segundo os resultados do teste de Levene, foi aceita.

Após a obtenção dos resultados do estudo sobre os efeitos do jogo, foram realizadas entrevistas com as professoras, com o intuito de investigar a importância destes resultados para suas práticas pedagógicas, e se e como eles poderiam auxiliá-las. Ao proceder desta forma, buscou-se dar conta da validação social do estudo, um critério de rigor para as pesquisas sociais propostas por Wolf (1978). Este autor propõe que a validação social deve ocorrer em três níveis, relativos aos objetivos, aos procedimentos e aos resultados de um dado estudo, e recomenda que, para tanto, sejam coletados dados de *feedback* daqueles que estão envolvidos na pesquisa. Com a referida entrevista, objetivamos, pois, estimar o quanto os resultados, incluindo os efeitos não-esperados, satisfaziam as aspirações das professoras que desenvolvem, aplicam e investigam a sequência didática em que se insere o jogo. Foi empregada uma metodologia semelhante à entrevista de grupo focal com as duas professoras. Após serem apresentados os resultados da análise estatística da diferença entre as médias dos escores dos estudantes no pré-teste e no pós-teste, assim como as conclusões a que chegamos, foram feitas as seguintes perguntas às professoras: “Vocês esperavam este resultado? O que

ele significa para vocês? Qual atitude vocês adotarão em relação ao jogo diante deste resultado”?

Resultados e discussão

Na Figura 1, são apresentadas a comparação entre as médias dos escores dos estudantes no pré-teste e no pós-teste o grupo controle e experimental através de uma ANOVA. Os resultados mostram que o grupo controle tinha, no pré-teste, maior conhecimento em relação aos conteúdos investigados pelo CINS ($p=0,59800$). Comparando pós-teste e pré-teste, houve diferenças entre as médias no experimento e no grupo controle, isso indica ganho de aprendizagem tanto no jogo quanto na aula expositiva ($p=0,59800$). Quando se compara o pós-teste entre o grupo controle e experimental, observa-se que não houve diferença significativa ($p=0,59800$), logo a aula expositiva e o jogo tiveram o mesmo efeito na aprendizagem dos estudantes sobre os conteúdos analisados pelo questionário CINS.

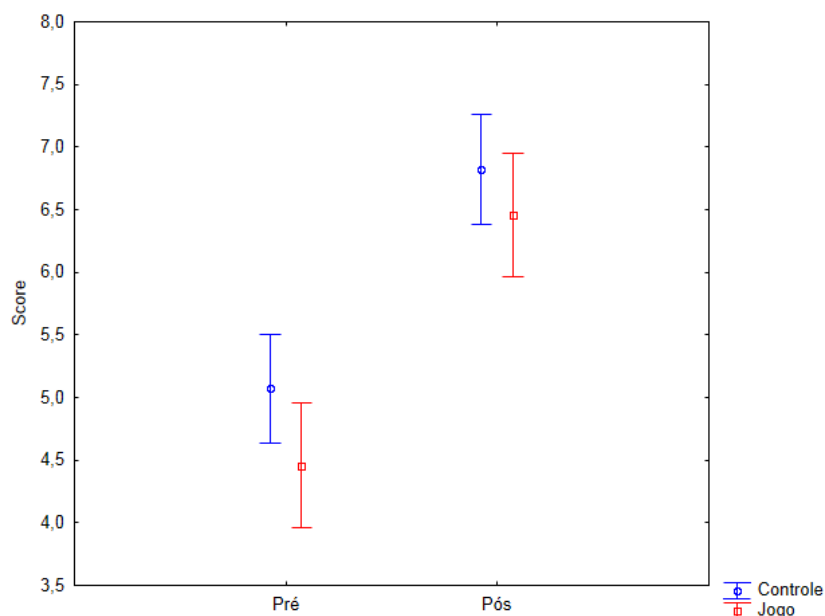


Figura 1: Gráfico de comparação do Pré-teste com o Pós-teste e comparação entre o Pós-teste do grupo Controle e do grupo Experimental. $F_{(1, 336)}=0,27855$, $p=0,59800$

O jogo *Clipsitacídeos* e sua repercussão na prática docente

Segundo a professora 1, os resultados encontrados no presente estudo a surpreenderam. Para ela, as aulas com os jogos são mais interativas e o conteúdo da seleção natural pode ser visualizado e vivenciado pelos estudantes de forma menos abstrata. De acordo com Vargens e El-Hani (2011), a abordagem abstrata dos conteúdos relacionados à seleção natural é um problema relevante para a compreensão efetiva desses conteúdos por parte dos estudantes. Assim, a argumentação da professora revela sua apreciação da importância dessa atividade nas aulas sobre a teoria darwinista da evolução.

