

ENSINANDO SOBRE UMA VISÃO SISTÊMICA DO PLANETA TERRA A INGRESSANTES DO ENSINO SUPERIOR

Teaching about a systemic view of Earth to Higher Education Freshmen

Maria Daniela Martins Guimarães – UFBA [bio.mariadaniela@gmail.com]

Charbel Niño El-Hani – UFBA [charbel@ufba.br]

Iara Joachim Sordi Bravo – UFBA [ibravo@ufba.br]

Acácio Alexandre Pagan – UFS [apagan.ufs@gmail.com]

Resumo

Admitindo-se a existência de uma crise ambiental, é possível atribuir ao ensino de ciências um importante papel na formação da cidadania que preze a responsabilidade socioambiental. Esta pesquisa apresenta os resultados de uma investigação sobre as características que, uma vez presentes em uma unidade didática, podem propiciar condições favoráveis para a aprendizagem sobre a visão sistêmica do planeta Terra e suas relações com a crise ambiental, no ensino superior. A unidade didática apresentou características tais como: a introdução de conteúdos da teoria Gaia e da Ciência do Sistema Terra; a integração de conhecimentos de diversas áreas das ciências; o estímulo à discussão de questões que envolvem aspectos sociais, culturais, ambientais, políticos e econômicos. Apesar da necessidade de algumas melhoras na unidade didática, considera-se que houve ganhos em relação à aprendizagem dos conteúdos científicos trabalhados, além de indicações de mudanças nas atitudes dos estudantes frente às questões ambientais.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, Trabalho colaborativo, Sequência didática, Design research, Visão sistêmica da Terra, Atitudes ambientais.

Abstract

Acknowledging that we are facing an environmental crisis, it is possible to assign to science teaching an important role in the education for a citizenship that cares for socio-environmental responsibility. This paper presents results of an investigation about the characteristics that a teaching sequence should have in order to provide favorable conditions for learning about a systems view of planet Earth and its relationship with the current environmental crisis, in the context of higher education. Among the characteristics of the didactic sequence, we have: the introduction of contents of Gaia theory and Earth System Science, the integration of knowledge from diverse scientific fields; and the stimulation of discussion of issues involving social, cultural, environmental, political and economical aspects. Although the results showed the necessity of improving the teaching sequence, we considered that there were gains in learning of scientific contents worked in it, as well as indications of changes in students' attitudes towards environmental issues.

Keywords: Biology Teaching, Collaborative work, Teaching sequence, Design research; Systemic view of the Earth, Environmental attitudes.

INTRODUÇÃO

A problemática ambiental foi reconhecida nas últimas décadas do século XX, em particular, a partir do final dos anos 1960, no âmbito do que autores como Enrique Leff (2006) chamam de uma crise de civilização, por existir aí o questionamento da racionalidade econômica e tecnológica dominante. Para este autor, esta crise acarretou mudanças socioambientais globais que afetam as condições de sustentabilidade do planeta, o que coloca em destaque a importância das relações sociedade-natureza quando influenciam os processos causados pela problemática ambiental.

Tendo em vista esta crise ambiental e admitindo a necessidade de transformação das relações sociedade-natureza, entendemos que o ensino de Ciências apresenta, potencialmente, uma importante contribuição para a formação de um cidadão que pratique e reivindique a responsabilidade socioambiental. Partindo desse pressuposto e considerando a relevância da ecologia como parte do ensino de biologia, o potencial interesse que o fenômeno do aquecimento global desperta nos estudantes em geral e o debate existente dentro da comunidade científica a respeito de suas causas, acreditamos que o estudo da atual crise ambiental, a partir da percepção do planeta Terra como um sistema único de interações, trazida pela teoria Gaia e pela Ciência do Sistema Terra, pode trazer reais benefícios para o ensino de biologia. Dessa forma, este artigo relata os resultados de uma pesquisa que teve como objetivo identificar características de uma sequência didática¹ que possa propiciar condições favoráveis à aprendizagem sobre uma visão sistêmica do funcionamento do sistema Terra e suas relações com a crise ambiental, no contexto do ensino superior. Trata-se de um estudo conduzido com base na *design research*, que pode ser entendida como o estudo sistemático do planejamento, da implementação, da avaliação e da manutenção de intervenções educacionais inovadoras como soluções para problemas da prática educacional (Baumgartner *et al.* 2003; Plomp, 2009).

A Ciência do Sistema Terra e a teoria Gaia

As pesquisas desenvolvidas no âmbito da Ciência do Sistema Terra (CST), constituída por um grande número de cientistas de diversas áreas desde a década de 1990 (Jacobson *et al.*, 2000; Kump *et al.*, 1999), bem como as pesquisas relacionadas à teoria Gaia, com base nas idéias propostas pelo cientista inglês James Lovelock, desde a década de 1970, contando com a colaboração de Lynn Margulis (Lovelock & Margulis, 1974; Margulis & Lovelock, 1974; Lovelock, 1991, 1995, 2006), se constituem em campos de investigação relativamente recentes que estão redirecionando o entendimento de eventos naturais e das conseqüências de muitas das ações humanas que resultam em alterações ambientais, assim como na própria crise ambiental atual. Tanto a CST como a teoria Gaia apresentam idéias que vêm ampliando o entendimento do funcionamento do nosso planeta, através da introdução de uma visão sistêmica da Terra, que considera os seres vivos, a água, a solo, as rochas e a atmosfera como um sistema único de interações, que apresenta uma dinâmica integrada de funcionamento. Basicamente, a teoria Gaia postula que o planeta Terra foi e continua a ser ativamente transformado pela presença de seres vivos no planeta, de modo a manter condições adequadas à própria vida (Lovelock, 1995). A CST, por sua vez, se constitui em um campo de pesquisa que vem sendo cada vez mais reconhecido e que recebe contribuições importantes das investigações realizadas a partir da perspectiva de Gaia (Nunes-Neto, 2008). O poder explicativo da teoria Gaia reside na idéia central do sistema cibernético de controle

