

Jogo didático e Estratégias Evolutivamente Estáveis

Games and Evolutionary Stable Strategy

Thiago Vidotto

Departamento de Biologia Geral, Centro de Ciências Biológicas
Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná, Brasil
thiagovidotto@gmail.com

Rogério Fernandes de Souza

Professor do Departamento de Biologia Geral– EL
rogfs@uel.br

Mariana A. Bologna Soares de Andrade

Professora do Departamento de Biologia Geral-UEL
mariana.bologna@gmail.com

Resumo

A utilização de jogos como material didático é uma alternativa significativa para os processos de ensino e aprendizagem, pois permite aos alunos a elaboração de um raciocínio que o possibilita resolver problemas utilizando conceitos que já foram abordados e, também, permite aos professores utilizar o jogo como instrumento de avaliação da aprendizagem. Professores em formação em Ciências Biológicas testaram a efetividade de um jogo que abordava Estratégias Evolutivamente Estáveis. O jogo mostrou-se efetivo na abordagem de conteúdos relacionados à teoria dos jogos e mais especificamente às EEE. A abordagem de conteúdos relacionados à teoria dos jogos e, mais especificamente às estratégias evolutivamente estáveis, parece ser importante para o desenvolvimento de uma lógica consistente em termos do desenvolvimento histórico e biológico das relações sociais entre humanos e outros organismos. As transcrições dos alunos sugeriram que de fato o jogo é interdisciplinar e trouxe vantagens para a aprendizagem do conteúdo de evolução.

Palavras chave: ensino de biologia, jogos didáticos, estratégias evolutivamente estáveis

Abstract

The use of games as an alternative educational material is quite advantageous for learning and teaching process because it allows students to development of reasoning that allows to solve problems using concepts that have already been addressed, and also allows teachers to use the game as a tool for assessing learning. Teachers in training on Biological Sciences tested the effectiveness of a game with Evolutionarily Stable Strategy (ESS) content. The game proved to be effective in addressing content related to game theory and more specifically to the ESS. The approach of content related to game theory, and more specifically to the (ESS), seems to be

important for the development of a consistent logic in terms of the historical development of biological and social relationships between humans and other organisms. The transcripts of students suggested that in fact the game is interdisciplinary and brought advantages for the learning of evolution.

Key words: biology teaching, games, Evolutionary Stable Strategy

Introdução

A utilização de jogos como material didático é uma alternativa significativa para os processos de ensino e aprendizagem, pois permite aos alunos a elaboração de um raciocínio que o possibilita resolver problemas utilizando conceitos que já foram abordados e, também, permite aos professores utilizar o jogo como instrumento de avaliação da aprendizagem. Além disso, tal experiência propicia socialização, que também colabora para a construção de conhecimentos mais consistentes e elaborados pelos alunos, uma vez que a argumentação entre os participantes quase sempre é necessária (CAMPOS; BORTOLO; FELÍCIO, 2002).

O jogo didático no ensino de ciências tem como objetivo proporcionar a aprendizagem de forma lúdica, diferentemente dos materiais pedagógicos como o livro didático e apostilas (GOMES et al, 2001; CUNHA, 1988). O jogo didático, segundo Kishimoto (1996), não é o fim, mas uma possibilidade de condução do conteúdo específico resultando em um empréstimo da ação lúdica para a compreensão de informações. Além disso, apresenta diversas vantagens, pois melhora o desempenho de alunos em conteúdos que são considerados mais complexos e de difícil entendimento (GOMES et al, 2001; CUNHA, 1988).

A efetividade do ensino de evolução no Ensino Médio parece ser influenciada por diversos fatores, como conceitos prévios dos alunos, conhecimento sobre epistemologia científica, visão geral do mundo biológico, religião, aceitação da teoria evolutiva, grau de escolaridade dos pais e renda mensal familiar (SOUZA et al., 2010; ALTERS & NELSON, 2002). Além desses fatores, a efetividade do ensino de evolução também se deve aos professores formados em biologia, que muitas vezes ensinam da mesma forma que foram ensinados (TOBIN et al. 1994), ou que terminam a graduação com pouco conhecimento sobre o assunto (SUNDBERG & DINI, 1993).

A orientação para a elaboração do jogo foi a ideia de que é possível que se compreenda os processos evolutivos que ocorrem em populações naturais através de simulações que se baseiem em Estratégias Evolutivamente Estáveis (EEE).

