



MAÍRA AKEMI TOMA

**ABORDAGEM DO TEMA SOLOS COM ÊNFASE
EM SUA BIODIVERSIDADE NA EDUCAÇÃO
BÁSICA NO MUNICÍPIO DE LAVRAS - MG**

**LAVRAS – MG
2015**

MAÍRA AKEMI TOMA

**ABORDAGEM DO TEMA SOLOS COM ÊNFASE EM SUA
BIODIVERSIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO MUNICÍPIO DE
LAVRAS - MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em Biologia, Microbiologia e Processos Biológicos do Solo, para a obtenção do título de Mestre.

Orientadora

Dra. Fatima Maria de Souza Moreira

LAVRAS – MG

2015

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da
Biblioteca Universitária da UFLA**

Toma, Maíra Akemi.

Abordagem do tema solos com ênfase em sua biodiversidade na
educação básica no município de Lavras - MG / Maíra Akemi Toma.

– Lavras : UFLA, 2015.

83 p. : il.

Dissertação (mestrado acadêmico)–Universidade Federal de
Lavras, 2015.

Orientadora: Fatima Maria de Souza Moreira.

Bibliografia.

1. Educação em Solos. 2. Recursos didáticos. 3. Formação de
professores. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

MAÍRA AKEMI TOMA

**ABORDAGEM DO TEMA SOLOS COM ÊNFASE EM SUA
BIODIVERSIDADE NA EDUCAÇÃO BÁSICA NO MUNICÍPIO DE
LAVRAS - MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, área de concentração em Biologia, Microbiologia e Processos Biológicos do Solo, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 09 de fevereiro de 2015.

Dra. Fatima Maria de Souza Moreira	UFLA
Dr. Antônio Fernandes Nascimento Jr.	UFLA
Dra. Cristine Carole Muggler	UFV
Dr. Rogério Custódio Vilas Bôas	UFLA

Dra. Fatima Maria de Souza Moreira
Orientadora

LAVRAS – MG

2015

*A minha família, amigos, professores e todos aqueles que acreditam na
transformação do mundo em amor.*

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de estar nesse mundo, por agradecer minha vida com tantos conhecimentos e pessoas iluminadas e por fazer de mim instrumento de Vossa vontade.

A minha família, pelo apoio, amor, ensinamentos e amizade em todos os momentos e situações de minha vida.

Aos meus pais, pelo amor e pelo exemplo de trabalho, respeito, perseverança, coletividade e bondade.

À Profa. Fatima, pela confiança, incentivo e orientação desde que ingressei no DCS/UFLA.

Ao Rogério pela coorientação, amizade, ensinamentos e incentivo durante o desenvolvimento do projeto.

À Tainara e Larissa, que se empenharam em todos os momentos para construir esse trabalho.

Em especial, à toda equipe que compôs esse projeto, pois sem a colaboração de cada um de vocês seria impossível criar tantos momentos construtivos.

À CAPES, FAPEMIG e ao CNPq pela concessão da bolsa de Mestrado e financiamento do projeto, fundamental para continuidade de meus estudos e desenvolvimento da pesquisa.

Ao Departamento de Ciência do Solo pelo apoio técnico, científico e educacional.

Ao Prof. Nilton pela amizade, ensinamentos e incentivos.

A todos os meus amigos que, de perto ou de longe, sempre me apoiaram, aconselharam e acolheram com muito carinho.

Aos queridos irmãos da casa espírita Fabiano de Cristo, Iar Augusto Silva, da Brahma Kumaris, Casaluz e Fatima, Alcides, Cleber, Walber e Siomara, que nesse período abriram minha mente para o conhecimento de Deus.

Ao Dr. Edgard Soken e sua família pelo tratamento espiritual e físico, amizade e acolhimento, que foram essenciais nessa fase.

Enfim, agradeço a todos que de alguma forma compartilharam boas energias comigo e com o mundo.

RESUMO

O solo desempenha funções essenciais para a sustentação da vida na Terra. No entanto, a falta de conhecimento acerca do solo e de sua biodiversidade tem gerado inúmeros processos de degradação deste recurso e, desta maneira, comprometendo o desempenho de suas funções. Portanto, para estimular a reflexão quanto às atitudes humanas na conservação do ecossistema solo, o presente trabalho teve como objetivo inserir e desenvolver o tema Solos, com ênfase na biodiversidade do solo, na educação básica do município de Lavras, MG. Desse modo, a pesquisa foi realizada em três momentos. No primeiro momento foi realizado um levantamento de demandas sobre um curso de formação continuada de professores e desenvolvidos materiais didáticos sobre o tema; em seguida, foi elaborado e ofertado um curso de formação continuada de professores; e, na terceira etapa, foram realizadas atividades em duas escolas de ensino fundamental com dois professores participantes do curso de formação. Supôs-se que os materiais didáticos produzidos poderiam auxiliar no ensino em Solos e Biologia do Solo, mas que deveriam ser adaptados de acordo com a disponibilidade de materiais das escolas e a criatividade dos sujeitos envolvidos. Constatou-se que há uma crescente e promissora demanda de cursos diferenciados de pós-graduação para professores da área de educação básica ou uma reformulação no processo seletivo dos cursos regulares de pós-graduação, uma vez que são altamente excludentes àqueles fora da rotina acadêmica. Também verificou-se que o conteúdo de Solos e Biologia do Solo é passível de ser trabalhado no ensino fundamental, principalmente, por meio de atividades de campo, atividades em grupo e vídeos.

Palavras-chaves: Educação em Solos. Recursos didáticos. Formação de professores.

ABSTRACT

Soil plays an essential role in sustain the life on Earth. However, the lack of knowledge about soil and its biodiversity have generated many degradation processes and, thus, compromising the performance of their functions. Therefore, to stimulate thought on human attitudes in the conservation of soil ecosystem, this study aimed to introduce and develop the Soil theme, with emphasis on soil biodiversity, in basic education in Lavras county, MG. Thus, the research was conducted in three stages. At first a survey of demands on a continuing course of teacher training was performed and educational materials on the subject were developed; then a course of continuous teacher training was developed and offered; and in the third stage, activities in two elementary schools with two teachers participating in the training course were carried out. It was assumed that the teaching materials produced can assist in teaching in Soils and soil biology, but that should be adjusted according to the availability of materials in the schools and creativity of those involved. It was found that there is a growing and promising demand for different courses of graduate for teachers of basic education or a readjust in the selection process of regular graduation courses, since they are highly exclusive to those outside the academic routine. In addition, it was found that the content of Soils and Soil Biology is likely to be working in primary education, mainly through field activities, group activities and videos.

Keywords: Soil Education. Teaching resources. Teachers training.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

PRIMEIRA PARTE

Quadro 1	Equipe do projeto	23
----------	-------------------------	----

ARTIGO 1

Figura 1	Modelos didáticos desenvolvidos ou adaptados para o tema Solos	76
Figura 2	Recursos didáticos desenvolvidos ou adaptados para o tema Macrofauna	76
Figura 3	Recursos didáticos desenvolvidos ou adaptados para o tema Mesofauna	77
Figura 4	Recursos didáticos desenvolvidos para o tema Microfauna	77
Figura 5	Recursos didáticos desenvolvidos para o tema Microrganismos	78
Figura 6	Exemplo de caixa ecológica do solo	78

ARTIGO 2

Figura 1	Os professores/estudantes participantes do curso durante o roteiro pedológico	79
Figura 2	Modelos didáticos construídos no módulo “Solos”	79
Figura 3	Aquário macrofauna: simulação de ninho de formiga em pasta plástica transparente construída pelos professores/estudantes	79

Figura 4	As caixas de interações ecológicas construídas pelos professores/estudantes durante o módulo	80
----------	--	----