Além disso, a professora 1, partindo das suas observações na aplicação do jogo *Clipsitacídeos* ao longo de três anos, afirma que esse recurso didático tem um papel fundamental para a compreensão pelos estudantes dos princípios necessários para que ocorra a evolução por seleção natural. Durante o jogo, os estudantes tomam contato, de forma interativa, com a variação intrapopulacional, a hereditariedade, a seleção, a competição e a sobrevivência para a reprodução. Todos esses aspectos são abordados pelo jogo, no qual os estudantes assumem a figura de um pássaro dentro de uma população com certa composição fenotípica e

submetida a um dado ambiente, com oferta de determinados alimentos. Além disso, este ambiente está sujeito a mudanças que afetam de forma direta a sobrevivência desses pássaros a cada geração, e são representadas duas populações de pássaros em ambientes diferentes, com a disponibilidade de alimentos ao longo tempo atuando como regime seletivo distinto em cada ambiente, o que leva à divergência morfológica das duas populações.

As duas professoras consideraram que os resultados obtidos na pesquisa não eram suficientes para que decidissem retirar o jogo da sequência didática. Ambas argumentaram que, a despeito de não ter apresentado resultados distintos daqueles obtidos com a aula expositiva no que diz respeito à aprendizagem conceitual sobre a seleção natural, o jogo cumpre um papel importante não só na motivação dos estudantes para o trabalho com o tema em sala de aula, como também na motivação e mobilização dos próprios professores para planejar coletivamente inovações a serem implementadas em sala de aula. Este segundo aspecto foi enfatizado nas falas da professora Professora 2:

Acho que o jogo Clipsitacídeos precisa ser mantido como uma estratégia didática da sequência didática para o ensino de evolução. Entendo que o jogo foi validado para essa sequência por sua capacidade de mobilizar os professores e os estudantes.

Tendo isso em vista, a Professora 2 ressalta a importância dessa atividade na mobilização dos estudantes para a participação na aula:

“Com o uso do jogo sentimos que o aluno passa a ser um agente ativo no contexto sociocultural da sala de aula. Nessas aulas, com o uso de jogos, por exemplo, temos uma descentralização da dinâmica do aprendizado, dando mais autonomia aos estudantes; percebemos os estudantes mais vivos, mais ativos. Entendo que essa participação do estudante é algo fundamental na sala de aula, quando o estudante interage na aula acredito que as possibilidades de aprendizado se expandem” (Professora 2).

Para além da motivação dos estudantes, o uso de jogos como o clipsitacídeos nas aulas tem aumentado a interação entre os professores da mesma disciplina, como pode ser observado na fala da Professora 2:

Os professores desde o processo de organização dessa atividade que acontece de forma colaborativa... Além disso, há uma motivação de um professor com o outro, ou seja, um professor motiva o outro durante essa atividade (Professora 2).

Nessa fala, percebemos que o jogo *Clipsitacídeos* tem um papel importante na sequência didática também como elemento motivador do trabalho docente colaborativo. A organização, o planejamento e a aplicação dessa atividade demandam discussões entre as professoras, para que estruturam a atividade de forma articulada na sequência didática. Para a Professora 2, os momentos de discussão para aprimoramento dessa atividade são importantes na sua prática enquanto professora, uma vez que, nesses momentos, ela se sente motivada por suas colegas a trazer inovações para as suas aulas. De acordo com Veiga (2003) “a inovação procura maior comunicação e diálogo com os saberes locais e com os diferentes atores e realiza-se em um contexto que é histórico e social, porque humano”. Assim, observamos que a comunicação entre os atores da escola é algo fundamental no processo de produção de inovações educacionais. O relato das professoras sugere que o jogo tem cumprido o papel de propiciar e assegurar estes momentos de comunicação e diálogo, os quais, partindo da discussão de aspectos procedimentais e metodológicos da aplicação do jogo em sala de aula e de sua inserção como estratégia de uma sequência didática, dão lugar a reflexões mais abrangentes sobre a implementação de práticas inovadoras.

Para a professora 1, a aplicação não só dos jogos como de outras atividades inovadoras cumpre, do ponto de vista de sua comunidade escolar, tanto o papel de motivação pessoal,

pelo caráter desafiador que atribui à sua prática profissional, quanto o de propiciar o fortalecimento de processos colaborativos de organização do trabalho docente entre as professoras da mesma área:

“estratégias como jogos, aulas práticas ou um vídeo é algo extremamente importante em minha prática. Isso me motiva espetacularmente, me sinto bem em levar novos materiais para a sala de aula. Essas atividades são desafiadoras e inovadoras e isso é importante em minha prática. Percebo um fortalecimento dos laços entre os professores das mesmas disciplinas. Conseguimos discutir e planejar cautelosamente as nossas atividades” (Professora 1).

Considerações finais

Os resultados obtidos nesse trabalho mostraram que jogo *Clipsitacídeos* e a aula expositiva tiveram efeitos semelhantes no desenvolvimento da aprendizagem dos estudantes sobre a seleção natural, mostrando-se igualmente eficazes no ensino da teoria darwinista da evolução. Estes resultados têm similaridade com achados anteriores na pesquisa com o jogo *Clipsitacídeos* (Vargens e El-Hani, 2011).