¹ Entendemos “sequência didática” aqui tal como proposto por Zabala (1998, p. 18): um conjunto de atividades ordenadas, estruturadas e articuladas para a realização de certos objetivos educacionais, que têm um princípio e um fim conhecidos tanto pelos professores como pelos alunos.

adaptativo, que podemos encontrar também em certos desenvolvimentos da CST. Esta idéia fornece bases consistentes para o entendimento de aspectos causadores da crise ambiental e de fenômenos como o aquecimento global.

Entre as contribuições que a teoria Gaia e a CST podem trazer para o ensino de Ciências, temos a integração de diferentes áreas na abordagem de determinados assuntos, em particular, de temas relevantes diante da presente crise ambiental – como o fenômeno do aquecimento global e as conseqüências da destruição de ambientes naturais para o planeta. Além disso, tanto Gaia como a CST podem ajudar os estudantes a compreenderem a natureza da ciência, a partir das controvérsias que as envolvem, e a desenvolverem uma maior conscientização ambiental (Lima-Tavares & El-Hani, 2001; Carmo *et al.*, 2007; Guimarães *et al.*, 2008).

A sequência didática e o trabalho colaborativo

A investigação foi realizada numa disciplina de primeiro semestre do curso de graduação em Ciências Biológicas da Universidade Federal da Bahia (UFBA), Biologia Geral, que cumpre o papel de introduzir os estudantes à compreensão de conceitos estruturadores do pensamento biológico. O estudo foi desenvolvido de forma colaborativa com a professora da disciplina, de maneira a colocar de lado papéis sociais hierarquizados que podem prejudicar o trabalho colaborativo entre pesquisadores educacionais e professores-investigadores (Hargreaves, 1999; McIntyre, 2005; El-Hani e Greca, 2009). Por meio deste trabalho colaborativo, identificamos características que desejávamos considerar na construção da sequência didática, por entendermos que elas poderiam propiciar condições para a aprendizagem pretendida em seu planejamento. A partir de tais características, elaboramos atividades sobre a atual crise ambiental, a ecologia e o funcionamento do planeta Terra. A sequência didática foi aplicada nas condições reais de uma sala de aula da disciplina Biologia Geral.

Esta investigação apresenta ainda, como motivação subjacente, o pressuposto de que, se for alcançado o objetivo de suscitar a aprendizagem, pelos estudantes, acerca dos assuntos tratados, é mais provável que ocorra, como conseqüência, o desenvolvimento de uma maior conscientização a respeito da crise ambiental, juntamente com um senso de responsabilidade compartilhada diante dos problemas ambientais atuais.

METODOLOGIA

O estudo aqui relatado consiste numa pesquisa de intervenção, feita de acordo com a abordagem da *Design research*, utilizando uma abordagem quali-quantitativa, com a interpretação de dados numéricos. A interpretação foi um elemento fundamental do processo de pesquisa, que contou com a aplicação de questionários elaborados para a realização do estudo e com a utilização de técnicas etnográficas com os correspondentes cuidados quanto à inserção dos pesquisadores no campo, à produção de um caderno de campo, à caracterização socioeconômica dos grupos estudados, e ao uso da observação participante, com registro sistemático das situações observadas e descrição dos campos institucionais envolvidos, assim como de toda a intervenção².

O contato da pesquisadora com as turmas, durante o trabalho de campo, se deu durante todas as aulas do semestre, e não só nas aulas nas quais foi aplicada a sequência didática. Este contato mais prolongado com as turmas pesquisadas foi de grande importância, por

² Para contextualizar a pesquisa e ser fiel à abordagem etnográfica utilizada, é importante a descrição das instituições envolvidas no desenvolvimento do trabalho, assim como uma descrição mais aprofundada das etapas do trabalho colaborativo e das alterações que o projeto sofreu até chegar à sala de aula. Estas informações podem ser acessadas em Guimarães (2011).

proporcionar a imersão da pesquisadora no campo, o que expandiu as possibilidades de compreensão e interpretação para além dos instrumentos formais de coleta de dados, uma vez que a convivência, o contato mais aprofundado com o campo de pesquisa permite o acesso a conhecimentos que não estão explícitos nas respostas de questionários (Jaccoud & Mayer, 2008).

Elaboração da sequência didática e do material didático

O processo de elaboração e validação da sequência didática considerou os critérios de justificação *a priori* discutidos por Méheut (2005), que têm como objetivo tornar a intervenção didática clara, antes mesmo de sua investigação empírica. Estes critérios incluem, entre outras, duas dimensões de análise: uma dimensão psicocognitiva, que analisa as características cognitivas dos estudantes, permitindo que a abordagem dos conteúdos seja ajustada ao nível de escolaridade, idade e outras características; e uma dimensão didática, que analisa as restrições do próprio funcionamento da instituição de ensino (programas, cronogramas etc.).