A partir do estudo do comportamento animal, diversos modelos emergiram a fim de explicar como animais interagem com o ambiente e entre si. A teoria dos jogos evolutivos foi originada do artigo "The Logic of Animal Conflict" de Maynard Smith & Price (1973). A teoria dos jogos é bastante apropriada para analisar situações de competição entre indivíduos de uma população e foi originalmente desenvolvida para estudos econômicos. Maynard Smith e Price (1973) consideram uma população na qual seus membros são aleatoriamente dispostos em pares para jogar um jogo bimatricial, ou seja, com dois jogadores.

Em termos biológicos, membros de uma espécie em questão competem entre si e a recompensa dessa situação é uma maior chance de sobrevivência, seguida da passagem dos genes para as próximas gerações. Numa população natural, é possível que ocorra uma um equilíbrio pelas forças da seleção natural até o ponto que ele não seja abalado por indivíduos que eventualmente tirariam vantagem (trapaceiros) do grupo estável (SMITH & PRICE, 1973). Portanto, numa Estratégia Evolutivamente Estável (EEE), indivíduos que tenham aderido a uma estratégia alternativa àquela mais prevalente, terão um pior desempenho. Krebs

& Davies (1966) descrevem que podem ser analisados dois tipos de competição através da teoria dos jogos: uma delas envolve exaustão por espera e a outra envolve competições violentas onde podem ocorrer injúrias e até morte. No caso da espera por exaustão, por exemplo, considerando que tal comportamento seja herdável, os indivíduos que esperarem mais conseguirão botar seus ovos, logo, terão mais filhotes. Espera-se que a população evolua sempre para maiores tempos de espera, no entanto, se observa que o recurso também tem um valor que não é excedido. No segundo tipo de disputa, os indivíduos competem por recursos podendo haver lutas violentas ou apenas demonstrações de força e poder.

Pode se dizer que o comportamento animal é relacionado com os genes que ele possui e, desse modo, a evolução por seleção natural o favorece de modo a alterar sua frequência ao longo das gerações (DAWKINS, 1976). Dawkins propõe através da teoria do gene egoísta que o altruísmo, no nível individual, pode ser um meio pelo qual os genes maximizam seus “próprios interesses”. Deste modo, a evolução desse comportamento ao longo das gerações é, de fato, determinado pela sua correlação com um grupo particular de genes que interagem de forma complexa com o ambiente.

A utilização de jogos para a análise do comportamento humano e a sua correlação com o seu passado evolutivo tem sido alvo de pesquisa por inúmeros autores (ALENCAR E YAMAMOTO, 2008; GÜTH & TIETZ, 1990; NOWAK et al., 2002). Güth e Tietz (1990) elaboraram um jogo chamado *Ultimatum*, que simula uma situação onde dois jogadores interagem como em um enigma do prisioneiro. No jogo, dois participantes (prisioneiros) representam situações de barganha, onde podem ocorrer ou não situações de conflito entre eles. O jogador 1 e 2 podem distribuir uma quantidade de dinheiro, onde, primeiramente, o jogador 1 determina uma quantia de dinheiro que o jogador 2 pode aceitar ou induzir conflito. Os autores verificaram quais eram as probabilidades de cada aceite ou rejeição quando os jogadores eram informados da quantia em jogo. Após a publicação de Güth, Nowak et al. (2002) alteraram o jogo e criaram uma situação onde vários jogadores interagem repetidamente entre si. Tais experimentos demonstraram que o comportamento dos participantes no jogo não dependia do sexo, idade, escolaridade nem do conhecimento matemático dos jogadores. Além disso, a quantidade de dinheiro envolvido tinha pouco efeito nos resultados.

A possibilidade da utilização da teoria dos jogos e suas vertentes no ensino de evolução, com ênfase em psicologia evolutiva, parece ser efetiva para que alunos compreendam a complexidade da relação entre a evolução do comportamento por seleção natural (ALENCAR & YAMAMOTO, 2008), sendo essa interface realizada pelo conceito de Estratégia Evolutivamente Estável (EEE).