ARTIGO 3

Figura 1	Estudantes participando da dinâmica de levantamento do conhecimento	80
Figura 2	Cartaz de orientação sobre o tema solos	81
Figura 3	Instalação de armadilhas na horta da escola	81
Figura 4	Resultado da dinâmica de levantamento de alguns grupos	82
Figura 5	Estudantes explorando as cores dos solos	82
Figura 6	Estudantes fazendo a experiência sobre a erosão do solo	83
Figura 7	Dinâmica da diversidade do solo	83
Quadro 2	Descrições dos estudantes quanto as sensações ao manusear solos arenosos, siltosos e argilosos	67

SUMÁRIO

PRIMEIRA PARTE - CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	14
2.1	A importância do solo	14
2.2	Os organismos do solo e suas funções	15
2.2.1	Macrofauna	16
2.2.2	Mesofauna	17
2.2.3	Microfauna	17
2.2.4	Microrganismos	18
2.3	Educação em Solos	20
3	JUSTIFICATIVA	20
4	OBJETIVOS	21
5	PARTICIPANTES DO PROJETO	22
	REFERÊNCIAS	27

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

	ARTIGO 1 CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PARA ABORDAGEM DO TEMA SOLOS E SUA BIODIVERSIDADE	30
	ARTIGO 2 BIODIVERSIDADE DO SOLO COMO PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA PARA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO	46
	ARTIGO 3 ABORDAGENS SOBRE A BIODIVERSIDADE DO SOLO NO ENSINO FUNDAMENTAL: UM ESTUDO DE CASO	56
	ANEXOS	76

PRIMEIRA PARTE - CONTEXTUALIZAÇÃO DO PROBLEMA

1 INTRODUÇÃO

Ao caminhar pela superfície do solo, a maioria das pessoas dificilmente imagina o que ocorre dentro deste incrível e dinâmico ecossistema. A complexidade química, física e biológica do solo em interface com as outras esferas do planeta faz deste sistema um dos principais componentes que sustentam a vida na Terra. O solo é fonte de nutrientes para as plantas e, conseqüentemente, meio de obtenção de alimentos, fibras e energia. É mediador de processos fundamentais, como os ciclos da água, do carbono e outros nutrientes, além de ser base para construções civis e fonte de matéria-prima para a indústria.

O solo também é o habitat de uma imensa diversidade de organismos, que apresentam vários tamanhos, formas e comportamentos. A biodiversidade do solo é de suma importância para a manutenção da vida nos ecossistemas terrestres, visto que todos os serviços prestados pelo solo são mediados por esses organismos. Apesar da sua importância, as comunidades de seres macro e microscópicos são muitas vezes negligenciadas pela sociedade, uma vez que são pouco conhecidas e compreendidas. A falta de conhecimento acerca do solo e de sua biodiversidade tem gerado inúmeros processos de degradação deste recurso, o que vem comprometendo o desempenho de suas funções nos ambientes naturais e antropizados.

De acordo os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), a principal função do trabalho com o tema Meio Ambiente é contribuir para a formação de cidadãos conscientes, aptos a decidir e atuar na realidade socioambiental de um modo comprometido com a vida, com o bem-estar de cada um e da sociedade, local e global. Desta maneira, o tema solos deveria ser tratado com mais atenção nos currículos escolares, de maneira que pudesse despertar nas pessoas uma

consciência ambiental baseada nos princípios da sustentabilidade e, assim, revisar e reconstruir a concepção sobre o solo. Neste sentido, este projeto objetivou desenvolver o tema solos e a sua biodiversidade na educação básica por meio da elaboração de materiais didáticos, promoção de curso de formação continuada para professores e atividades lúdicas para estudantes do Ensino Fundamental II de escolas públicas no município de Lavras (MG).

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A importância do solo

Seja no jardim de nossas casas, parques, plantações ou florestas, o solo pode desempenhar diversas funções ao homem e ao meio ambiente, como:

- a) Suporte para o crescimento de plantas: sem o solo seria impossível sustentar a diversidade de vegetais existente no planeta, pois o solo proporciona um ambiente físico para que as plantas possam se desenvolver;
- b) Fonte de nutrientes para as plantas: é do solo que as plantas adquirem os nutrientes para seu desenvolvimento e, portanto, o solo é a fonte de alimentos, energia (combustíveis, madeira, etc.), fibras e outras matérias-primas;
- c) Sistema de suprimento e purificação da água: o solo é capaz de reter água e outras moléculas na superfície de suas partículas e, desta maneira, fornece água às plantas e abastece os lençóis freáticos;
- d) Diminuição dos riscos de contaminação dos lençóis freáticos: o solo também é capaz de reter moléculas poluentes ou decompor compostos tóxicos pela ação de microrganismos; assim, amenizar os riscos de contaminação da água que abastece os lençóis freáticos;

- e) Ciclagem de nutrientes: por meio da atividade dos organismos do solo no processo de decomposição dos resíduos animais e vegetais, o solo permite que os nutrientes sejam transferidos entre organismos na cadeia alimentar e, posteriormente, retornem ao solo;
- f) Regulação dos gases da atmosfera: o solo regula as quantidades de carbono por meio do sequestro de carbono e a emissão de dióxido de carbono na atmosfera; de oxigênio, por meio do processo de fotossíntese e respiração; e de nitrogênio atmosférico pela ação de bactérias capazes de convertê-lo em formas absorvíveis pelas plantas, e outras que mediam o processo inverso;
- g) Base para construção civil: o solo é utilizado para construção, tanto em sua superfície, quanto compondo a própria infraestrutura, como adobe, tijolos, pisos cerâmicos, telhas, etc.;
- h) Valor cultural: o solo também é utilizado como matéria-prima para obras de arte, tintas, utensílios domésticos e tratamentos de beleza, além de fonte para pesquisas arqueológicas;
- i) Potencial industrial: o solo possui um grande potencial industrial, tanto em extração de minérios, como também nas indústrias farmacêutica e alimentícia pela utilização e descoberta de organismos com aplicações biotecnológicas.

Seja em ambientes naturais ou antropizados, as funções desempenhadas pelo solo são resultado da atividade da imensa diversidade de organismos que habitam esse ecossistema. Os organismos do solo realizam uma série de processos importantes que sustentam numerosos bens e serviços ecossistêmicos.

2.2 Os organismos do solo e suas funções

A fauna do solo é composta por diversos grupos de invertebrados que vivem na serrapilheira ou abaixo da superfície, em canais, câmaras e outras estruturas, pelo menos uma parte do seu ciclo de vida (KORASAKI; MORAIS; BRAGA, 2013). Com base no seu tamanho, os organismos do solo podem ser classificados em: macrofauna, mesofauna, microfauna e microrganismos.

2.2.1 Macrofauna

São classificados como organismos da macrofauna, todos os invertebrados que vivem no solo que apresentem tamanho maior que 2 mm de comprimento (PETERSON; LUXTON, 1982). Nesse grupo estão inclusas várias classes, ordens e famílias de invertebrados, sendo os cupins (ordem Isoptera), as formigas (família Formicidae), as minhocas (classe Oligochaeta), os besouros (ordem Coleoptera), os tatuzinhos de jardim (ordem Isopoda), as aranhas (ordem Aranea), as centopéias (classe Chilopoda), os piolhos-de-cobra (classe Diplopoda), as baratas (ordem Isoptera), as tesourinhas (ordem Dermaptera), os grilos (ordem Orthoptera), os caracóis (classe Gastropoda) e os escorpiões (ordem Scorpiones) os mais conhecidos e estudados (KORASAKI; MORAIS; BRAGA, 2013).

Em razão do seu tamanho e da maneira como se movimenta no solo, a macrofauna do solo exerce grande influência nos aspectos físicos do solo através da criação de túneis, canais, câmaras e ninhos e também por gerar coprólitos (KORASAKI; MORAIS; BRAGA, 2013). Essas estruturas biogênicas alteram a estrutura e a porosidade do solo, permitindo que a água infiltre no solo com maior facilidade e, desta maneira, criam um ambiente melhor para o desenvolvimento de plantas e outros seres vivos. Em função disso, os organismos desse grupo são comumente chamados de engenheiros do solo

(LAVELLE et al., 1997) ou engenheiros do ecossistema (ANDERSON, 2009; WOLTERS, 2000).