Na elaboração da sequência didática, seguindo prática já adotada na disciplina, selecionamos textos que seriam disponibilizados aos estudantes para leitura. No entanto, a professora-pesquisadora avaliou que seria mais apropriada a elaboração de um texto específico para a unidade, devido à extensão e à complexidade dos textos escolhidos. Tendo em vista as dimensões psicocognitiva e didática, foi elaborado um texto, fornecido aos estudantes para utilização durante a intervenção, com base no material que havia sido selecionado anteriormente para uso em sala.

A coleta dos dados

A coleta de dados empíricos para a realização desta pesquisa ocorreu de duas formas distintas: por meio da aplicação de questionários elaborados para a realização do estudo e por meio da observação participante. Foram realizadas coletas de dados antes, através da aplicação de um questionário de múltipla escolha e de uma questão discursiva; logo após as aulas da intervenção, com outra questão discursiva; e cerca de oito meses depois, novamente com o mesmo questionário de múltipla escolha, atendendo aos critérios de validação interna discutidos por Méheut (2005), como uma forma de validação *a posteriori* que possibilita que os efeitos de uma sequência didática sejam analisados em relação aos objetivos assumidos em sua construção e aos percursos de aprendizagem dos alunos. Neste trabalho, será discutida apenas parte dos dados coletados através do questionário de múltipla escolha. Os resultados completos podem ser acessados em Guimarães (2011).

O questionário foi elaborado a partir de bases metodológicas derivadas dos trabalhos de Schreiner & Sjøberg (2004) e Pagan (2009), sendo formado por questões fechadas, respondidas através da marcação em uma escala de Likert. Esta escala é organizada através de um conjunto de afirmações, positivas e negativas, dirigidas ao objeto de atitudes que se busca conhecer, de modo que os respondentes, para cada afirmativa, assinalam uma entre cinco alternativas: ‘discordo totalmente’, ‘discordo parcialmente’, ‘não concordo nem discordo’, ‘concordo parcialmente’ e ‘concordo totalmente’. Neste trabalho, o objeto de atitudes foi a crise ambiental atual, de forma que o questionário objetivou levantar dados sobre como os estudantes da disciplina na qual a investigação foi situada relatavam as suas atitudes e opiniões diante de questões relativas à esta crise, ao conhecimento científico relativo a ela e ao funcionamento do planeta Terra.

Cada afirmação que constitui o instrumento, denominada “item Likert”, pode ser agrupada com outras. Cada pequeno grupo de afirmações pode remeter a uma determinada dimensão do

objeto de atitudes e essas dimensões que emergem de um grupo de itens Likert são denominadas “variáveis latentes” (Uebersax, 2006). No caso do instrumento utilizado no presente estudo, quatro variáveis latentes foram estabelecidas, conforme descritas na seção de resultados, e as afirmativas foram classificadas como pertinentes, cada qual, a alguma dessas variáveis. A partir desta classificação, as afirmativas foram reconstruídas, alteradas e arrumadas em uma ordem que objetivou que houvesse pouca influência de cada uma sobre as respostas das outras. Também foi levada em consideração a necessidade de um equilíbrio entre afirmativas positivas, que afirmam alguma atitude, opinião ou conhecimento, e negativas, que negam alguma atitude, opinião ou conhecimento.

As afirmativas foram elaboradas a partir da escolha de temas considerados como relevantes para o estudo e que seriam tratados na sequência didática, assim como com base em trabalhos semelhantes, que também utilizaram questionários para avaliar percepções, atitudes, opiniões etc. sobre questões ambientais, como aqueles que se encontram em Tantawi *et al.* (2007), Aragonés & Américo (1991) e Biaggio *et al.* (1999). O questionário pode ser encontrado, em sua versão final, em Guimarães (2011).³

Quanto aos aspectos que envolvem a complexa problemática ambiental, é evidente que muitos aspectos distintos daqueles considerados no instrumento que utilizamos poderiam ser incluídos nas questões. Por isso, como costuma ocorrer com qualquer instrumento, o questionário utilizado apresenta limitações que devem ser consideradas na discussão dos resultados obtidos e nas conclusões que tiramos a partir deles. A escolha dos temas tratados no instrumento foi feita com base na abordagem planejada de determinados assuntos durante as aulas que compuseram a sequência didática, ou seja, pretendeu-se que o instrumento mapeasse os conteúdos trabalhados na intervenção. Além disso, foram considerados os momentos de discussão em sala de aula, previstos durante a intervenção, em que poderiam ser colocadas eventuais discordâncias dos estudantes em relação aos temas tratados. Ressaltamos, ainda, que a proposta foi trabalhar as questões ambientais no contexto do ensino de ecologia, e não da educação ambiental em si, em vista da natureza e da ementa da disciplina na qual o estudo foi realizado.

Após finalizado, o instrumento foi aplicado no dia 27/10/2009, nas duas turmas envolvidas na pesquisa. Na ocasião, os estudantes foram orientados a deixar algum item em branco, se assim o desejassem. Além disso, foi explicado que não havia respostas certas ou erradas para cada um dos itens, tendo sido solicitado que fossem tão sinceros quanto pudessem, já que é preciso ter na devida conta a questão do estereótipo do ‘estudante de biologia’, conforme aponta Pagan (2009). Ou seja, neste contexto, não podemos desconsiderar o estereótipo de que o estudante de biologia deve ter uma consciência ambiental bem desenvolvida e colocá-la em prática, que muito provavelmente afeta o modo como estudantes de biologia se situam em relação às atitudes e opiniões que consideram aceitáveis ou não.

