

Limites e possibilidades no uso de um jardim botânico para o ensino de evolução

Limits and possibilities in the use of a botanical garden for teaching evolution

Roni Ivan Rocha de Oliveira¹ & Maria Luíza de Araújo Gastal¹

Resumo

A evolução é um tema muito importante para as ciências biológicas. Porém, existem diferentes problemas relacionados ao ensino e à aprendizagem deste assunto na educação básica e superior, o que evidencia a necessidade de uma atenção especial para o seu ensino. Neste sentido, o uso de estratégias diversificadas, como aulas de campo, desponta como uma alternativa que pode contribuir com a melhoria deste cenário. Buscando vislumbrar o Jardim Botânico de Brasília como espaço para o ensino de evolução, investigamos a possibilidade de aplicação de conceitos evolutivos em aulas de campo com base em uma pesquisa realizada com estudantes do penúltimo e do último semestre do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, utilizando-se da técnica observação-participante em um curso de extensão. Constatamos a possibilidade de abordagem de diferentes conceitos relacionados direta ou indiretamente à evolução nas discussões que foram suscitadas no campo.

Palavras-chave: Jardim botânico, biologia evolutiva, aulas de campo, espaços não formais, ensino de evolução, estudos do meio.

Abstract

Evolution is a very important theme for the biological sciences. However, there are different problems related to teaching and learning of this subject in basic and higher education, which reinforces the need for special attention to the teaching of evolution. In this direction, the use of diverse strategies such as classroom field has emerged as an alternative that can contribute to improving this scenario. Looking to suggest the Botanical Garden of Brasília as a space for the teaching of evolution, we investigated the possibility of applying evolutionary concepts in field classes based on a research with students in the penultimate and last semester of the Bachelor's Degree in Biological Sciences for teachers at the Brasília University, using the technique of participant observation in an extension course. We show the possibility of addressing different concepts directly or indirectly related to the evolution in the discussions which were generated in the field.

Key-words: Botanic garden, evolutionary biology, field classes, non-formal spaces, teaching evolution, environmental studies.

Introdução

Vivenciamos atualmente um momento onde há um especial destaque para os avanços científicos e tecnológicos das ciências biológicas, muitos deles relacionados a verdadeiros desafios para a sociedade, tais como problemas relacionados à conservação ambiental;

¹ Núcleo de Educação Científica do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília – NECBio/UnB

problemas de saúde pública, como o surgimento de novas doenças e o risco de epidemias e pandemias, a resistência a antibióticos e as doenças genéticas; a biotecnologia dos transgênicos, da clonagem, do controle biológico e da conservação da biodiversidade; os problemas relacionados às novas demandas na produção de alimentos, entre outras.

Essas questões provocam grande repercussão nos diferentes segmentos da sociedade, relacionando-se, inclusive, com discussões éticas, políticas, econômicas, sociais, culturais e tecnológicas. Assim, as ciências assumem um importante papel na abordagem de questões ligadas à qualidade de vida na atualidade e ao bem estar das futuras gerações. Neste contexto, a biologia evolutiva, segundo Meagher (2002), pode ajudar na resolução de muitos dos desafios emergenciais de nossa sociedade, bem como atuar com o fornecimento de informações, além de apoiar e acelerar tanto a compreensão quanto o desenvolvimento das outras disciplinas biológicas. Sobre as contribuições da biologia evolutiva, o autor ainda acrescenta que:

Os métodos, conceitos e perspectivas da biologia evolutiva deram e continuarão dando importantes contribuições a outras disciplinas biológicas, tais como a biologia molecular e do desenvolvimento, a fisiologia e a ecologia, bem como a outras ciências básicas como psicologia, antropologia e informática. (MEAGHER, 2002, p. 5).

A importância da biologia evolutiva em relação às questões citadas anteriormente e, principalmente, para a compreensão e o desenvolvimento de outras disciplinas biológicas, colocam o tema evolução biológica em posição de destaque dentro das ciências biológicas, fato que é também defendido por Alters (2005), que ressalta como forte e íntima a relação entre o campo da evolução e as ciências da vida. Tendo em vista esta relevância para a ciência e para sociedade, o direcionamento de novos olhares e a reflexão sobre as diferentes questões relacionadas ao ensino de evolução torna-se uma necessidade. No que tange à educação básica, os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ministério da Educação do Brasil orientam sobre a necessidade de atenção ao assunto, tanto no ensino fundamental quanto no ensino médio (BRASIL, 1998a 2002b).