2.2.2 Mesofauna

A mesofauna do solo compreende os organismos de tamanho entre 0,2 a 2 mm de comprimento pertencentes a várias categorias taxonômicas. Alguns grupos são mais conhecidos, como por exemplo, os ácaros (Subclasse Acari) e os colêmbolos (Subclasse Collembola), e outros pouco estudados e raramente percebidos pela maioria das pessoas devido ao seu tamanho diminuto, como os proturos (Ordem Protura), dipluros (Ordem Diplura), paurópodos (Classe Pauropoda), sínfilos (Classe Symphyla) e palpígrados (Ordem Palpigradi) (MORAIS et al., 2013). Esses organismos vivem, principalmente, na superfície do solo, mais conhecida como serrapilheira ou folhedo, onde encontram restos vegetais em decomposição. Por serem predadores de microrganismos, como fungos e bactérias, atuam no controle biológico e na decomposição da matéria orgânica. No entanto, também auxiliam no revolvimento do solo, ciclagem de nutrientes e controle de pragas.

2.2.3 Microfauna

A microfauna do solo é classificada como todos os organismos que habitam o solo com tamanho inferior a 0,2 mm. Neste grupo estão inclusos os protozoários (Reino Protocista), os rotíferos (Reino Animalia) e os nematoides (Reino Animalia) (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Os protozoários desempenham papel importante nos ciclos biogeoquímicos, principalmente, no ciclo do carbono e do nitrogênio, pois regulam a decomposição de restos vegetais (COUËTEAUX; DARBYSHIRE, 1998). No entanto, a maioria desses

organismos (amebas) é consumidora de bactérias e, por isso, são importantes no controle populacional de microrganismos.

Os rotíferos são organismos comuns nos solos, onde habitam finas camadas de água formadas ao redor das partículas e, assim como os crustáceos, contribuem para a ciclagem de nutrientes. Alguns gêneros são parasitas de minhocas, mas pouco se sabe sobre seus impactos nos hospedeiros; por outro lado, eles fazem parte da dieta de outros organismos, como os insetos, protozoários, dos próprios rotíferos e de crustáceos.

Os nematoides apresentam uma grande diversidade de espécies, alguns parasitam plantas, outros controlam pragas e muitos atuam na regulação populacional de fungos e bactérias (CARES, 2013). Desta maneira, juntamente à mesofauna, a microfauna exerce um importante papel na regulação populacional de outros organismos do solo.

2.2.4 Microrganismos

Assim como a microfauna, os microrganismos são seres microscópicos que precisam do auxílio de equipamentos de aumento para sua visualização. Neste grupo são enquadradas as bactérias (Domínio Bacteria), os fungos (Reino Fungi) e as algas (Reino Protocista), organismos de tamanho reduzido, porém, em grande densidade e importância no solo. Os microrganismos do solo atuam na decomposição da matéria orgânica, produção de húmus, ciclagem de nutrientes e energia, produção de compostos complexos que contribuem para agregação do solo, decomposição de xenobióticos (compostos químicos sintéticos não existentes naturalmente no ambiente), controle biológico de pragas e doenças, dentre outras funções (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Além disso, os microrganismos do solo apresentam uma grande diversidade e podem

ser muito úteis para a sociedade, seja na agricultura ou em vários segmentos da indústria (alimentos, farmacêutica, etc.).

Na agricultura, um dos melhores exemplos de utilização (aplicação biotecnológica) dos microrganismos do solo na agricultura é a fixação biológica de nitrogênio. Bactérias denominadas rizóbios, existentes no solo, são capazes de fixar nitrogênio atmosférico (N_2) e transformá-lo em amônia (NH_3), forma de nitrogênio que pode ser absorvida pelas plantas. A utilização dessa técnica tem contribuído para redução do uso de adubos nitrogenados no Brasil e, por isso, tem garantido maior segurança ambiental e economia ao produtor rural. As interações entre plantas e microrganismos na agricultura e no meio ambiente apresentam um potencial tão grande quanto à descoberta de microrganismos utilizados nas indústrias para produção de fermentados, medicamentos, produtos lácteos e biotecnológicos. Nesse contexto, a importância dos microrganismos do solo deve ser enfatizada e/ou difundida entre a sociedade não só pelo seu potencial mas também para desmistificar a ideia de que microrganismos são apenas causadores de doenças.

Todas essas comunidades de organismos macro e microscópicos realizam atividades imprescindíveis para a manutenção e sobrevivência das comunidades vegetais e animais, e suas interações interespecíficas geram produtos que afetam e são afetadas pelo solo (BRADY; WEIL, 2000; MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Apesar de sua importância, o solo é pouco reconhecido e compreendido pela sociedade em geral, principalmente, no que diz respeito aos estudos das interações ecológicas e conservação da biodiversidade (BRIDGES; CATIZZONE, 1996; MOREIRA; SIQUEIRA; BRUSSAARD, 2006; MUGGLER; PINTO; MACHADO, 2006). Por essa razão, há centenas de anos, o mau uso do solo pelo homem vem acarretando problemas de salinização, desertificação, compactação, erosão, poluição,

assoreamento e contaminação de cursos de água, o que tem causado a perda das funções do solo e, concomitantemente, de sua biodiversidade. Portanto, o problema em torno da conservação do solo tem sido negligenciado pela humanidade há tempos (SOUZA; MATOS, 2012), o que justifica a necessidade da conscientização das pessoas de que o solo é um corpo natural que demora a se formar, não se reproduz e é perdido com facilidade (LIMA; LIMA; MELO, 2007).

2.3 Educação em Solos

A educação em solos vem buscando modificar o quadro de conhecimentos e abordagens trazidas no contexto escolar, principalmente, na educação básica. O tema solos nos livros didáticos é muitas vezes limitado e distante da realidade dos estudantes, o que tem causado desinteresse pelo assunto e, conseqüente, desvalorização deste importante elemento natural.

Nos últimos anos, diversos projetos foram criados com o intuito de divulgar a importância do solo para a sociedade. Atualmente, são reconhecidos trinta espaços de educação em solos no Brasil, presentes em dezesseis estados, trabalhando com exposições, construção de material didático, formação de professores, entre outros (MUGGLER, 2014). As atividades desenvolvidas nesses projetos têm auxiliado na disseminação do conhecimento sobre a importância do solo e a necessidade de sua proteção, além de aproximar a comunidade da universidade.

3 JUSTIFICATIVA

Este projeto foi elaborado para atender as demandas identificadas no trabalho de mestrado de Rogério Vilas Bôas sobre “Microbiologia do Solo no Ensino Médio do Município de Lavras, MG: um estudo de viabilidade” (VILAS

BOAS, 2008) e ampliar a pesquisa de seu doutorado sobre “Microbiologia do Solo no Ensino Médio: proposta de formação continuada de professores de Biologia” (VILAS BOAS, 2014). No primeiro trabalho ficou constatado que informações sobre microrganismos do solo nos livros didáticos de Biologia para o Ensino Médio é extremamente reduzida ou inexistente. No último, o autor concluiu que o conteúdo é passível de ser trabalhado em sala de aula e que a formação continuada de professores proporciona melhor compreensão sobre o tema, troca de experiências e atualizações.

Na pesquisa de Dissertação, os professores entrevistados alegaram que não abordavam a Microbiologia do Solo por falta de um material didático de apoio e a maioria dos professores afirmou que não estudou o tema no curso de graduação em Ciências Biológicas. Assim, a maioria dos professores desconhecia importantes processos biotecnológicos e naturais realizados pelos os microrganismos do solo.