É importante, pois, o reconhecimento das limitações do instrumento de coleta de dados, principalmente no que diz respeito à dificuldade de distinguir entre respostas dadas da perspectiva de uma simples adesão às causas ambientais – já que o tema está em voga e as informações a seu respeito estão disponíveis em todos os tipos de meios de comunicação, mobilizando o estereótipo de estudante de Biologia –, e as respostas dadas a partir de uma real compreensão do problema e de um envolvimento, conseqüentemente, mais aprofundado dos

³ Após a finalização da elaboração do instrumento e antes da aplicação em teste-piloto, solicitamos que três pesquisadores externos avaliassem o questionário, sendo que dois deles o fizeram: o Prof. Dr. Carlos Frederico Loureiro, da UFRJ, e a Profa. Dra. Clarice Sumi Kawasaki, da USP. O instrumento foi modificado de acordo com a avaliação do primeiro, enquanto os comentários da segunda pesquisadora trouxeram contribuições importantes para a discussão posterior dos resultados.

respondentes.

Cerca de oito meses após a realização da intervenção, foi realizada mais uma coleta de dados, através da reaplicação do questionário de múltipla escolha⁴. A opção pela repetição do questionário após tal intervalo de tempo se deveu à necessidade de investigar mudanças efetivas na conscientização ambiental e na mudança de atitudes cotidianas relacionadas a questões ambientais, não sendo possível encontrar dados confiáveis sobre tal efetividade se aplicássemos o instrumento de coleta de dados logo após a intervenção. A sequência didática teria sido efetiva, em suma, se seus efeitos pudessem ser encontrados vários meses após sua aplicação, o que indicaria uma incorporação de tais efeitos na vida cotidiana dos estudantes.

Junto à segunda aplicação do questionário de múltipla escolha, foi pedido aos estudantes que respondessem a outro questionário, breve e também com questões de múltipla escolha, que possibilitou o traçado de um perfil socioeconômico das turmas trabalhadas⁵ e a identificação das fontes de informação às quais os estudantes tinham acesso, a partir de uma questão sobre os meios de comunicação que possuíam em casa.

Sistematização e análise dos dados

Os dados dos questionários de múltipla escolha foram tabulados e processados mediante o uso do *Statistical Package for Social Science*® (SPSS), versão 17.0, que gerou os relatórios utilizados para as análises dos dados. Com base nos relatórios, foram elaboradas tabelas para cada uma das quatro variáveis latentes, considerando de modo separado dados decorrentes das duas aplicações. As tabelas foram construídas através das afirmativas do questionário e, a partir delas, foi realizada uma análise qualitativa dos dados numéricos, utilizando-se dos valores das frequências relativas em percentuais válidos – ou seja, considerando como total apenas as questões que receberam alguma marcação nos questionários e excluindo, assim, as que ficaram em branco. As análises envolveram, ainda, comparações sistemáticas dos dados obtidos na primeira e na segunda aplicação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO⁶

Elaboração e aplicação da sequência didática

A unidade didática investigada neste trabalho tem como objetivo principal trabalhar os temas da ecologia e da crise ambiental atual com base numa visão sistêmica do planeta Terra, a partir do estudo do conhecimento produzido no âmbito de pesquisas relacionadas à teoria Gaia e à Ciência do Sistema Terra. Foi dada maior ênfase à teoria Gaia por considerarmos que, além de seu potencial como conhecimento escolar capaz de propiciar uma compreensão mais integrada de conteúdos relativos à biologia, química, geologia, física etc. (Carmo *et al.*, 2009; Guimarães *et al.*, 2008), característica também compartilhada pela CST, ela também

⁴ Consideramos aqui o chamado “efeito do teste”, que diz respeito à possibilidade de que o desempenho dos estudantes na reaplicação se mostre melhor simplesmente porque estão respondendo pela segunda vez o mesmo instrumento. No entanto, como o questionário é composto de questões que visam levantar dados sobre os relatos das opiniões e atitudes dos estudantes, não existindo uma resposta certa para nenhum dos quesitos, acreditamos que o efeito do teste é minimizado por esta característica, embora admitamos que o respondente esteja sujeito a refletir repetidas vezes sobre as questões, aprendendo também a partir do próprio envolvimento na busca de responder ao questionário. Em virtude do tempo decorrido desde as aulas da intervenção e esta segunda aplicação, esperávamos capturar o que mais nos interessava, uma possível mudança de atitudes dos estudantes por meio de sua participação na intervenção, e não somente da tentativa de responder o próprio instrumento.

⁵ O questionário socioeconômico pode ser acessado em Guimarães (2011).

⁶ Não apresentamos aqui os resultados relativos à imersão no campo e ao perfil socioeconômico básico dos estudantes, por razões de espaço. Para ter acesso a estes resultados, ver Guimarães (2011).

possui as seguintes características: primeiro, desperta grande interesse nos estudantes; segundo, sua história controversa como teoria científica possibilita que sejam trabalhadas questões relativas à natureza da ciência (Baker, 1993; Haigh, 2001); e, terceiro, ela permite trabalhar o conceito de vida, incluído na ementa da disciplina e com papel importante como conceito estruturador da Biologia, já que relaciona diversas idéias científicas trabalhadas nesta ciência e, assim, possibilita a construção de uma compreensão integrada do conhecimento biológico (Meyer, Bomfim & El-Hani, 2007).