Esta preocupação em torno da necessidade do ensino de Biologia em uma perspectiva evolutiva ganha respaldo na célebre afirmativa de Dobzhansky (1973) de que “nada em biologia faz sentido, exceto à luz da evolução”. Essa abordagem evolutiva possibilita a ocorrência de uma visão interdisciplinar no escopo das ciências biológicas, ao permitir a interligação entre as suas diferentes áreas, favorecendo uma visão integrada dos conhecimentos biológicos. Conteúdos ligados a várias áreas tais como a ecologia, a microbiologia, a zoologia, a botânica e a genética, por exemplo, permitem e necessitam de um tratamento considerando aspectos evolutivos para que sejam bem compreendidos.

Nessa perspectiva, os PCN de Ciências Naturais sugerem que para a apresentação da diversidade da vida, um conceito central, deve se privilegiar os enfoques ambiental e evolutivo e salientam afirmando que é importante que os aspectos evolutivos sejam contemplados em diferentes momentos no ensino fundamental, mesmo que a abordagem não seja profunda e direta (BRASIL, 1998a).

No manual de apresentação dos temas transversais dos PCN do ensino fundamental (BRASIL, 1998b) há também considerações importantes sobre a abordagem dos aspectos evolutivos. Neste mesmo documento é expressa, no tema “meio ambiente”, a necessidade da compreensão da vida nas escalas geológicas de tempo e de espaço para a construção da concepção acerca da dinâmica de atitudes e valores humanos sobre o meio ambiente. Sobre este ponto, os PCN (BRASIL, 1998b) ressaltam ainda que este é um campo fértil para o desenvolvimento da idéia de evolução dos seres vivos. De forma semelhante ao que é

sinalizado e orientado nos PCN de Ciências Naturais e na proposta dos temas transversais do ensino fundamental sobre o tema evolução, há orientações semelhantes nas diretrizes curriculares do Ministério da Educação brasileiro para o ensino médio.

Segundo as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), o ensino médio, na disciplina de Biologia tradicional, vem sendo organizado em torno das várias ciências da vida – a Citologia, Genética, Evolução, Ecologia, Zoologia e Fisiologia (BRASIL, 2002b). Entretanto, existe uma tendência e recomendação para que o ensino de Biologia tenha seus conteúdos trabalhados de forma mais integrada e menos fragmentada. Nesta mesma linha de pensamento, os PCN de biologia do ensino médio indicam um enfoque evolutivo-ecológico para o estudo e compreensão de conteúdos biológicos, tais como o da diversidade de espécies, na Zoologia e na Botânica (BRASIL, 2002a). Já nos PCN+, a proposta em vigor é de que o Ensino de Biologia se desenvolva a partir de seis temas estruturadores, sendo um deles o da origem e evolução da vida (BRASIL, 2002b).

Reforçando a idéia anterior, sobre o ensino de biologia evolutiva, as Orientações Curriculares para o Ensino Médio estabelecem que a origem e a evolução da vida constituem um tema de relevância central no ensino de Biologia e que os conceitos relacionados a este assunto são tão fundamentais que devem compor não apenas um bloco de conteúdos tratados em algumas aulas, mas constituir uma linha orientadora das discussões de todos os outros temas, funcionando como elemento unificador no estudo da Biologia (BRASIL, 2006).

A despeito do valor que vem sendo atribuído ao tema, ainda há muitos problemas que dificultam ou impedem uma maior eficiência no ensino de biologia evolutiva em várias partes do mundo, inclusive no Brasil (TIDON & LEWONTIN, 2004). O estudo destes autores evidencia que ainda há muitos problemas ligados ao ensino, à compreensão e à importância dada ao tema da evolução biológica pelos docentes da educação básica, repercutindo de forma negativa no ensino e na aprendizagem de conteúdos biológicos, especialmente, da biologia evolutiva.

A importância do tema evolução biológica e da abordagem evolutiva das ciências biológicas é ainda insipiente nos livros didáticos, cabendo ao professor a responsabilidade de promover esta visão evolutiva. Entretanto, há uma grande carência de instrumentos para orientação do professor, em termos de estratégias de ensino para este assunto (TIDON & LEWONTIN, 2004). Logo, o desenvolvimento de estudos acerca de diferentes estratégias de ensino e de aprendizagem que podem ser utilizadas para o ensino da biologia evolutiva seria um importante caminho para reduzir as dificuldades de compreensão do tema evolução e aumentar a percepção sobre sua importância para a biologia e para o ensino de biologia. Assim, a evolução apresenta uma vasta importância, sendo de grande necessidade para a educação em biologia (McCOMAS, 1994; ALTERS & ALTERS, 2005; JENSEN, 2008; BYBEE, 2004).