A partir dos resultados obtidos nessas pesquisas, constatou-se que há uma demanda de conhecimento sobre o tema e que este poderia ser ampliado para “Biologia do Solo”. Assim, o presente trabalho pode contribuir para o processo de ensino-aprendizagem de Biologia do Solo entre alunos e professores do Ensino Médio e Fundamental, como também atender aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN’s), nos quais é argumentado que “a formação do aluno deverá ser baseada em experiências e observações que contribuem para que ele perceba sua relação com o meio ambiente e sua responsabilidade para com ele”.

4 OBJETIVOS

Para atender as demandas de informações e formação de professores sobre a Biologia do Solo, este trabalho teve como objetivo:

Inserir e desenvolver o tema Solo, com ênfase na Biologia do Solo, junto a escolas públicas do município de Lavras, MG.

Sendo seus objetivos específicos:

- a) Desenvolver materiais didáticos de apoio ao ensino em Biologia do Solo;
- b) Promover a articulação entre a Universidade Federal de Lavras e as escolas de Educação Básica do município de Lavras;
- c) Conceber, desenvolver e realizar curso de formação continuada de professores sobre a Biologia do Solo com carga horária de quarenta horas;
- d) Realizar atividades e projetos com estudantes da Educação Básica, através dos professores participantes do curso de formação continuada em Biologia do solo.

5 PARTICIPANTES DO PROJETO

O presente trabalho é resultado de uma ação conjunta de estudantes de ensino médio, graduação, pós-graduação e professores, em atuação na Universidade Federal de Lavras (Quadro 1). O departamento de Ciência do Solo foi responsável pela elaboração deste projeto, através do setor de Microbiologia e Processos Biológicos do solo, coordenado pela Professora Fatima Maria de Souza Moreira. Juntamente como os departamentos de Biologia, Entomologia, Fitopatologia e a EPAMIG, a equipe almejou atingir os objetivos desse projeto,

os quais serão apresentados nesse trabalho em forma de artigos na segunda parte.

Quadro 1 Equipe do projeto

Membro	Formação e atuação
Alcides Moino Júnior	Professor do Departamento de Entomologia - UFLA
Bruno Montoani Silva	Pós-graduando em Ciência do Solo - UFLA
Camila Cramer Filgueiras	Pós-graduanda em Entomologia - UFLA
Diego Tassinari	Pós-graduando em Ciência do Solo - UFLA
Eduardo Souza Freire	Pós-graduando em Fitopatologia - UFLA
Elidiane da Silva	Pós-graduanda em Ciência do Solo - UFLA
Érika Andressa da Silva	Pós-graduanda em Ciência do Solo - UFLA
Ernesto de Oliveira Cañedo Júnior	Pós-graduando em Entomologia - UFLA
Fatima Maria de Souza Moreira	Professora do Departamento de Ciência do Solo - UFLA
Fernanda de Carvalho	Pós-graduação em Ciência do Solo - UFLA

Filipe Machado França	Pós-graduando em Ecologia Aplicada
Franciane Diniz Cogo	Pós-graduanda em Ciência do Solo - UFLA
Jacqueline Savana da Silva	Pós-graduanda em Ciência do Solo - UFLA
Jessé Valentim dos Santos	Doutor em Ciência do Solo - UFLA
Juliana Tuller	Pós-graduanda em Ecologia Aplicada - UFLA
Júlio Neil Cassa Louzada	Professor do Departamento de Biologia - UFLA
Laís Ferreira Maia	Pós-graduanda em Ecologia Aplicada - UFLA
Larissa de Carvalho Costa	Estudante do ensino médio – bolsista BIC júnior
Leonardo de Paiva Barbosa	Doutor em Microbiologia Agrícola - UFLA
Leopoldo Ferreira de Oliveira Bernardi	Pós-graduando em Ecologia Aplicada - UFLA
Lívia Dorneles Audino	Pós-graduanda em Entomologia - UFLA
Lucas Del Bianco Faria	Professor do Departamento de Biologia - UFLA
Maíra Akemi Toma	Pós-graduanda em Ciência do Solo - UFLA

Michele Duarte de Menezes	Professora do Departamento de Ciência do Solo - UFLA
Patrícia de Pádua Marafelli	Pós-graduanda em Entomologia - UFLA
Paulo Rebelles Reis	Pesquisador do CNPq; EPAMIG Sul de Minas/Centro de Pesquisa em Manejo Integrado de Pragas e Doenças de Plantas - EcoCentro
Rogério Custódio Vilas Boas	Pós-graduando em Ciência do Solo / Professor de Biologia da Rede Pública de Ensino
Ronald Zanetti	Professor do Departamento de Entomologia - UFLA
Ronara de Souza Ferreira	Professora do Departamento de Biologia - UFES
Sérgio Henrique Godinho Silva	Pós-graduando em Ciência do Solo – UFLA
Tainara Louzada Rodrigues	Graduanda em Agronomia - UFLA
Talise Siqueira Galo	Graduanda em Agronomia - UFLA
Teotonio Soares de Carvalho	Pós-graduando em Ciência do Solo – UFLA
Thiago Alves Ferreira de Carvalho	Pós-graduando em Entomologia – UFLA
Vanesca Korasaki	Professora do Departamento de Ciências Exatas e da Terra - UEMG

Vicente Paulo Campos	Professor do Departamento de Fitopatologia - UFLA
Wesley de Melo Rangel	Pós-graduando em Microbiologia Agrícola - UFLA

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J. M. Why should we care about soil fauna? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 8, p. 835-842, ago. 2009.
- BRADY, N. C.; WEIL, R. R. **Elements of the nature and properties of soil**. 12th ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2000. 559 p.
- BRIDGES, E. M.; CATIZZONE, M. Soil science in a holistic framework: discussion of an improved integrated approach. **Geoderma**, Amsterdam, v. 71, p. 275-287, Feb. 1996.
- CARES, J. E. Nematoides. In: MOREIRA, F. M. S. et al. (Ed.). **O ecossistema solo**. Lavras: UFLA, 2013. p. 223-255.
- COUÃTEAUX, M.; DARBYSHIRE, J. F. Functional diversity amongst soil protozoa. **Applied Soil Ecology**, Amsterdam, v. 10, n. 3, p. 229-237, Nov. 1998.
- KORASAKI, V.; MORAIS, J. W.; BRAGA, R. F. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S. et al. (Ed.). **O ecossistema solo**. Lavras: UFLA, 2013. p. 119-138.
- LAVELLE, P. et al. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of Soil Biology**, Oxford, v. 33, n. 4, p. 159-193, May 1997.
- LIMA, V. C.; LIMA, M. R. de; MELO, V. de F. (Ed.). **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Curitiba: UFPR, 2007. 130 p.
- MORAIS, J. W. et al. Mesofauna. In: MOREIRA, F. M. S. et al. (Ed.). **O ecossistema solo**. Lavras: UFLA, 2013. p. 185-200.
- MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. atual. e ampl. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. **Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems**. London: CABI, 2006. 304 p.

MUGGLER, C. C. Educação em solos em movimento: do discurso à prática. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 39, n. 2, p. 16-19, maio/ago. 2014.

MUGGLER, C. C.; PINTO, S. F. A.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 733-740, jul./ago. 2006.

PETERSON, H.; LUXTON, M. A survey of the main animal taxa of detritus food web. **Oikos**, Buenos Aires, v. 39, p. 293-294, 1982.

SOUSA, H. F. T.; MATOS, F. S. O ensino dos solos no ensino médio: desafios e possibilidades na perspectiva dos docentes. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 3, n. 6, p. 71-78, jul./dez. 2012.

VILAS BÔAS, R. C. **Microbiologia do solo no ensino médio**: proposta de formação continuada de professores de Biologia. 2014. 103 f. Tese (Doutorado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2014.

VILAS BÔAS, R. C. **Microbiologia do solo no ensino médio do município de Lavras, MG**: um estudo de viabilidade. 2008. 137 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

WOLTERS, V. Invertebrate control of soil organic matter stability. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 31, n. 1, p. 1-19, Apr. 2000.