Schwartz e colaboradores (2004) afirmam que, para ensinar ciências, deve-se ter conhecimento dos conceitos e abordagens eficazes sobre a natureza e investigação da ciência, bem como conhecimento pedagógico. Baseado nessa premissa, a formulação de um jogo didático interdisciplinar que simule uma população natural em uma EEE e que abranja conceitos de evolução, ecologia, etologia e filosofia parece ser uma ferramenta inovadora para a análise de aspectos envolvidos desde conhecimentos prévios, aprendizagem e valores éticos e morais de um grupo de estudantes. Quando se fundamentam em diversas áreas do conhecimento (MUNK, 2000), os jogos permitem a execução de discussões em sala de aula, tão incomuns e necessárias em instituições de ensino (TOBIN et al., 1994; ALTERS & NELSON, 2002).

A partir do jogo elaborado, o objetivo deste trabalho foi avaliar o papel do mesmo para o estabelecimento de relações conceituais entre professores em formação inicial – em um Curso de ciências Biológicas - e contribuições para o ensino de biologia.

Metodologia

Este trabalho caracterizou-se pela elaboração e aplicação de um jogo com a temática das Estratégias Evolutivamente Estáveis. Entrevistas são conversas intencionais que envolvem duas ou mais pessoas (MORGAN, 1988) e o foco delas deve ser sugerido pelo contexto em que os participantes se encontram (BOGDAN & BIKLEN, 1991). Baseando nesses pressupostos, foi desenvolvida uma entrevista semi-estruturada, que teve por objetivo obter dados comparáveis entre vários indivíduos (BOGDAN & BIKLEN, 1991) a partir de um roteiro-questionário formulado previamente. Dez estudantes de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas e, portanto, professores em formação inicial, participaram do jogo elaborado por aproximadamente uma hora. Durante esse período, os participantes foram filmados enquanto jogavam e também, durante a entrevista semi-estruturada, tiveram suas falas gravadas em áudio para que estas fossem analisadas. As falas coletadas pela entrevista foram transcritas e organizadas em três categorias de análise baseadas na semelhança de seus conteúdos. As categorias são: (i) andamento do jogo, (ii) funcionalidade do jogo e (iii) discussões que surgiram.

Dinâmica do jogo

Primeiramente, alunos de uma turma foram separados em grupos que continham a seguinte proporção: um indivíduo egoísta para cada sete altruístas (1:7). Na atividade realizada, havia 12 jogadores, de modo que a proporção 1:7 fosse mantida com um egoísta para cada sete altruístas. Em salas de aula com, por exemplo, 30 alunos, haveria dois egoístas para cada 14 altruístas, sendo que os outros jogadores seriam considerados os indivíduos das gerações seguintes, já que seriam convidados para as próximas rodadas. Os alunos, em grupo, representam uma população de organismos pré-humanos. Cada participante recebeu diversas cartelas idênticas (Figura 1) contendo as respectivas informações: o tipo de comportamento que ele apresentaria (egoísta ou altruísta), a quantidade de pontos que eles teriam inicialmente, a quantidade de pontos que estes ganhariam ou perderiam com a interação como outros membros do grupo e as rodadas designadas, todas com locais para preenchimento de valores de interação. Cada um dos participantes foi instruído a manter seu comportamento em sigilo.


Em cada rodada - que representa uma geração - os alunos eram estimulados a encontrar outro parceiro, com o qual interagiriam de acordo com o seu comportamento previamente estabelecido. Após o encontro, estes deveriam assinalar a interação que realizaram, somando ou subtraindo pontos de vida, de acordo com o comportamento do seu parceiro. A interação ocorreria na revelação discreta sobre a forma de comportamento dos dois interagentes, de modo que eles pudessem assinalar em sua cartela, de acordo com o tipo de interação que realizaram, o total de perda ou ganho de pontos que tiveram, de acordo com o seguinte padrão:

- Interação entre dois indivíduos egoístas: ambos perderiam dois pontos;
- Interação entre um indivíduo egoísta com um altruísta: o altruísta perderia três pontos e o egoísta ganharia três;
- Interação entre dois indivíduos altruístas: ambos ganhariam dois pontos.

Cada aluno poderia optar por interagir ou não com um participante em cada rodada, desde a primeira rodada do jogo. Caso um dos participantes optasse por não interagir com o outro, este deveria se virar de costas para o outro indivíduo. Nesse momento, ambos perderiam um ponto de vida.