Segundo Alters & Nelson (2002), Alters & Alters (2005) e Alters (2005), uma grande proporção de profissionais com nível superior e estudantes deste nível de ensino apresentam concepções equivocadas sobre conceitos evolutivos. Segundo estes autores, os estudantes não retêm ou retêm poucos conceitos evolutivos que supostamente foram aprendidos durante a graduação, mesmo para os cursos de biologia. Os erros conceituais observados nos estudantes abrangem desde a confusão entre idéias lamarckistas e darwinistas até concepções equivocadas sobre conceitos básicos como os de evolução, adaptação e seleção natural (COLBURN, 1994).

Problemas com o ensino de evolução na educação superior são evidenciados quando se constata que a retenção e o entendimento de muitos conceitos básicos e fundamentais da

biologia evolutiva é bastante limitado (ALTERS & NELSON, 2002; ALTERS, 2005; ALTERS & ALTERS, 2005; JENSEN, 2008). Estes autores afirmam ainda que os métodos tradicionais de ensino de evolução podem não ser os melhores para promover a aprendizagem nos estudantes. Além disso, Clough (1994) destaca também que existe uma resistência ao ensino de evolução nos estudantes que necessitam ser vencidas e que certamente contribuem para os problemas de aprendizagem sobre o tema. Esta resistência está associada, na maioria das vezes, à cultura religiosa e sua repercussão nas atitudes e valores pessoais e na concepção de ciência (ALTERS, 2005; ALTERS & ALTERS, 2005; ALTERS & NELSON, 2002; CLOUGH, 1994, JENSEN, 2008; BYBEE, 2004).

O desenvolvimento de problematizações de questões relacionadas à biologia evolutiva, de forma a gerar questionamentos e indagações sobre a evolução mostra-se com uma técnica favorável à melhoria do ensino deste assunto (BYBEE, 2004). O desenvolvimento de problematizações no ensino de biologia pode ser alcançado de diferentes formas, entre elas, por meio de atividades de campo.

A idéia de que a evolução tem ocorrido nos diferentes ambientes não é intuitivamente óbvia. Entretanto, a exploração do mundo natural com inúmeras observações pode levar a conclusão de que convivemos com situações, fatos e processos que estão correlacionadas com o processo evolutivo, trata-se das abundantes evidências da evolução que estão presentes no ambiente (McCOMAS, 1994).

O uso do ambiente para o ensino de biologia desponta com um meio com inúmeras potencialidades, entretanto, Marandino *et al.* (2009) afirmam que

Fenômenos, processos e conceitos como evolução, filogenia, seqüestro de carbono, entre outros, não podem ser identificados diretamente no ambiente natural, uma vez que são construções teóricas complexas. Dessa forma, dimensionar bem não só os conteúdos a ser “observados” numa viagem a campo, mas também como eles serão efetivamente ‘extraídos’ para a análise, é elemento fundamental num planejamento (p. 145)

Estes autores apontam ainda que conceitos básicos da biologia, como seres vivos e suas características, adaptações, classificação, entre outros, podem ser dinamizados se tratados com base em visita a um ecossistema.

Ainda sobre este assunto, Campbell (2008) revela que a evolução é um fenômeno que embora não possa ser visto diretamente no ambiente, como os diferentes objetos físicos, pode ser trabalhada, uma vez que o ambiente favorece a criatividade, bem como a percepção, interpretação e o desenvolvimento de reflexões sobre os diferentes aspectos que compõem a paisagem.

O emprego de espaços não formais para o ensino de evolução foi noticiado por Bruce *et al.* (2009) como um experiência pedagógica de repercussão bastante positiva em termos de satisfação dos envolvidos e de aprendizagens geradas, reforçando que este tipo de prática representa uma estratégia bastante promissora. Também sobre este aspecto, Alters (2005) ressalta que estratégias que promovam a diversificação dos instrumentos de ensino e a experiência com o concreto, de forma a reduzir a abstração, tais como as saídas de campo e as atividades experimentais podem ajudar no aprendizado dos conceitos ligados à evolução biológica.