SEGUNDA PARTE - ARTIGOS

ARTIGO 1*:***Artigo nas normas da Revista Práxis Educativa****CONSTRUÇÃO DE MATERIAIS DIDÁTICOS PARA ABORDAGEM
DO TEMA SOLOS E SUA BIODIVERSIDADE***Educational materials developed to approach soil theme and its biodiversity***RESUMO**

Um dos temas muitas vezes negligenciado na educação básica, porém, essencial para a manutenção da vida na Terra é o solo e sua biodiversidade. Sobre esse tema, uma série de materiais já foram construídos com enfoque na gênese, morfologia, classificação e conservação do solo, mas poucos recursos foram elaborados para a biologia do solo. Portanto, este trabalho teve como objetivo desenvolver materiais didáticos que auxiliem os professores em sua docência sobre o tema solos e biodiversidade do solo. Para construir esses materiais, foram utilizados materiais comuns, como artigos de papelaria, material reciclável, rochas, folhas, etc. Ao todo, foram elaborados ou adaptados 19 materiais sobre as temáticas solos, organismos do solo e ecologia. Os materiais desenvolvidos podem trazer uma nova percepção aos estudantes sobre o solo e seus organismos, despertando o interesse dos estudantes pelo tema e desmistificando o conceito único de causadores de doenças ou pragas trazido na maioria dos livros didáticos, além de auxiliar os professores a utilizar metodologias diferenciadas em sala de aula.

Palavras-chaves: recursos didáticos; organismos do solo; educação básica.

ABSTRACT

One of the issues often neglected in basic education but essential for the maintenance of life on Earth is the soil and its biodiversity. On this theme, a number of materials have been developed with a focus on soil genesis, morphology, classification and soil conservation, but few resources were developed for soil biology. Therefore, this study aimed to develop educational materials to assist teachers in their teaching on the subject soil and soil biodiversity. To build these materials, common materials were used as stationery, recyclable materials, rocks, leaves, etc. In all, 19 materials on the themes were developed or adapted: soil, soil fauna (macro, meso and micro fauna), microorganisms and ecology. The materials developed can bring new insight to the students about soil and its organisms, arousing students' interest in the subject and demystifying the unique concept of disease-causing or pests brought in most textbooks, besides helping teachers to use different methodologies in the classroom.

Keywords: educational resources; soil organisms; basic education.

INTRODUÇÃO

À medida que a humanidade aumenta sua capacidade de intervir na natureza para satisfação de necessidades e desejos crescentes, intensificam-se a exploração dos recursos naturais e a degradação ambiental. Nesse modelo de civilização imposto, o solo foi um dos componentes mais afetados pela ação do ser humano.

O sistema solo desempenha papel fundamental na sustentação da vida na Terra e, portanto, deveria receber os devidos cuidados e atenção pela sociedade. No entanto, sua importância ainda é pouco conhecida ou reconhecida por grande

parte da população, o que tem contribuído para sua degradação e, conseqüente, perda de suas funções.

Na educação básica, apesar de o tema solos estar presente, direta ou indiretamente, em diversos tópicos do conteúdo básico comum de Ciências de Minas Gerais, sua abordagem ainda é superficial e pouco atrativa no contexto escolar, principalmente, nos livros didáticos (LIMA, 2009). Essa situação vai de encontro aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN's), nos quais é argumentado que “a formação do aluno deverá ser baseada em experiências e observações que contribuam para que ele perceba sua relação com o meio ambiente e sua responsabilidade para com ele”. Nesse sentido, a utilização de alguns recursos didáticos pode auxiliar na compreensão do conteúdo trabalhado, além de estimular os conteúdos atitudinais, como valorizar e cultivar atitudes de proteção e conservação dos ecossistemas brasileiros e sua biodiversidade, defender as medidas de proteção ambiental, valorizar e respeitar as formas de vida e o seu papel nos ambientes naturais.

No ensino de Biologia, os modelos didáticos são um dos recursos mais utilizados em aulas para abordar estruturas tridimensionais (KRASILCHICK, 2004). Giordan e Vecchi (1996) definem os modelos didáticos como objetos ou estruturas que permitem materializar um conceito, tornando-o assim diretamente assimilável pelos sujeitos envolvidos. A utilização desse tipo de recurso didático pode trazer uma série de benefícios à prática pedagógica, desde que estejam situados dentro do contexto real dos estudantes e de acordo com o desenvolvimento científico.

Portanto, o presente trabalho vem atender à necessidade de ampliar as possibilidades profissionais e acadêmicas, através da solidificação e acréscimo de conhecimentos científicos e tecnológicos em áreas estratégicas da área de Ciências Naturais. Assim, objetivou-se elaborar e propor material didático lúdico e de fácil acesso, em forma de modelos didáticos, para professores

lecionarem o conteúdo de solos com ênfase na biologia do solo dentro de um contexto atual e conservacionista.

IMPORTÂNCIA DO SOLO E DE SUA BIODIVERSIDADE

Seja em ambientes naturais ou antropizados, o solo pode desempenhar diversas funções ao homem e ao meio ambiente, como suporte e fonte de nutrientes para as plantas, sistema de suprimento e purificação da água, amenizante dos riscos de contaminação dos lençóis freáticos, ciclagem de nutrientes, regulação dos gases da atmosfera, base para construção civil, além de apresentar grande valor cultural e potencial industrial.

As funções desempenhadas pelo solo são resultado da atividade da imensa diversidade de organismos que habitam esse ecossistema. Os organismos do solo realizam uma série de processos importantes que sustentam numerosos bens e serviços ecossistêmicos.

A fauna do solo é composta por diversos grupos de invertebrados que vivem na serrapilheira ou abaixo da superfície, em canais, câmaras e outras estruturas, pelo menos uma parte do seu ciclo biológico (KORASAKI et al., 2013). Com base no seu tamanho, os organismos do solo podem ser classificados em: macrofauna, mesofauna, microfauna e microrganismos (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Macrofauna - são classificados como organismos desse grupo todos os invertebrados que vivem no solo em sua fase adulta ou imatura que apresentem tamanho do corpo maior que 2 mm de comprimento (PETERSON; LUXTON, 1982). Nesse grupo estão inclusas várias classes, ordens e famílias de invertebrados, sendo os cupins (ordem Isoptera), as formigas (família Formicidae), as minhocas (classe Oligochaeta), os besouros (ordem Coleoptera), os tatuzinhos de jardim (ordem Isopoda), as aranhas (ordem Aranea), as centopéias (classe Chilopoda), os piolhos-de-cobra (classe Diplopoda), as

baratas (ordem Isoptera), as tesourinhas (ordem Dermaptera), os grilos (ordem Orthoptera), os caracóis (classe Gastropoda) e os escorpiões (ordem Scorpiones) os mais conhecidos e estudados (KORASAKI et al., 2013).

Mesofauna - compreende os organismos de aproximadamente 0,2 a 2 mm de comprimento pertencente a várias categorias taxonômicas. Alguns grupos são mais conhecidos, como por exemplo, os ácaros (Acari) e os colêmbolos (Collembola), e outros pouco estudados e raramente percebidos pela maioria das pessoas devido ao seu tamanho diminuto, como os proturos (Protura), dipluros (Diplura), paurópodos (Pauropoda), sínfilos (Symphyla) e palpígrados (Palpigradi) (MORAIS et al., 2013).

Microfauna - organismos do solo cujo tamanho é inferior a 0,2 mm, sendo seus principais representantes os protozoários, os rotíferos e os nematoides (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006).

Microorganismos - neste grupo são enquadradas as bactérias, os fungos e as algas (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), e assim como a microfauna, os microorganismos são seres microscópicos que precisam do auxílio de equipamentos com centenas de vezes de aumento para sua visualização.