Além da teoria Gaia, na sequência didática também é dada grande ênfase ao fenômeno do aquecimento global, por ser um tema bastante atual, que também desperta o interesse dos estudantes, e por estar no centro de um grande debate no meio científico e sociopolítico, a respeito das causas do fenômeno e das previsões feitas a seu respeito.

Para a construção da sequência didática, tomamos por base a seguinte pergunta: Quais devem ser as características de uma sequência didática baseada em uma visão sistêmica do funcionamento do planeta Terra, que tenha como objetivo propiciar condições favoráveis à aprendizagem sobre tal visão sistêmica e suas relações com a crise ambiental por estudantes ingressantes do ensino superior? A partir daí, elencamos algumas características que julgamos, em princípio, ser relevantes para o objetivo proposto, iniciando, então, o planejamento das aulas. Ao longo das discussões realizadas na construção da sequência, identificamos novas características que seriam desejáveis – com base, principalmente, na experiência da professora da disciplina. Dessa forma, em sua versão final, a sequência didática⁷, aplicada nos dias 19 e 24/11/2009 nas duas turmas envolvidas na pesquisa, apresentava as seguintes características: (1) Estimula o entendimento e o interesse pelo conhecimento científico; (2) Aborda os conteúdos de forma adequada ao nível de ensino, contando, inclusive, com a elaboração de material didático específico; (3) Revisa os estudos introdutórios sobre a ecologia; (4) Estimula a exposição das concepções prévias dos estudantes sobre a crise ambiental; (5) Introduce conteúdos da teoria Gaia e da Ciência do Sistema Terra (CST), de modo a proporcionar um entendimento sistêmico do funcionamento da Terra; (6) Detalha o tema do aquecimento global, apresentando o atual debate científico acerca das causas desse fenômeno; (7) Integra conhecimentos de diversas áreas das ciências, ao tratar de alguns conteúdos, como os ciclos biogeoquímicos; (8) Com base na idéia da Terra como um superorganismo – encontrada em certas versões da teoria Gaia, inclusive apresentadas por seu proponente principal, James Lovelock (1991, 1995, 2006) –, discute alguns conceitos de vida; (9) Ainda com base em Gaia, introduz conceitos como os de auto-regulação e homeostase, entre outros; (10) Suscita a discussão de questões que envolvem aspectos sociais, culturais, ambientais, políticos e econômicos, visando à formação crítica dos estudantes através do questionamento da ordem econômica e tecnológica dominante; (11) Estimula a discussão sobre o que pode ser feito coletiva e individualmente para o enfrentamento da crise ambiental, além do papel da tecnologia nesse processo; (12) Estimula o desenvolvimento da conscientização ambiental.

Elaboração do material didático

Da mesma forma que a unidade didática, o material didático, elaborado na forma de um texto para a leitura pelos estudantes, foi construído conjuntamente pela equipe de pesquisa, a partir do entendimento de que havia a necessidade da produção de um texto direcionado para as aulas conduzidas durante a intervenção, nas quais os conteúdos científicos deveriam ser recontextualizados de modo a constituírem um conhecimento escolar ajustado à dimensão psicocognitiva dos estudantes e à dimensão didática concernente ao funcionamento da

⁷ A unidade didática, em sua versão final, pode ser acessada em Guimarães (2011).

instituição de ensino e da disciplina. Esta necessidade foi sentida principalmente quando resolvemos utilizar os trabalhos de Sonia Barros de Oliveira (2008) e de Luiz Carlos Baldicero Molion (2008) sobre o aquecimento global, contidos no livro *Aquecimento global: frias contendas científicas*, organizado por José Eli da Veiga (2008). Na medida em que estes textos foram considerados pela professora de difícil acesso pelos estudantes, preparamos dois textos mais sintéticos a partir das obras destes autores, para que os estudantes pudessem conhecer o debate acerca das causas do fenômeno do aquecimento global de uma forma mais acessível.⁸

Relatos de atitudes ambientalmente responsáveis

No questionário utilizado, as questões estão agrupadas em quatro variáveis latentes (Uebersax, 2006), identificadas da seguinte forma:

1. Responsabilidade ambiental nas práticas cotidianas: nesta variável, buscou-se identificar, através de 17 proposições, se as atitudes relatadas pelos estudantes poderiam ser consideradas ambientalmente responsáveis ou irresponsáveis;
2. Entendimento do funcionamento do planeta Terra: neste caso, a intenção foi identificar, com base em 12 proposições, se as atitudes e os posicionamentos dos estudantes frente às questões ambientais tomam como base uma visão sistêmica da Terra – ou seja, se consideram os seres vivos, a água, a solo, as rochas e a atmosfera como um sistema único de interações, que apresenta uma dinâmica integrada de funcionamento – ou se estão embasados numa compreensão fragmentada do planeta.
3. Posicionamento sobre a relação entre o ser humano e o ambiente natural: esta variável procurou identificar se as atitudes relatadas pelos estudantes se aproximavam mais de uma percepção ecocêntrica ou antropocêntrica⁹, por meio de 8 proposições;
4. Entendimento da crise ambiental: aqui, buscou-se identificar, mediante 7 proposições, como os estudantes compreendem a crise ambiental atual e como utilizam essa compreensão para fundamentar suas atitudes e opiniões acerca da própria crise, considerando os conhecimentos científicos disponíveis e a maneira como tais conhecimentos são veiculados pelos meios de comunicação.

De forma bastante resumida, por razões de espaço, são apresentados, a seguir, os resultados obtidos para as duas primeiras variáveis latentes, nas duas aplicações do questionário.