Considerando os diferentes problemas relacionados à compreensão dos conceitos evolutivos e de sua importância para a biologia, bem como os problemas existentes no ensino deste tema e a necessidade de aperfeiçoar e diversificar a prática de ensino deste tema, este trabalho buscou investigar a possibilidade de utilização do Jardim Botânico de Brasília como espaço e recurso potencial para o ensino de evolução. É importante salientar que este trabalho

consiste de parte da pesquisa do curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências do primeiro autor deste estudo.

Metodologia

Para consecução desta pesquisa, realizamos um curso de extensão dirigido a professores em formação inicial (estudantes que cursavam os dois últimos semestres da graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas) da Universidade de Brasília. Preliminarmente, foi oferecido um curso piloto, cuja proposta foi revista e reajustada para realização desta pesquisa. Todas as estratégias empregadas na coleta de dados foram realizadas após a autorização dos sujeitos por meio de um termo de consentimento livre e esclarecido.

O curso, como evento fonte de pesquisa, se deu nos meses de setembro e outubro do ano de 2010, sendo promovido pelo Centro de Seleção e Promoção de Eventos da UnB (CESPE/UnB), no âmbito do programa de extensão e formação continuada de professores – o Fórum Permanente de Professores, com o título “Aulas de campo no ensino de ciências e de biologia – Ensinando biologia evolutiva em espaços não formais de educação”. Este evento tinha um total de 60 horas/aulas, sendo 30 horas presenciais e 30 horas à distância e contou com a participação de 12 professores em formação inicial e dois professores de biologia recém-formados e que não estavam exercendo a docência. Nesse trabalho, fizemos uso da estratégia de pesquisa observação participante. Para este trabalho, consideramos somente os dados relacionados diretamente à atividade realizada no Jardim Botânico de Brasília.

Neste curso, a coleta de dados se deu mediante a técnica “observação participante”, aplicada pelo pesquisador. De acordo com Denzin (1978) citado por Lüdke & André (1986), a observação participante consiste em uma estratégia de campo que combina simultaneamente análise documental, entrevista de respondentes e informantes, participação e observação direta e introspecção por parte do pesquisador. Trata-se de uma estratégia que envolve não somente a observação direta, mas também um conjunto de técnicas metodológicas com grande envolvimento do pesquisador.

O conteúdo das observações envolveu uma parte descritiva e uma parte mais reflexiva (BOGDAN & BIKLEN, 1994).

Ainda considerando as proposições de Lüdke & André (1986), na parte reflexiva, o material coletado consistiu de reflexões analíticas sobre o que estava sendo apreendido no estudo, ou seja, sobre os temas que emergiram no seu decorrer, as associações e relações entre partes e as novas idéias surgidas; de reflexões metodológicas sobre os procedimentos e estratégias metodológicas empregadas, as decisões sobre o delineamento do estudo, os problemas encontrados na obtenção dos dados e a forma de resolvê-los; de conflitos surgidos no relacionamento com os sujeitos informantes; de mudanças na perspectiva do observador, envolvendo desde suas expectativas, opiniões, preconceitos e conjecturas do observador e sua evolução durante o estudo; de esclarecimentos necessários sobre aspectos que possam ter parecido confusos, sobre relações que mereceram ser explicitadas e/ou elementos que necessitaram de maior exploração.

As observações foram registradas em anotações escritas durante as atividades do curso e gravações em equipamento digital de áudio, que foram degravadas posteriormente para análise.

A aula pesquisada se deu em um percurso pré-definido pelo pesquisador, que envolvia o jardim sensorial, uma área de reflorestamento com pinheiros e a trilha do mirante:

O jardim sensorial é uma área do jardim botânico que foi criado com vistas a despertar a percepção de diferentes sentidos humanos, especialmente o da visão, olfato e tato, apresentando canteiros com uma variedade de plantas aromáticas e com diferentes padrões de cores, formas e textura. Ao lado do centro de visitantes existe uma área com plantio de pinheiros, uma planta exótica e que contrasta bastante com a vegetação natural, do Cerrado, fato facilmente observado no ambiente. A trilha do mirante se inicia na estrada localizada ao lado do estacionamento e atravessa uma área de cerradão, cerrado denso, típico, ralo e campo sujo de canela de ema.