DESENVOLVIMENTO DOS MODELOS DIDÁTICOS SOBRE A BIODIVERSIDADE DO SOLO

Devido às limitações de recursos financeiros das escolas públicas e a necessidade de materiais didáticos de apoio ao ensino em Ciências e Biologia, este trabalho propôs modelos didáticos para trabalhar o tema solos e a biodiversidade do solo a partir de materiais de fácil acesso, como artigos de papelaria, material reciclável e materiais naturais (folhas, rochas, etc.). Além disso, para preencher a lacuna dos livros didáticos e subsidiar os professores na utilização dos modelos propostos, foram elaboradas cartilhas ilustradas e de fácil

entendimento sobre os solos e os diversos grupos de organismos que habitam esse ecossistema, enfatizando a sua importância para a manutenção da vida na Terra.

Todos os recursos didáticos foram desenvolvidos junto a pesquisadores das respectivas áreas de conhecimento para que pudessem ser criados materiais com embasamento científico atualizado. Assim, os temas foram divididos em “Solos”, “Macrofauna”, “Mesofauna”, “Microfauna”, “Microorganismos” e “Ecologia”. Com o objetivo de tornar os modelos mais interativos que expositivos, foi criado algum tipo de movimentação em cada material, com o intuito de enfatizar certas funções ou tipos de interação entre organismos do solo. Ademais, alguns modelos foram elaborados para despertar o instinto investigativo dos estudantes em resolver as problemáticas propostas, além de estimular a criatividade dos sujeitos envolvidos.

Solos

Para contextualizar o solo como um ecossistema e introduzir os conceitos sobre o tema, são propostos alguns materiais didáticos que abordem a formação do solo, suas características morfológicas, químicas e físicas, além da importância da conservação desse recurso.

Os materiais e modelos organizados e desenvolvidos para a abordagem dos conteúdos de gênese, morfologia e classificação do solo foram inspirados no kit didático de rochas e minerais, proposto pelo Museu de Ciências da Terra Alexis Dorofeef da Universidade Federal de Viçosa (MUGGLER et al., 2014) (Figura 1a), e no modelo de sequência de formação do solo em garrafas PET do projeto Solo na Escola da ESALQ (AZEVEDO et al., 2014) (Figura 1b).

Para trabalhar a importância da física do solo, foi adaptado o modelo de infiltração de água em solos com diferentes texturas (YOSHIOKA; LIMA, 2004) (Figura 1c) e proposta uma atividade com solos de texturas arenosa,

siltosa e argilosa para identificar as diferentes sensações ao tato das partículas do solo (Figura 1d).

Para introduzir a química do solo, é sugerido que se utilize o experimento de cargas elétricas do solo (MAIA; LIMA, 2014) (Figura 1e). Esse experimento é muito atrativo aos estudantes, fácil de ser construído e mostra que o solo possui cargas.

Com o intuito de trabalhar a conservação do solo, é proposto o modelo de erosão do solo (CAPECHE, 2009) (Figura 1f), no qual é possível observar que o solo é perdido com grande facilidade quando não há vegetação protegendo-o, e com essa experiência desperta-se uma grande reflexão sobre as práticas conservacionistas.

Finalmente, para introduzir os organismos do solo é proposto um agregado de solo com todos os elementos que o compõe, como as partículas do solo, água, microrganismos, raízes e poros (Figura 1g).

Macrofauna

Em razão do seu tamanho corporal e hábitos comportamentais, a macrofauna do solo exerce grande influência na qualidade física do solo, uma vez que são capazes de criar túneis, canais, câmaras e ninhos e gerar coprólitos (KORASAKI et al., 2013). Essas estruturas biogênicas alteram a porosidade do solo, como também outros atributos físicos importantes para o desenvolvimento de plantas e outros seres vivos. Em função disso, os organismos desse grupo são comumente chamados de engenheiros do solo (LAVELLE et al., 1997) ou engenheiros do ecossistema (ANDERSON, 2009; WOLTERS, 2000). Portanto, para ressaltar o importante papel da macrofauna na qualidade física do solo, foram propostos três recursos didáticos.

O primeiro constitui em um minhocário de garrafa PET, em que solos com diferentes cores são dispostos em camadas alternadas (Figura 2a). O

objetivo desse modelo é mostrar a importância das minhocas para o aumento da aeração e revolvimento do solo e agregação das partículas. Assim, ao acompanhar a construção de túneis feitos pelas minhocas e a mistura das camadas, os estudantes podem observar tal fenômeno.

No segundo modelo, foi montado um aquário feito de pasta plástica transparente que simula a estrutura interna dos ninhos de formigas (Figura 2c), porém, a proposta pode ser construída para outros organismos. A simulação do solo neste modelo é constituída de isopor, cortado na forma desejada, e solo misturado com água e cola branca. Os insetos foram fixados com o auxílio de alfinetes e os fungos simulados por meio de algodão. Neste modelo é possível discutir a importância das formigas para a ciclagem de nutrientes, controle populacional de outros invertebrados e dispersão de sementes, como também mostrar a estrutura e organização dos ninhos de formigas, seus hábitos alimentares e o reconhecimento do corpo dos insetos. Desta maneira, desmistifica-se o conceito que a maioria das pessoas tem sobre esses organismos, como pragas de jardins, casas e plantações, e introduz uma visão mais ampla do papel desses para os ecossistemas.

O último recurso proposto nesse tema é a elaboração de um vídeo de animação do tipo *stop motion* (Figura 2b). Nesse vídeo são utilizadas massas de modelar para a construção dos elementos do vídeo e uma câmera fotográfica para capturar a sequência de movimentos. Esse recurso estimula a criatividade dos estudantes em criar situações reais ou fictícias, podendo ser propostas atividades de avaliação não só para esse tema, mas também para muitos outros.

Mesofauna

Esses organismos vivem, principalmente, na superfície do solo, mais conhecida como serrapilheira ou folhedo, onde encontram restos vegetais em decomposição. Por serem predadores de microrganismos, como fungos e

bactérias, atuam no controle biológico e indiretamente na decomposição da matéria orgânica. No entanto, também auxiliam no revolvimento do solo, ciclagem de nutrientes e controle de pragas.

Apesar de pequenos, os organismos da mesofauna podem ser visualizados com o auxílio de uma lupa manual, mas para isso é necessário capturá-los e separá-los da serapilheira. Desse modo, foi adaptada uma armadilha de captura da mesofauna conhecida como funil de Berlese (Figura 3a). A sua construção foi feita com cartolina, tecido microtule e grampeador, além de uma garrafa PET cortada ao meio contendo álcool. Nesse funil, os indivíduos saem da serapilheira e escorregam para o coletor com álcool, aonde podem ser observados e preservados. Essa atividade pode despertar a curiosidade dos estudantes, pois instiga-os a reconhecer pequenos invertebrados e reparar em detalhes de sua morfologia, como por exemplo a coloração. Por esses organismos raramente se exporem ao sol, eles não desenvolveram pigmentos e, por isso, apresentam-se em tons esbranquiçados ou transparentes, características que podem ser observadas com as lupas.

Os maiores representantes da mesofauna são os ácaros e os colêmbolos, pois são os organismos que mais contribuem para a qualidade do solo dentro deste grupo. Porém, os ácaros possuem uma maior variedade de funções no solo, e dentre elas está a predação. Para representar esta função dos ácaros foi construído um modelo utilizando EVAs, cartolinas, bolas de isopor e palitos de dente (Figura 3b). Nesse modelo é possível trabalhar o conceito ecológico de predação e sua importância para o equilíbrio do ecossistema, assim como a característica morfológica do organismo, demonstrando que mesmo pequeno, o ácaro possui sistema digestivo, nervoso e reprodutor.

Microfauna

Para representar os organismos da microfauna (protozoários, rotíferos e nematoides) foi construído um painel de locomoção de seus representantes (Figura 4a). Isso porque a maneira como se movimentam é a principal característica que diferencia os protozoários. Já os rotíferos produzem um vórtex para se locomover e capturar alimentos, que também fornece movimento ao modelo. No painel, a representação dos organismos entre as partículas, em filmes d'água, enfatiza a necessidade desse recurso para a sobrevivência e desenvolvimento desses no solo. E com o mesmo intuito do modelo de predação de ácaros, esse modelo mostra as diferentes estruturas morfológicas dos indivíduos.