Uma rodada consistiria em um tempo em que os participantes teriam para se espalhar aleatoriamente pelo local da dinâmica até que o pesquisador sinalizasse o momento da interação. Quando um participante conseguisse somar na cartela 10 pontos, ele estaria apto a se reproduzir. Nesse momento, ele convidaria um novo participante da sala de aula e

entregaria a ele cinco cartelas com o mesmo comportamento que ele apresentava. O novo jogador deveria assinalar as suas interações a partir da rodada em que este entrou no jogo. Por outro lado, cada indivíduo que tivesse seus pontos reduzidos à zero deveria se retirar do jogo, não voltando mais a participar dele. Os participantes que saíam do jogo foram instruídos a manter sigilo sobre o seu comportamento. O vencedor do jogo seria o indivíduo que tivesse conseguido se reproduzir mais ao longo das rodadas.

Eu sou egoísta:  Começo com 5 pontos	Rodada	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	Interação:	(A) +3 =																									
	(E) -2 =																										
	(X) -1 =																										
Obs: somando 10 pontos você se reproduz; somando 0 (zero) pontos, você morre.																											
Tipos de interação:		(A) = altruísta (E) = egoísta (X) = rejeitei a interação																									


Eu sou altruísta:  Começo com 5 pontos	Rodada	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	
	Interação:	(A) +2 =																									
	(E) -3 =																										
	(X) -1 =																										
Obs: somando 10 pontos você se reproduz; somando 0 (zero) pontos, você morre.																											
Tipos de interação:		(A) = altruísta (E) = egoísta (X) = rejeitei a interação																									

Figura 1. Cartelas dos participantes egoístas e altruístas. Cada rodada deveria ser preenchida com o tipo de interação obtida, sendo: A - interação com um altruísta, E – interação com um egoísta e X – nenhuma interação.

Após o desenvolvimento do jogo, os estudantes participaram de uma entrevista coletiva, cujas discussões foram orientadas por três questões problematizadoras sobre o tema abordado no jogo, estratégias evolutivamente estáveis e fatores genéticos relacionados a elas.

Resultados e Discussão

Os resultados e discussão serão apresentados seguindo as categorias estabelecidas: (i) andamento do jogo, (ii) funcionalidade do jogo e (iii) discussões que surgiram.

Categoria 1: Andamento do jogo

Em relação ao andamento do jogo, pode-se dizer que o jogo motivou os alunos durante a sua execução. Algumas das falas estão dispostas abaixo.

1. "Eu era egoísta e interagi logo de cara com 3 ou 4 altruístas e por isso consegui me reproduzir antes deles."
2. "Quando eu percebi que X era egoísta, eu passei a ignorá-la."
3. "Eu era altruísta e consegui me reproduzir na vigésima rodada."
4. "Quando eu reproduzi, eu percebi que a minha prole também era egoísta e então eu não interagia com ela."
5. "Eu percebi na segunda rodada que Y era altruísta porque eu vi as expressões durante as interações."
6. "Quando Z se reproduziu, fiquei pensando que ela deveria ser egoísta, por que ela reproduziu muito rápida".

Pode-se considerar que o jogo permitiu aos estudantes perceber as relações existentes e elaborarem estratégias para a sua "manutenção" e "reprodução" na atividade. Além disso,

tais falas representam o entendimento de como o jogo funciona e quais são os componentes principais que determinam o seu funcionamento como dinâmica entre participantes.

Categoria 2: Funcionamento do jogo

Falas que constituem o grupo “funcionamento do jogo” são dispostas a seguir.

1. *"Gostei muito do resultado do jogo, as discussões podem ser muito variadas."*
2. *"A prática em si não é difícil. o que parece ser complicado para os alunos é entender a relação do assunto abordado e o jogo. Eu recomendaria uma aula teórica antes."*
3. *"Muito legal a ideia do jogo, foi bastante instigante, tanto que depois que eu perdi, fiquei discutindo sobre isso com os outros jogadores."*
4. *"É muito divertido."*
5. *"Achei super legal, dá muita vontade de continuar jogando."*

É visível que os alunos se sentiram motivados com o jogo, de modo que seja possível, além de utilizá-lo para professores em formação, aplicá-lo em salas de aula para alunos do Ensino Médio. A transcrição 1 indica que as discussões após o jogo podem ser variadas, pois na circunstância em que elas ocorreram, muitas dúvidas e assuntos distintos surgiram (Categoria 3). A análise da estrutura do jogo também é importante em termos de preparação de materiais didáticos alternativos, como jogos e outros. Esse jogo, elaborado por um recém licenciado em Ciências Biológicas, trouxe, além de todas as aplicações do método, muito mais conhecimento em diversas áreas da ciência, incluindo a epistemologia dela. Por esse motivo, a elaboração do jogo também trás vantagens à futuros professores.