Apresentação e análise dos dados

O conteúdo das transcrições obtidas mediante as gravações do áudio das aulas foi analisado para identificação e correlação com a literatura consultada nesta pesquisa e para verificação da efetividade de uso dos ambientes do Jardim Botânico de Brasília como espaço potencial para o ensino de evolução. Após a análise, foram selecionados diferentes estratos que foram discutidos neste trabalho.

Resultados e Discussão

Os resultados e discussão foram dispostos por tópicos e contém a síntese dos resultados alcançados, em termos de aplicação de conceitos evolutivos no campo.

O Jardim de Cheiros:

Este trecho do percurso possibilitou a problematização sobre de diferentes relações ecológicas, que por sua vez, foram abordadas sob um viés evolutivo, destacando as diferentes adaptações das espécies e fazendo inferências hipotéticas sobre possíveis pressões seletivas associadas ou não a estas adaptações. Dentre as relações ecológicas, as discussões que foram realizadas envolviam os conceitos de competição, parasitismo, herbivoria e alelopatia.

Área de Reflorestamento por Pinheiros:

No espaço localizado ao lado do fragmento do Cerrado onde se encontra a trilha do mirante, existe um estacionamento que foi reflorestado com o plantio de pinheiros. Entretanto, esta área de reflorestamento encontra-se margeada por uma área de Cerrado e pelo Centro de Visitantes do outro lado.

Considerando as características observáveis neste ambiente, foi possível abordar diferentes conceitos evolutivos, tais como os de seleção artificial, seleção natural e adaptação referindo-se aos pinheiros, uma vez se tratar de planta exótica, introduzida e mantida pela ação humana. Além destes aspectos, outros conceitos também foram discutidos de forma bastante satisfatória, tais como o de dispersão e fluxo gênico (entre as populações de pinheiros e entre as populações separadas por aquele fragmento de reflorestamento), variabilidade genética (naquela área, em comparação com outras populações de mesma espécie ou de espécies diferentes) e o de isolamento geográfico (uma vez que aquela área compreende uma população ilhada, ou seja, separada de outras da mesma espécie).

Trilha do Mirante:

Percurso inicial (até os primeiros 10 metros). Neste trecho, em função da sua proximidade da área de reflorestamento de pinheiros, é possível observar vários organismos jovens desta planta (pinheiro), oriundo de sementes trazidas pelo vento e que germinaram naturalmente no meio da vegetação nativa. Além desta espécie, é possível observar também o capim gordura, outra espécie exótica que se desenvolve junto às demais plantas do Cerrado.

Sobre estes aspectos abordamos o conceito de invasão biológica e a repercussão deste fenômeno no ambiente, com a introdução de uma nova população. Além deste conceito, o de adaptação e o de seleção natural também foram discutidos no início da trilha, referindo-se às espécies invasoras e às do Cerrado.

Adentrando ainda mais na trilha, foi possível verificar a presença de plantas com flor e/ou com frutos. Estas observações permitiram instigar inferências sobre a possibilidade de coevolução com aves, insetos, morcegos, entre outros animais que atuam como polinizador ou dispersor. Outro fator interessante nas flores são aqueles relativos à estrutura floral, como a posição dos estames em relação ao estigma, no caso de flores hermafroditas. Estas observações indicavam se a planta facilitava ou dificultava a autofecundação, por exemplo, o que permitiu a construção e discussão de inferências sobre o fluxo gênico e a variabilidade genética destas populações.

Aproximadamente de 50 a 100 metros de trilha, havia um percurso tomado por uma espécie de Pteridófito, popularmente conhecida por samambaia brava. Esta planta invasora mostrou-se uma excelente competidora e estar fundando uma superpopulação da espécie, provocando a extinção local para muitas espécies nativas, reduzindo a diversidade naquela região. Esta questão também foi bastante explorada, em termos de aspectos ecológicos e evolutivos correlacionados, especialmente naqueles mencionados anteriormente.

No decorrer da trilha até o mirante, tanto nas áreas de cerrado, cerrado denso, típico, ralo quanto no campo sujo de canela de ema foi possível identificar muitas características adaptativas das plantas ao Cerrado. Além disso, algumas características morfológicas constituíram evidências de mudanças periódicas em resposta a alterações climáticas anuais: aclimatação. São características como a mudança do ângulo de inserção foliar no caule e da tonalidade das folhas em função da maior ou menor oferta de radiação solar; o crescimento de pêlos gerando folhas pilosas ou com ceras no período seco, como estratégia para reduzir o calor e as perdas por evapotranspiração, entre outras. A capacidade de aclimatar foi uma adaptação evidente e discutida nas observações realizadas na trilha.