Dentre os organismos da microfauna, os nematoides são os principais organismos que representam o grupo. Este fato está relacionado aos grandes prejuízos que tem causado na agricultura quando estão em populações desequilibradas e sistemas de super exploração do solo. Os nematoides infectam as células das raízes e causam as chamadas galhas, deformações nas raízes que prejudicam as plantas na absorção de nutrientes. Portanto, para ilustrar esse tipo de interação, o processo de infecção foi construído em uma estrutura de isopor, representando a célula vegetal, e conexões entre tubos e seringas, que constituíram o nematoide (Figura 4b). Por meio da estrutura celular, o conceito de parasitismo e a importância dessa interação ecológica entre os nematoides e as plantas para o controle populacional de vegetais, esse modelo permite que os professores trabalhem um amplo conteúdo biológico.

Não obstante seu lado negativo, a ciência tem demonstrado que os nematoides possuem um grande potencial na agricultura “defendendo” as plantas contra algumas pragas. E para difundir esses benefícios, foi proposto nesse tema um modelo de controle biológico de lagartas (Figura 4c). Para construir as lagartas, foram utilizadas seis garrafas PET, três de 2 L e três de 0,5 L, formas de bombons, tintas, EVAs, miçangas, barbante, fita adesiva, massa de

modelar, saco plástico e corante preto. Esse modelo ilustra o processo de infecção da lagarta pelos nematoides, o consumo dos órgãos do inseto pelas bactérias regorgitadas pelos nematoides e, enfim, a morte da lagarta e a sopa bacteriana formada dentro do inseto.

Microorganismos

Apesar de diminutos e invisíveis ao olho nu, os microrganismos do solo são imprescindíveis para a continuidade de todos os processos que ocorrem no sistema edáfico. Eles atuam na decomposição da matéria orgânica, na produção de húmus, na ciclagem de nutrientes e energia, na produção de compostos complexos que contribuem para agregação do solo, na decomposição de xenobióticos (compostos químicos sintéticos, não existentes naturalmente no ambiente) e no controle biológico de pragas e doenças (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Além disso, apresentam grande potencial para indústrias farmacêuticas, alimentícias, agrícolas, entre outras aplicações biotecnológicas.

Um dos maiores exemplos de aplicação biotecnológica dos microrganismos do solo na agricultura é a fixação biológica de nitrogênio. No solo, bactérias denominadas rizóbios são capazes de fixar nitrogênio atmosférico (N_2) e transformá-lo em amônia (NH_3), forma de nitrogênio que pode ser absorvida pelas plantas. Esse processo tem contribuído para redução do uso de adubos nitrogenados no Brasil e, por isso, tem garantido maior segurança ambiental e economia ao produtor rural. Para realizar o estudo sobre esse tema nas escolas, é proposto um experimento com feijões, solo e adubo nitrogenado. Assim, são montados vasos com garrafas PET cortadas ao meio, preenchidos com solo e semeadas 3 sementes em cada vaso, sendo o total de 6 vasos (Figura 5c). Em três dos vasos é adicionado o adubo nitrogenado (ex.: ureia, MAP, DAP ou nitrato de amônio) para que haja inibição da fixação biológica de nitrogênio e, conseqüentemente, não formação de nódulos (estruturas formadas nas raízes

pela simbiose com as bactérias). Com esse experimento, os estudantes podem observar que esses microrganismos contribuem para o desenvolvimento das plantas e que seu uso na agricultura é ótima alternativa de adubação, visto que é mais econômica e não causa impactos ambientais. Além disso, nessa atividade é possível explicar sobre a construção de experimentos e a importância da pesquisa laboratorial. Por que são feitas repetições de cada tratamento? Qual a importância de se fazer pesquisa? Onde elas são feitas? Quem faz? Através desses questionamentos é possível integrar outras disciplinas e estimular o pensamento crítico dos estudantes.

Outro grupo importante de microrganismos são os fungos micorrízicos que formam uma interação mutualística com raízes de plantas, denominado “micorriza”. Esses microrganismos auxiliam as plantas a adquirirem mais água e nutrientes por explorarem uma maior área de solo, e em troca a planta fornece açúcares para os fungos. No painel construído para ilustrar o processo de micorrização, é explorado um perfil de solo com alguns nutrientes e água, as raízes das plantas e a atuação dos fungos micorrízicos na expansão do sistema radicular no solo (Figura 5a). Ademais são mostradas fotos das estruturas dos fungos, como esporos e arbúsculos (estrutura formada dentro das raízes para a troca entre os organismos), o papel dos fungos na agregação das partículas do solo e alguns questionamentos. Nesse modelo o professor pode lembrar o processo de fotossíntese, sendo seu produto utilizado para “alimentação” do fungo, e enfatizar a importância da associação entre os organismos como uma ajuda mútua.

Além desses dois modelos, também são propostos outros dois modelos para representar a ação das bactérias e fungos na agregação das partículas do solo (Figura 5d) e a densidade de hifas fúngicas em um volume de solo (Figura 5b).

Ecologia de interações

No solo, como também em outros ecossistemas, os seres vivos mantêm entre si diversas interações ecológicas harmônicas e desarmônicas, ou positivas e negativas, respectivamente. As interações positivas, como o comensalismo, protocooperação e o mutualismo, permitem que organismos de tipos diferentes possam sobreviver em locais onde nenhum dos dois sobreviveria, ou, ainda, permitir que os dois tipos, ao se complementarem, utilizem maior faixa de recursos. Já as interações negativas, como competição, amensalismo, parasitismo e predação, podem ser consideradas como tais do ponto de vista do indivíduo, mas em termos de populações e do próprio ecossistema, podem ser consideradas benéficas, pois evitam explosões populacionais e atuam na seleção natural ocasionando novas adaptações (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006). Geralmente, esses conceitos são abordados utilizando exemplos de grandes mamíferos ou outros exemplos clássicos, mas no solo essas interações também ocorrem e são de extrema importância para a manutenção do equilíbrio desse ecossistema.

Portanto, para representar essas relações entre os organismos do solo é proposta a construção de uma caixa ecológica (Figura 6), onde o solo é representado em três dimensões e os tipos de interações são construídos com massa de modelar, isopor, plantas artificiais, entre outros materiais. Nessa atividade é indicado que os sujeitos construam os elementos de acordo com o conhecimento construído nas atividades anteriores, assim, todo o desenvolvimento da caixa e a discussão sobre a sua composição podem ser utilizados como meio de avaliação pelos docentes.

No exemplo do presente trabalho, estão representados os conceitos de espécie, população, comunidade e ecossistema. Além das interações: mutualismo, parasitismo, competição, predação, inquilinismo, protocooperação e comensalismo.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os materiais didáticos trazem uma série de benefícios para a prática pedagógica e transcendem as barreiras dos livros didáticos no desenvolvimento do tema biodiversidade do solo. Com essa abordagem, um novo aspecto sobre os organismos do solo é introduzido no contexto escolar, despertando o interesse dos estudantes pelo tema e desmistificando o conceito único de causadores de doenças ou pragas trazido na maioria dos livros didáticos. Desta maneira, caminha-se juntamente com o avanço da ciência e das necessidades humanas na conservação do meio ambiente, e aproxima os educandos e educadores do contexto científico-tecnológico.

Os materiais propostos nesse trabalho são passíveis de serem adaptados, principalmente, pela utilização de mais materiais recicláveis. O objetivo dos materiais é enfatizar algumas funções dos organismos do solo em estruturas tridimensionais ou bidimensionais, mas sugere-se que eles sejam melhorados de acordo com a disponibilidade de materiais e a criatividade dos docentes e estudantes.

Esperamos que este trabalho possa contribuir para a popularização da ciência em biodiversidade do solo, assim como auxilie e estimule os professores a desenvolverem essas atividades em suas escolas através de uma visão crítica e sustentável do uso dos recursos naturais e da biodiversidade brasileira.