Para a primeira variável, percebemos de forma geral, na primeira aplicação, que a maior parte das marcações indicava atitudes ambientalmente responsáveis, apesar de algumas inconsistências que foram explicitadas pela análise das questões. Por exemplo, na questão Q.11, a grande maioria dos estudantes, 87%, declarou concordar totalmente com a afirmação proposta, qual seja, que medidas urgentes devem ser tomadas para evitar uma catástrofe decorrente do aquecimento global, mesmo que não haja certeza de suas causas.

Na segunda aplicação do questionário, os estudantes continuaram a indicar atitudes ambientalmente responsáveis. No entanto, em termos do planejamento da unidade didática, pretendíamos que as respostas dadas quando da reaplicação do questionário, mostrando mudanças de atitude ou não, tivessem mais embasamento. Isso foi de fato observado na segunda aplicação, o que poderia sugerir menor influência do estereótipo do estudante de

⁸ A versão final dos textos preparados como material didático da sequência didática pode ser acessada em Guimarães (2011).

⁹ Uma percepção antropocêntrica é aqui entendida como aquela em que o sujeito valoriza o ambiente natural por sua contribuição para a qualidade da vida humana, enquanto uma percepção ecocêntrica é concebida como aquela em que a natureza é valorizada em si mesma (Amérigo & Bernardo, 2007).

biologia, que consideramos ter sido bem significativa na primeira aplicação.

O estereótipo do estudante de biologia ambientalista – que se refere àquele que possui maior interesse e conhecimento a respeito das questões ambientais, além de uma consciência ambiental bem desenvolvida e posta em prática – não pode ser desconsiderado na nossa análise. Contudo, algumas marcações ao longo do questionário mostraram que, apesar de o conjunto das respostas indicar a existência de certa coesão das opiniões e atitudes, que podem estar manifestando o referido estereótipo, existiram também diferenças nas opiniões dos estudantes, ainda que minoritárias, mas podendo exercer alguma influência no grupo. Por exemplo, na já mencionada Q.11, na primeira aplicação, é interessante notar que 2,2%, o que corresponde a um estudante, declarou discordar parcialmente da afirmação, claramente se distanciando do estereótipo acima.

Mereceu destaque a falta de conexão entre questões sociopolíticas, econômicas e ambientais observada nas respostas dos estudantes, o que nos sugeriu uma falta de conscientização ambiental no nível de uma participação política ou coletiva, que ultrapasse as formas comumente apontadas como eficientes no enfrentamento dos problemas ambientais, frequentemente focadas apenas nas ações individuais. Estes achados também indicam que, em alguma medida, estes estudantes tiveram acesso a uma educação ambiental – seja pelas escolas, seja pelos meios de comunicação –, uma vez mostraram já possuírem algumas informações importantes a respeito dos temas tratados no questionário. Este fato também foi observado durante as aulas. Contudo, entendemos que a forma como a educação ambiental vem sendo feita não é suficiente para promover, de fato, uma conscientização ambiental. Isso porque entendemos que é fundamental para o processo de conscientização que a educação ambiental tenha um forte caráter sociopolítico e econômico, em que sejam explicitadas, entendidas e aprofundadas as estreitas relações entre a problemática ambiental e questões sociopolíticas e econômicas.

Sintomaticamente, os resultados obtidos para esta primeira variável latente indicam atitudes ambientalmente responsáveis entre os estudantes, mas com grande ênfase sobre ações individuais e cotidianas. Em relação à aprendizagem suscitada pela sequência didática, não foram identificadas, na maioria das questões, diferenças significativas na forma como os estudantes relataram suas atitudes e práticas frente às questões ambientais, cerca de oito meses após a intervenção. Em algumas questões, contudo, houve mudanças significativas, como o reconhecimento da importância das atitudes políticas no enfrentamento da problemática ambiental, como mostram as marcações na questão Q.15, assim como da importância das relações econômicas entre a produção e/ou consumo e/ou descarte dos produtos que utilizamos, como indicam as respostas da questão Q.18.

Em relação à segunda variável latente, podemos identificar que os estudantes, em sua maioria, relataram que possuíam um entendimento sistêmico do funcionamento do planeta Terra, mas a comparação das respostas de algumas questões indicou que este entendimento sistêmico não estava muito bem fundamentado para os estudantes, o que se configura em uma de nossas principais hipóteses de análise. Por exemplo, para a questão Q.13 (“A conservação da diversidade biológica é fundamental no enfrentamento da crise ambiental atual”) obteve 82,6% de concordância total e 15,2% concordância parcial. Isso poderia sugerir que os estudantes possuíam, antes da aplicação da sequência didática, conhecimento acerca da importância dos seres vivos na regulação das condições do planeta. No entanto, seria esperado que os estudantes que concordaram totalmente com esta questão, também concordassem totalmente com a Q.14 (“Eu entendo o planeta de forma sistêmica, ou seja, como um sistema único de interações”), o que não ocorreu. Na Q.14, a porcentagem de estudantes que marcaram ‘Concordo totalmente’ foi de 69,8%. Se admitirmos que a grande concordância na

Q.13 não se deve ao entendimento do planeta Terra como um sistema, podemos pensar na opção de ter sido decorrência do constante chamado pela conservação da diversidade biológica na mídia, que pode resultar na aceitação de que a diversidade biológica é importante, mas sem o conhecimento, de fato, dos motivos dessa importância.