A transcrição 2 afirma que o entendimento da ponte assunto-jogo possa ser prejudicado caso não haja uma aula teórica prévia. Certamente tal sugestão é bastante importante, visto que o sujeito que a fez é um professor em formação e possivelmente teve dificuldades em salas de aula quando exerceu seu estágio em ensino. Fundamentalmente, as estratégias mais comumente utilizadas em sala de aula consistem em utilizar recursos existentes na escola e também recursos que sejam possíveis de serem obtidos pelo professor por sua própria conta. O jogo formulado apresenta vantagens nesse aspecto, pois os materiais a serem utilizados são simples: as cartelas impressas, lápis/caneta e um ambiente grande para movimentação dos alunos. Também baseado nesse pressuposto, a participação dos professores em formação na execução desse jogo pode contribuir para que eles, quando professores licenciados, levem à escola tal metodologia (TOBIN et al., 1994), assim como foram estimulados a questionar sobre o conhecimento pedagógico e como ele pode interferir no processo de aprendizagem (Schwartz et al., 2004).

Categoria 3: Discussões

Num momento após o jogo, os alunos chegaram a diferentes conclusões, dúvidas e contaram sobre sua experiência durante sua formação inicial. Além disso, reflexões que permitem integração das experiências dos alunos com as do jogo, promovem maior aprendizado, uma vez que esse conhecimento passa a fazer parte dos outros já adquiridos pelos alunos. Como o jogo tinha como objetivo promover discussões de diferentes áreas, ele parece ser eficiente em tal aspecto. Gomes et al. (2001) afirma que o jogo promove a aprendizagem de forma lúdica, ou seja, os professores em formação resgataram grande parte dos conteúdos de evolução e genética durante a discussão sem que estivesse ocorrendo um modelo tradicional de ensino, como no caso de um professor que apenas comunica o conteúdo

a um aluno. As discussões tiveram diferentes ramos, como evolução humana, surgimento da linguagem, genética, psicologia e outras. Esse resultado confirma que o jogo pode ser considerado interdisciplinar (MUNK, 2000). Também foi identificado que o jogo tornou mais simples a comunicação dos conteúdos de genética e evolução, frequentemente considerados como de difícil entendimento por graduandos (ALENCAR & YAMAMOTO, 2008).

1. *"Entendo que os genes possam ter envolvimento com o comportamento, embora a experiência dos indivíduos tenha tanta importância quanto a constituição dos seus genes."*
2. *"Alguns comportamentos podem ser selecionados pelo ambiente devido à constituição do organismo."*
3. *"Existem vários níveis de cuidado parental, quando a relação dele é inferior, numa situação de salvar um parente, isso tem envolvimento com os seus genes?"*
4. *"A linguagem aumenta consideravelmente o aprendizado, embora ela não seja essencial para a identificação de quem possui cada comportamento."*
5. *"A linguagem parece aumentar o poder de coesão de uma forma muito mais eficiente."*

Consideramos significativas as discussões geradas após o jogo, os recortes apresentados nesta categoria foram selecionados para mostrar a diversidade de questões que surgiram após as rodadas. Compreendemos que esses tópicos surgiram por ser uma discussão entre estudantes de um curso de biologia, e, desta forma, as relações com conteúdos de genética e evolução humanos são mais facilmente estabelecidas. Entretanto, consideramos significativa a possibilidade da dinâmica do jogo ocorrer e o surgimento de temas de comportamento.