As diferenças entre as fitofisionomias de cerrado foram comparadas em termos de diversidade de espécies herbáceas, arbustivas e arbóreas e de adaptações ao fogo, à seca, à luminosidade, entre outros fatores ambientais.

Ao chegar e subir sobre a estrutura do mirante, foi possível uma observação aérea da paisagem do Jardim Botânico e de áreas circunvizinhas. A observação da paisagem do Cerrado permitiu notar diferentes padrões da vegetação do Cerrado (formações campestres, savânicas e florestais), bem como áreas urbanas, rurais e de reflorestamento. Estas observações suscitaram reflexões e o levantamento de hipótese sobre corredores ecológicos e fluxo gênico (nas matas de galerias, por exemplo) e o que isso representava para aquelas populações; a ocorrência de migração de animais entre áreas de cerrado separadas por urbanizações; a pressão seletiva do ambiente (natural e artificial); o efeito de borda nas ilhas (fragmentos de Cerrado); a susceptibilidade à extinção local de algumas populações; o isolamento geográfico de comunidades e suas respectivas populações, entre outros.

Conclusão e Considerações Finais

Verificamos que foi possível abordar uma série de conceitos de evolução nas atividades de campo no Jardim Botânico de Brasília. Para esta abordagem, diferentes características do ambiente, tais como aquelas observadas na paisagem, no ambiente físico e nos seres vivos, podem ser empregadas para suscitar discussões e gerar aprendizados.

A atividade permitiu constatar, da mesma forma que já foi apontado na literatura, que os conceitos de evolução estão intimamente relacionados com as características dos seres vivos, evidenciando a necessidade de que estes conceitos não sejam omitidos, ao se estudar, pesquisar ou falar de outros aspectos biológicos dos seres vivos. Este fato reforça a idéia de que a evolução biológica deve ser vista como um eixo unificador ou integrador das ciências biológicas como é recomendado pelos PCN. Porém, apesar de estarmos ressaltando a importância do conteúdo da evolução biológica para a biologia, este juízo de valor não subtrai a relevância dos demais conteúdos biológicos da biologia.

Por se tratar de estudantes que estavam prestes a concluir a graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas, ao oferecermos o curso como intervenção, consideramos que este público já havia cursado disciplinas sobre a evolução biológica, o que foi confirmado na pesquisa, entretanto, verificou-se que alguns deles apresentavam problemas com concepções equivocadas sobre conceitos da biologia evolutiva ou o desconhecimento do significado de alguns conceitos. Este problema dificultou e limitou a associação que esperávamos sobre que era visto no campo com os conhecimentos prévios dos estudantes sobre evolução.

Dentre os conceitos ligados direta ou indiretamente ao tema evolução biológica, observamos que alguns foram empregados com maior frequência. Assim, tais conceitos devem sempre ser considerados e avaliados quanto a pertinência conceitual e em diferentes contextos. São eles: espécie, organismo, indivíduo, população, adaptação, aclimatação, parentesco evolutivo, seleção natural, seleção artificial, variabilidade genética, diversidade de espécies, competição intra e interespecífica, pressão seletiva e coevolução.

Mesmo a pesquisa tendo demonstrado que a proposta de utilizar um jardim botânico para o ensino de evolução era aplicável e tenhamos verificado a sua eficácia, esta estratégia deve ser vista como mais uma sugestão para tornar a prática docente mais diversificada e atrativa para os seus alunos, porém, reconhecemos que a mesma não é suficiente para resolver todos os problemas relacionados ao ensino e a aprendizagem de conceitos evolutivos.

Embora os cursistas tenham expressado satisfação e surpresa com a consecução da atividade de campo no Jardim Botânico de Brasília, alguns deles apresentaram uma rejeição e insatisfação inicial com esta proposta, provavelmente porque a maior parte do trabalho seria focado nas plantas, o que poderia não ser de interesse deles, por questão de afinidade. Sobre esta questão, observou-se que a identificação de características adaptativas dos vegetais e a discussão de conceitos evolutivos aplicados às plantas teve certa limitação.