Na segunda aplicação, as respostas continuaram a indicar um entendimento sistêmico da Terra, mas as respostas a algumas questões sugeriram que houve avanço na compreensão dos conteúdos tratados na sequência didática, com um melhor entendimento das relações existentes entre as partes do sistema e o sistema como um todo, bem como da capacidade do planeta de auto-regular-se. Como exemplo, podemos citar a mesma questão Q.14, para a qual registrou-se um aumento significativo de concordância total, de 69,8% na primeira aplicação, para 87% na segunda, além de ter sido reduzido para zero o número de estudantes que se colocaram como indiferentes à questão.

Assim, a comparação dos resultados da primeira e da segunda aplicação do questionário para a segunda variável latente sugere que a sequência didática cumpriu o seu objetivo geral de melhorar o entendimento da crise ambiental atual a partir dos conhecimentos científicos gerados em pesquisas que utilizam visão sistêmica do planeta Terra. Contudo, devemos aceitar esta interpretação com cautela, uma vez que os resultados da segunda questão discursiva que aplicamos mostraram que, quando os estudantes foram solicitados a escrever sobre o funcionamento sistêmico, não se saíram tão bem quanto na resposta ao instrumento fechado, quando as proposições já estavam formuladas. Isso mostra a necessidade de uma maior apropriação do modo sistêmico de pensar o planeta Terra e a crise ambiental, o que nos sugere a necessidade de aprimorarmos a abordagem de tal tema na sequência didática.

CONCLUSÕES

No presente trabalho, buscamos investigar quais as características de uma sequência didática capaz de promover uma aprendizagem bem sucedida sobre a crise ambiental, a ecologia e o funcionamento do sistema Terra, no contexto de uma disciplina para estudantes ingressantes no ensino superior. Ao fim do processo de elaboração da sequência didática, através do trabalho colaborativo da equipe de pesquisa, que incluiu a professora da disciplina na qual foi desenvolvida, a sequência apresentou as seguintes características: o estímulo ao entendimento e ao interesse pelo conhecimento científico; a integração de conhecimentos de diversas áreas das ciências, ao tratar de conteúdos como os ciclos biogeoquímicos; o estímulo à discussão de questões envolvendo aspectos sociais, culturais, ambientais, políticos e econômicos; e o estímulo à discussão sobre o que pode ser feito coletiva e individualmente para o enfrentamento da crise ambiental. A validação interna da sequência foi feita com a utilização de dados coletados por três tipos de instrumentos, entre eles, um questionário de múltipla escolha aplicado duas vezes, que foi o principal foco de atenção neste artigo.

Boa parte das afirmações do questionário de múltipla escolha deu vez a respostas sem maiores diferenças entre as duas aplicações, o que indica não terem ocorrido muitas mudanças de atitudes, de acordo com a análise permitida pelo instrumento. No entanto, também encontramos indicações de mudanças em algumas questões. Por exemplo, os estudantes se mostraram mais conscientes a respeito da importância de atitudes políticas no enfrentamento das questões ambientais, bem como da importância das relações econômicas entre a produção e/ou consumo e/ou descarte dos produtos que utilizamos. Em relação às análises das variáveis latentes, os estudantes continuaram a optar por atitudes individuais e cotidianas como ambientalmente responsáveis, apesar do reconhecimento da dimensão sociopolítica e econômica encontrado em algumas respostas. A comparação dos resultados da variável latente sobre a visão sistêmica ou fragmentada do planeta sugere, por sua vez, que a sequência

didática cumpriu seu objetivo de melhorar a compreensão da crise ambiental atual a partir do conhecimento científico construído com a utilização de um entendimento sistêmico da Terra. Portanto, podemos dizer que certo grau de sucesso foi conseguido na construção de condições favoráveis à aprendizagem dos estudantes através da sequência didática construída, mas, ao mesmo tempo, ela deve ser retrabalhada e aperfeiçoada para novas aplicações e avaliações, até que as características necessárias para atender aos nossos objetivos estejam mais claras e sólidas.