Considerações finais

A partir das categorias de análise, foi possível identificar diferentes caminhos da discussão do jogo, comprovando que ele apresenta características interdisciplinares. Além disso, professores em formação contribuem bastante para o desenvolvimento e organização de novas metodologias, demonstrando que eles, enquanto graduandos encontram-se disponíveis para testar novas metodologias de ensino. Com isso, permitem-se reformulação de noções sobre a ciência. Segundo Kishimoto (1996), os jogos podem contribuir para a aprendizagem, pois não terminam durante a sua realização. Isso foi verificado devido às discussões que, encaminhadas pelo roteiro, tiveram várias vertentes. A simplicidade do jogo, enquanto prática trouxe maior facilidade para a aprendizagem e também entusiasmo dos alunos para aprofundamento dos conceitos que são expostos de forma lúdica, incluindo o entusiasmo para questionamento do procedimento e estrutura do jogo, que também os motiva a construir tais tipos de materiais. A abordagem de conteúdos relacionados à teoria dos jogos e, mais especificamente às estratégias evolutivamente estáveis, parece ser importante para o desenvolvimento de uma lógica consistente em termos do desenvolvimento histórico e biológico das relações sociais entre humanos e outros organismos. As transcrições dos estudantes sugeriram que de fato o jogo é interdisciplinar e trouxe vantagens para a aprendizagem do conteúdo de evolução. Além disso, no ensino de evolução, os jogos parecem ser importantes para que o conhecimento dos alunos seja efetivo, de modo que eles devam compreender conceitos e mecanismos, além da diversidade disciplinária do conteúdo, que aborda conceitos desde genética até psicologia. Além disso, o jogo contribuiu de forma bastante efetiva para a discussão entre alunos e entre professor e alunos, prática bastante incomum no ensino brasileiro (TOBIN et al., 1994; ALTERS & NELSON, 2002).

A partir desta análise inicial sobre o jogo, serão desenvolvidas propostas com alunos

ensino médio. Além do jogo, as discussões que surgiram entre os professores em formação poderão ser temas orientadores de discussões com os alunos do ensino médio.

Referências

- ALENCAR, A. I.; YAMAMOTO, M. E. A teoria dos jogos como metodologia de investigação científica para a cooperação na perspectiva da Psicologia Evolucionista. **Psico**, 39:522-529, 2008.
- ALTERS, B.; NELSON, C. E. Perspective: teaching evolution in higher education. **Evolution**. 56:1891–1901, 2002.
- BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação. Uma Introdução à Teoria e aos Métodos**. Porto: Porto Editora. (Trabalho original em inglês publicado em 1991).
- CAMPOS, L. M. L.; BORTOLOTO, T. M.; FELÍCIO, A. K. C. A Produção de Jogos Didáticos para o Ensino de Ciências e Biologia: Uma Proposta para Favorecer a Aprendizagem. Disponível em: <www.unesp.br/prograd/PDFNE2002/aproducaodejogos.pdf>. Acesso em: 12 out. 2012.
- CUNHA, N. **Brinquedo, desafio e descoberta**. Rio de Janeiro: FAE. 1988.
- DAWKINS, R. **O gene egoísta**. São Paulo: Companhia das letras, 1976.
- GOMES, R. R.; FRIEDRICH, M. **A Contribuição dos jogos didáticos na aprendizagem de conteúdos de Ciências e Biologia**. In: EREBIO,1, Rio de Janeiro, 2001, Anais..., Rio de Janeiro, p.389-92, 2001.
- GÜTH, W; TIETZ, R. Ultimatum bargaining behavior: A survey and comparison of experimental results. **Journal of Economic Psychology**. 11:417-449, 1990.
- KISHIMOTO, T. M. **Jogo, brinquedo, brincadeira e a educação**. Cortez, São Paulo, 1996
- NOWAK, M. A.; ROCH, S. Upstream reciprocity and the evolution of gratitude. **Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences**,274:605-610, 2007.
- SMITH, J. M.; PRICE, G.R. The logic of animal conflict, **Nature**. 246:15-18, 1973.
- SOUZA, R. F.; CARVALHO, M.; MATSUO, T.; ZAIA, D. A. M. Study on the opinion of university students about the themes of the origin of Universe and evolution of life. **International Journal of Astrobiology**. 9:109–117, 2010.
- SUNDBERG, M. D.; DINI M. L. Science majors versus nonmajors: is there a difference? **J. College Sci. Teaching**. 23:299–304. 1993.
- TOBIN, K.; TIPPINS, D. J.; GALLARD, A. J. **Research on instructional strategies for teaching science**. Pp. 45–93 in D. L. Gabel, ed. Handbook of research on science teaching and learning. Macmillan, New York, 1994.