Para além dos objetivos iniciais deste estudo, foram gerados alguns dados a respeito da importância da introdução de jogos ou qualquer atividade tida como inovadora para os professores de uma comunidade escolar, que extrapolam a questão da promoção da aprendizagem dos estudantes e dizem respeito ao seu papel no desenvolvimento da prática pedagógica dos professores. De acordo com a reflexão das professoras envolvidas na pesquisa, a despeito de não apresentar, segundo os dados obtidos nesta investigação, efeito significativamente diferente de outras atividades consideradas menos inovadoras, como a aula expositiva, o jogo tem desempenhado o importante papel de propiciar o diálogo entre professores que estão implementando inovações educacionais de modo colaborativo.

Diante desses resultados, observamos a necessidade de investigar de forma mais sistemática o papel motivador que o jogo apresenta para os estudantes, conforme informado pelas professoras. Isso mostra a importância de considerar em estudos futuros não somente o engajamento cognitivo, mas também o engajamento comportamental dos estudantes na atividade (Fredericks et al., 2005).

Referências

- ANDERSON D.L., FISHER K.M., NORMAN G.J. Development and evaluation of the Conceptual Inventory of Natural Selection. **J. Res. Sci. Teach**; 39 (10): 952–978. 2002.
- BISHOP, B.A., ANDERSON, C.W. Student conception of natural selection and its role in evolution. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 27, n. 5, pp.415-427.1990.
- FERRARI, M. & CHI, M.T.H. The nature of naïve explanations of natural selection. *International Journal of Science Education*, v. 20, n. 10, pp. 1231-1256, 1998.
- FREDERICKS, J.A., BLUMENFELD, P., FRIEDEL, J., & PARIS, A. School engagement. In K.A. MOORE & L. LIPPMAN (Eds.) *What do children need to flourish?: Conceptualizing and measuring indicators of positive development*. New York, NY: **Springer Science and Business Media** (2005).
- EL HANI, Charbel Niño ; ALMEIDA, C.A ; REIS, V.P.G. ; MUNIZ, C. R. R. ; CARNEIRO, M. C. L. ; TELES JUNIOR, J. B. ; SEPULVEDA, Claudia . A natureza da pesquisa docente: a experiência de um grupo colaborativo de pesquisa. In: **VIII Encontro de Nacional de**

Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CIEC), 2011, Campinas. Atas do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC) e I Congresso Iberoamericano de Investigación en Enseñanza de las Ciencias (CIEC). Campinas: ABRAPEC, 2011. v. 01.

JANULAW, A.; SCOTCHMOOR, J.. Clipbirds. Disponível em: <http://www.ucmp.berkeley.edu/education/lessons/clipbirds/> (Acesso em: 25/04/11) 2003

JENSEN, M.S.; FINLEY, F.N. Changes in students' understanding of evolution resulting from different curricular and instructional strategies. **Journal of Research in Science Teaching**, v.33, n.8, pp.879-900, 1996.

MORRISON, K. Causation in educational research. Routledge. **Taylor & Francis Group**. 2009

NIEVEEN, N., MCKENNEY, S.; VAN DEN AKKER, J. Educational design research: the value of variety. In: Van den Akker, J., Gravemeijer, K, McKenney, S.; Nieveen, N. (Eds). Educational design research. **London: Routledge**, pp.151-158. 2006

REIS, V. P. G. S.; EL-HANI, C. N. & SEPULVEDA, C. Aplicação e teste de uma seqüência didática sobre evolução no ensino médio de biología. In: JÓFILL, Z. & ALMEIDA, A. V. (Orgs.). **Ensino de Biologia, Meio Ambiente e Cidadania: Olhares que se Cruzam** (2a Ed.). Recife-PE: UFRPE. 2010.

SEPULVEDA, C.; EL HANI, C. Niño. Obstáculos epistemológicos y ontológicos en la comprensión del concepto darwinista de adaptación: implicaciones en la enseñanza de evolución. In: Molina Andrade, A.. (Org.). **Algunas aproximaciones a la investigación en educación en enseñanza de las Ciencias Naturales en América Latina**. 01 ed. Bogotá: Universidad Distrital Francisco José de Caldas, 2012, v. 01, p. 89-113.

SEPULVEDA, C.. **Perfil conceitual de adaptação: Uma ferramenta para a análise de discurso das salas de aula de biologia em contextos de ensino de evolução**. Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências) - Universidade Federal da Bahia. 2010

SMITH, M. U.; SIEGEL, H.; McINERNEY, J.D. Foundational issues in evolution education. **Science & Education**, v.4, pp. 23-46, 1995.

VARGENS, M. M. F.; EL-HANI, C. N.. Análise dos efeitos do jogo Clipseitacédeos (clipbirds) sobre a aprendizagem de estudantes do ensino médio acerca da evolução. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, p. 143-168, 2011.

VEIGA, I. P. A.. Inovações e projeto político-pedagógico: uma relação regulatória ou emancipatória?. **Cadernos do CEDES (UNICAMP)**, Campinas, v. 23, n.61, p. 267-281, 2003.

WOLF, M.M. Social validity: the case for subjective measurement or How applied behavior analysis is finding its heart. **Journal of Applied Behaviour Analysis**, v. 11, n. 2, 1978, pp. 203-214.