Constatamos, no decorrer da prática de campo, o quão importante que é o papel do professor no direcionamento e focalização dos olhares dos estudantes para com o que se pretende que seja observado. Ainda sobre a observação, o professor deve, além de direcionar para os pontos ou aspectos que devem ser percebidos no ambiente, identificar as interpretações geradas sobre o que é observado e verificar se estão de acordo com o esperado. Esta necessidade se deve ao fato de que estes fatores variam de sujeito para sujeito e podem ser influenciados por características ambientais que repercutem fisiologicamente e são percebidos pelos diferentes sentidos humanos, como o frio, calor, secura, umidade, poeira, odores, sons, movimentos, luzes, estruturas perfuro-cortantes etc.

Sugerimos que atividades de campo como a que foi realizada na intervenção, sobre conteúdos biológicos, devem ser oferecidas em maior quantidade e com mais frequência.

Por fim, sinalizamos que as atividades realizadas no Jardim Botânico podem ser readequadas e utilizadas em outros ambientes não formais de educação, sejam urbanos, rurais ou naturais.

Referências

- ALTERS, B. & ALTERS, S. *Teaching biology in higher education*. John Wiley & Sons, Inc. Rosewood Drive, Danvers. 2005.
- ALTERS, B. A. & NELSON, C. E. Teaching evolution in higher education. *Evolution – International Journal of Organic Evolution*. Vol. 56, Nº 10, 2002, pp. 1891-1901.
- ALTERS, B. *Teaching biological evolution in higher education: Methodological, religious, and nonreligious issues*. Jones and Bartlet Publisher. McGill University, Harvard University. Sudbury, Massachusetts. 2005.
- BOGDAN, R. & BIKLEN, S. *Investigação Qualitativa em Educação: Uma introdução à teoria e aos métodos*. Coleção Ciências da Educação. Porto, Portugal; Porto Editora. 1994.
- BRASIL, M.E. *Orientações curriculares para o ensino médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Ministério da Educação – Educação Básica, 2006.
- BRASIL, MEC. *Parâmetros curriculares nacionais. Ciências Naturais*. Brasília: Ministério da Educação – Secretaria de Educação Fundamental, 1998a.
- _____. *Parâmetros curriculares nacionais. Ensino Médio*. Brasília: Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002a.
- _____. *Parâmetros curriculares nacionais. Terceiro e quarto ciclos: Apresentação dos temas transversais*. Brasília: Ministério da Educação – Secretaria de Educação Fundamental, 1998b.
- _____. *PCN+ - Orientações Educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ensino Médio. Ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: Ministério da Educação – Secretaria de Educação Média e Tecnológica, 2002b.
- BRUCE, K. E.; HORAN, J. E.; KELLEY, P. H.; GALIZIO, M. Teaching evolution in the Galápagos. *The Journal of Effective Teaching*. Vol. 9, Nº 2, 2009, pp. 13-28.
- BRUSI, D. Reflexiones em torno a la didáctica de lãs salidas de campo em geologia. VII Simposio de Enseñanza de la Geología. Santiago de Compostela, Espanha. PP. 363-407. 1992. Apud: PEDRIANACI, E.; SEQUEIROS, L.; DE LA TORRE, E. G. El trabajo de campo y El aprendizaje de la geología. In: CATALÁ, M.; ROSÁRIO, C.; BUSTAMANTE, J. D.; FEU, M. T.; DE LA TORRE, E. G.; DÍAZ, J. E. G.; ALEIXANDRE, M. P. J.; PEDRIANACI, E.; VILALLONGA, R. M. P.; SANMARTÍ, N.; SEQUEIROS, L.; SOLSONA, N.; VILÀ, N.; VILCHES, A.; ZABALA, A. (org.) *Las ciencias em la escuela: Teorías y prácticas*. Editorial Laboratorio Educativo. Caracas, Venezuela. 2002. Editorial GRAÓ. Barcelona, España. 2002.
- BYBEE, R. W. *Evolution in Perspective: The science teacher's compendium*. NSTA press – National Science Teachers Association. Arlington, Virginia. 2004.