REFERÊNCIAS

- AMÉRIGO, M.; BERNARDO, A. Representación social del ser humano *versus* naturaleza y su relación con las creencias medioambientales. **Revista de Psicología Social**, 2007, 22 (3), 291-233.
- ARAGONÉS, J.I.; AMÉRIGO, M. Un estudio empírico sobre las actitudes ambientales. **Revista de Psicología Social**, 1991, 6(2), 223-240.
- BAUMGARTNER, E.; BELL, P.; BOPHY, S. *et al.* Design-based research: An emerging paradigm for educational inquiry. **Educational Researcher**, 2003, 32, 5-8.
- BIAGGIO, A.M.B.; VARGAS, G.A.O.; MONTEIRO, J.K.; SOUZA, L.K. TESCHE, S.L. Promoção de atitudes ambientais favoráveis através de debates de dilemas ecológicos. **Estudos de Psicologia**, 1999, 4 (2), 221-238.
- EL-HANI, C. N.; GRECA, I. Uma comunidade virtual de prática como meio de diminuir a lacuna pesquisa-prática na educação científica. In: **Atas do VII Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências (ENPEC)**, a1069. Belo Horizonte: ABRAPEC, 2009.
- GUIMARÃES, M.D.M. Ensinando sobre uma visão sistêmica do planeta terra a ingressantes do ensino superior. 2011. 174f. Dissertação (Mestrado) – PPG em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador. Disponível em: <https://twiki.ufba.br/twiki/bin/view/PPGEFHC/DissertacoesPpgefhc>
- GUIMARÃES, M.D.M.; LIMA-TAVARES, M.; NUNES-NETO, N.F.; CARMO, R.S.; EL-HANI, C.N. A Teoria Gaia é um Conteúdo Legítimo no Ensino Médio de Ciências? **Pesquisa em Educação Ambiental (UFSCar)**, v.3, p.73 - 104, 2008.
- HARGREAVES, D. H. The knowledge-creating school. **British Journal of Educational Studies**, v. 47, p. 122-144. 1999.
- JACOBSON, M.C.; CHARLSON, R.J.; RODHE, H.; ORIAN, G.H. **Earth System Science: From Biogeochemical Cycles to Global Changes**. San Diego, CA: Elsevier, 2000.
- JACCOUD, M.; MAYER, R. A observação direta e a pesquisa qualitativa. In: POUPART, J.; DESLAURIERS, J. P.; GROULX, L. H.; LAPERRIÈRE, A.; MAYER, R.; PIRES, A. P. (Orgs.). **A pesquisa qualitativa: enfoques epistemológicos e metodológicos**. Petrópolis: Vozes, 2008. p. 254-294.
- KUMP, L.; KASTING, J.; CRANE, R. **The Earth System**. Prentice Hall: New Jersey, 1999.
- LEFF, E. **Epistemologia Ambiental**. São Paulo: Cortez, 2006.
- LIMA-TAVARES, M.; EL-HANI, C. Um olhar epistemológico sobre a transposição didática da teoria Gaia. **Investigações em ensino de ciências**. Porto Alegre, v.6, n. 3, dez. 2001.
- LOVELOCK, J.; MARGULIS, L. Atmospheric homeostasis by and for the biosphere: the gaia hypothesis. **Tellus**. Vol. 26. n° 1-2. pp. 2-10. 1974.

- LOVELOCK, J. **As Eras de Gaia**. Rio de Janeiro: Editora Campus, 1991.
- LOVELOCK, J. **Gaia: Um novo olhar sobre a vida na Terra**. Lisboa: Edições 70, 1995.
- LOVELOCK, J. **A vingança de Gaia**. Rio de Janeiro: Intrínseca, 2006.
- LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. **Pesquisa em Educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.
- MARGULIS, L.; LOVELOCK, J. Biological modulation of the atmosphere. **Icarus**. vol.21. pp. 471-489. 1974
- McINTYRE, D. Bridging the gap between research and practice. **Cambridge Journal of Education**, v. 35, n. 3, p. 357–382, Nov. 2005.
- MÉHEUT, M. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: BOERSMA *et al.* (Ed.). **Research and the quality of science education**. Dordrecht: Springer, 2005. p.195-207.
- MEYER, L.; BOMFIM, G.; EL-HANI, C. Life Concepts in Higher Education Biology Textbooks. In: International Meeting on Critical Analysis of School Science Textbooks (IOSTE), 2007, Hammamet (Tunísia). **Anais...** Hammamet: IOSTE, 2007. v.1. p. 779-793.
- MOLION, L.C.B. Aquecimento global: uma visão crítica. In: VEIGA, J.E. (Org.). **Aquecimento global: frias contendas científicas**. São Paulo: SENAC São Paulo, 2008.
- NUNES-NETO, N.F. Bases epistemológicas para um modelo funcional em Gaia. 2008. 187f. Dissertação (Mestrado) – PPG em Ensino, Filosofia e História das Ciências, Universidade Federal da Bahia/Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador.
- OLIVEIRA, S. Base científica para a compreensão do aquecimento global. In: VEIGA, J. (Org.). **Aquecimento global: frias contendas científicas**. São Paulo: SENAC S.Paulo, 2008.
- PAGAN, A. **Ser (animal) humano: evolucionismo e criacionismo nas concepções de alguns graduandos em ciências biológicas**. 2009. 228p. Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática) – Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.
- PLOMP, T. Educational design research: An introduction. In: PLOMP, T.;NIEVEEN, N. (Eds.). **An introduction to educational design research**. Enschede: SLO – Netherlands Institute for Curriculum Development, 2009, pp. 9-35.
- SCHREINER, C.; SJØBERG, S. **Sowing the seeds of ROSE: background, rationale, questionnaire development and data collection for ROSE**. University of Oslo: Oslo, 2004. Disp. em: <http://www.ils.uio.no/english/rose/key-documents/keydocs/ad0404-sowing-rose.pdf>. Acesso em 22 set. 2009.
- TANTAWI, P.; O'SHAUGHNESSY, N.; GAD, K.; RAGHEB, M.A.S. Attitude towards the environment: an empirical investigation on Egyptian consumers. In: International Conference on Business and Information (BAI), 2007, Tóquio (Japão). **Anais...** Tóquio: BAI, 2007. Disp. em: <http://ibacnet.org/bai2007/proceedings/Papers/2007bai7385.doc>. Acesso em 15 set 2009.
- UEBERSAX, J. S. Likert scales: dispelling the confusion. **Statistical Methods for Rater Agreement website**. 2006. Disp. em: <http://ourworld.compuserve.com/homepages/jsuebersax/likert2.htm>. Acessado em: 22 jun. 2009.
- VEIGA, J.E. (Org.). **Aquecimento global: frias contendas científicas**. São Paulo: Editora SENAC São Paulo, 2008.
- ZABALA, A. **A prática educativa: Como ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 1998.