- CAMPBELL, S. The complexity of places. In: CHRISTENSEN, L. & CRIMMEL, H. (org.) *Teaching about place: Learning from the land*. University of Nevada Press. Reno: Nevada. 2008.
- CARROL, K. *A guide to great field trips*. Zephyr Press. Chicago, Illinois. 2007.
- CHANDLER, K. R. Can't see the forest or the trees: Finding focus. In: CRIMMEL, H. (org.) *Teaching in the Field: Work with students in the outdoor classroom*. The University of Utah Press. Salt Lake City, Utah. 2003.
- CLOUGH, M. P. Reducing resistance to evolution education. In: McCOMAS, W. (org.) F. *Investigating evolutionary biology in the laboratory*. William F. McComas, Editor. University of Southern California. Los Angeles, California. 1994.
- COLBURN, A. L. Misconception in evolution education. In: McCOMAS, W. F. (org.) *Investigating evolutionary biology in the laboratory*. William F. McComas, Editor. University of Southern California. Los Angeles, California. 1994.
- CRIMMEL, H. *Teaching in the Field: Work with students in the outdoor classroom*. The University of Utah Press. Salt Lake City, Utah. 2003.
- DOBZHANSKY, T. Nothing in biology makes sense except in the light of evolution. *American Biology Teacher*, 35, p. 125-129, 1973.
- ELDER, J. L. *A Field guide to environmental literacy: Making strategic investments in environment education*. Environmental Education Coalition. North American Association for Environmental Education. Rock Spring, GA. United States of America. 2003.
- FRAZEE, B. & RUDNITSKI, R. A. *Integrated teaching methods: Theory, classroom applications, field-based connections*. Delmar Publishers. New York. United States of America. 1995.
- GAYON, G. Ensinar a evolução. In: MORIN, E. *A religação dos saberes: O desafio do século XXI*. Rio de Janeiro: Bertrand do Brasil Ltda, 2001.
- HERN, M. *Field Day: Getting society out of school*. New Star Books. Vancouver. Canada. 2003.
- HERR, N. *The soucerbook for teaching science: Strategies, activities and instructional resources*. Jossey-Bass Teacher. San Francisco. United States of America. 2008.
- JENSEN, J. E. NSTA tool kit for teaching evolution. NSTA press – National Science Teachers Association. Arlington, Virginia. 2008.
- KRASILCHIK, M. *Prática de Ensino de Biologia*. São Paulo: Edusp. 2008.
- KRISHNASWAMI, U. *Beyondk the field trip: Teaching and learning in public places*. The Shoe String Press. North Haven. United States of America. 2002.
- LESLIE, C. W. Teaching nature journaling and observation. In: LESLIE, C. W.; TALLMADGE, J.; WESSES, T. *Into the field: A guide to locally focused teaching*. Nature Literacy Series. The Orion Society. Great Barrington, MA. 1996.
- LÜDKE, M. & ANDRÉ, M. E. D. A. *Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas*. Coleção Temas Básicos de Educação e Ensino. São Paulo: EPU. 1986.
- MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. *Ensino de Biologia: Histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. Editora Cortez. São Paulo. 2009.

- McCOMAS, W. F. *Investigating evolutionary biology in the laboratory*. William F. McComas, Editor. University of Southern California. Los Angeles, California. 1994.
- MEAGHER, T. R. *Evolução, Ciência e Sociedade*. Tradução de Nicole S. Loghin-Grosso. Sociedade Brasileira de Genética. São Paulo, 2002. *Evolution, Science and Society*. New Jersey, 1999.
- MELBER, L. M. *Informal learning and field trips: Engaging students in standards-based experiences across the K-5 curriculum*. Corwin Press. Thousand Oaks. California. 2008.
- SANMARTÍ, N. Un reto: Mejorar la enseñanza de las ciencias. In: CATALÁ, M.; ROSÁRIO, C.; BUSTAMANTE, J. D.; FEU, M. T.; DE LA TORRE, E. G.; DÍAZ, J. E. G.; ALEIXANDRE, M. P. J.; PEDRIANCI, E.; VILALLONGA, R. M. P.; SANMARTÍ, N.; SEQUEIROS, L.; SOLSONA, N.; VILÀ, N.; VILCHES, A.; ZABALA, A. (org.) *Las ciencias en la escuela: Teorías y prácticas*. Editorial Laboratorio Educativo. Caracas, Venezuela. 2002. Editorial GRAÓ. Barcelona, España. 2002.
- SENICIATO, T. & CAVASSAN, O. Aulas de Campo em Ambientes Naturais e Aprendizagem em Ciências – Um Estudo com Alunos do Ensino Fundamental. *Ciência & Educação*. v. 10, n. 1, p. 133-147. 2004.
- TIDON, R. & LEWONTIN, R. C. Teaching evolutionary biology. *Genetics and Molecular Biology*. v. 27, n. 1, p. 124-131. 2004.