REFERÊNCIAS

ANDERSON, J. M. Why should we care about soil fauna? **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 8, p. 835-842, ago. 2009.

AZEVEDO, A. A. et al. **Solo na escola**. Disponível em: <<http://solonaescola.blogspot.com.br/2011/08/experimentos-5.html>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

CAPECHE, C. L. **Confecção de um simulador de erosão portátil para fins de educação ambiental**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2009. 31 p.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. de. **As origens do saber: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos**. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996. 226 p.

KORASAKI, V.; MORAIS, J. W.; BRAGA, R. F. Macrofauna. In: MOREIRA, F. M. S. et al. (Ed.). **O ecossistema solo**. Lavras: UFLA, 2013. p. 119-138.

KRASILCHICK, M. **Prática de ensino de Biologia**. São Paulo: EDUSP, 2004. 197 p.

LAVELLE, P. et al. Soil function in a changing world: the role of invertebrate ecosystem engineers. **European Journal of Soil Biology**, Oxford, v. 33, n. 4, p. 159-193, May 1997.

LIMA, V. C. Contribuição do projeto de extensão universitária solo na Escola do Departamento de Solos da Universidade Federal do Paraná para o ensino de solos. **Synergismus científica UTFPR**, Pato Branco, v. 4, n. 1, abr. 2009. Disponível em: <<http://revistas.utfpr.edu.br/pb/index.php/SysScy/article/view/561>>. Acesso em: 24 mar. 2015.

MAIA, G. N.; LIMA, M. R. **Experimentoteca de solos: cargas do solo**. Disponível em:

<http://www.escola.agrarias.ufpr.br/index_arquivos/experimentoteca.htm>.
Acesso em: 16 jan. 2014.

MORAIS, J. W. et al. Mesofauna. In: MOREIRA, F. M. S. et al. (Ed.). **O ecossistema solo**. Lavras: UFLA, 2013. p. 185-200.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. atual. e ampl. Lavras: UFLA, 2006. 729 p.

MUGGLER, C. C. et al. **Museu de ciências da terra Alexis Dorofeef**. Disponível em: <http://www.mctad.ufv.br/area/materiais_didaticos>. Acesso em: 10 nov. 2014.

PETERSON, H.; LUXTON, M. A survey of the main animal taxa of detrius food web. **Oikos**, Buenos Aires, v. 39, p. 293-294, 1982.

WOLTERS, V. Invertebrate control of soil organic matter stability. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 31, n. 1, p. 1-19, Apr. 2000.

YOSHIOKA, M. H.; LIMA, M. R. Experimentoteca de solos: infiltração e retenção da água no solo. **Arquivos da APADEC**, Maringá, v. 8, n. 1, p. 63-66, 2004.

ARTIGO 2^{1,2}:

¹Artigo nas normas da Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências

²Sumetido

BIODIVERSIDADE DO SOLO COMO PROPOSTA DIDÁTICO-PEDAGÓGICA PARA FORMAÇÃO CONTINUADA DE PROFESSORES DO ENSINO BÁSICO

SOIL BIODIVERSITY AS A DIDATIC-PEDAGOGICAL PROPOSAL FOR CONTINUING EDUCATION OF ELEMENTARY AND HIGH SCHOOL TEACHERS

Resumo

Os organismos do solo participam direta ou indiretamente de todos os processos que ocorrem no solo e, por isso, desempenham papel fundamental na manutenção dos ecossistemas terrestres. Porém, sua importância é pouco conhecida ou reconhecida pela população em geral, visto que esse tema é pouco abordado nas escolas e a interpretação de suas funções é distorcida, transmitindo apenas os aspectos negativos desses organismos. Nesse sentido, as universidades e os centros de pesquisa possuem uma grande responsabilidade na troca de conhecimentos e apresentação dos potenciais da biota do solo para a sociedade. Portanto, para suprir essa demanda, foi elaborado um curso de formação continuada para professores de Biologia e Ciências sobre o tema “Biodiversidade do Solo” com o objetivo de fornecer subsídio teórico aos professores do ensino básico e material didático às escolas. O curso foi estruturado em sete módulos, com aulas teóricas e práticas, com uma carga horária de 40 horas, em um período de quatro meses. Foram ofertadas 28 vagas para professores da rede pública do Ensino Fundamental e Médio, houveram 18 inscritos, porém 10 participantes. Durante o curso foram feitas observações e filmagens a fim de coletar dados qualitativos da formação dos professores, do tema trabalhado e das experiências compartilhadas. Constatou-se que os professores mudaram sua percepção sobre os organismos do solo e que as metodologias propostas podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem. Além disso, observou-se que há uma demanda de cursos de formação continuada

e cursos de pós-graduação diferenciados para profissionais da área de educação básica.

Palavras-chave

Educação Básica; Organismos do Solo; Formação de Professores.

Abstract

Soil organisms participate directly or indirectly in all processes occurring in the soil and, therefore, play a key role in maintaining of the Earth's ecosystems. However, their importance is not well known or recognized by the general population, since this topic is rarely addressed in schools and the interpretation of the functions of soil biota is distorted and only negative aspect of these organisms are shown. In this sense, the university and research centers have a great responsibility in exchanging knowledge and present the potential of soil biota to society. Trying to meet this demand, it was developed a continuing education course for Biology and Sciences teachers, about the theme "Soil Biodiversity" aiming to provide theoretical framework for teachers and provide educational materials to schools. The course was structured into seven modules, with theoretical and practical classes, with a workload of 40 hours in a period of four months. Twenty eight places were offered to public school teachers in elementary and high school, there were 18 subscribers, but 10 participants. Data collection was through questionnaires, observations taken during the filming worked topics and exchange of experiences among teachers. It was found that teachers changed their perception about soil organisms and that the proposed methodologies can aid in the teaching-learning process. Furthermore, it was observed that there is a demand for continuing education courses and graduate courses for different professionals in basic education.

Keywords

Basic Education; Soil organisms; Teachers Training.

Introdução

Apesar de sua pequena dimensão quando comparado ao tamanho do planeta, o solo desempenha diversas funções essenciais para a manutenção da vida na Terra e para as atividades humanas. É a principal fonte de nutrientes para as plantas e, portanto, é o meio de obtenção de alimentos, fibras, energia e matéria prima. Ademais, o solo exerce papel fundamental no processo de recarga de água dos lençóis freáticos, nos ciclos biogeoquímicos e decomposição da matéria orgânica, além de ser o habitat para uma imensa diversidade de organismos e a base para construção civil.

Não obstante a importância do solo para os ecossistemas naturais e antropizados, esta é pouco reconhecida e compreendida pela sociedade em geral, principalmente, nos estudos das interações ecológicas e conservação da biodiversidade (Bridges; Catizzone, 1996; Muggler et al., 2006). As comunidades de organismos macro e microscópicos presentes no solo participam direta ou indiretamente de todos os processos que ocorrem no sistema edáfico, sendo as atividades realizadas por esses indivíduos imprescindíveis para a manutenção e sobrevivência das comunidades vegetais e animais (Brady; Weil, 2000; Moreira; Siqueira, 2006).

A intervenção desordenada do homem na agricultura, nos ambientes naturais e nos meios urbanos, vem acarretando sérios problemas ao solo e, conseqüentemente, limitando o desempenho de todas as suas funções. Há séculos a problemática em torno da conservação do solo tem sido negligenciada pela humanidade (Souza; Matos, 2012), o que justifica a necessidade da conscientização das pessoas de que o solo é um corpo natural que demora a se formar, não se reproduz e é perdido com facilidade (Lima; Lima, 2007).

A sensibilização das pessoas quanto aos recursos naturais ocorre de um processo de apropriação do meio em que vivem, no qual a percepção dos elementos que compõe seu dia-a-dia é valorado junto à construção dos princípios da sustentabilidade. Desse modo, a educação pode contribuir efetivamente para esse processo, uma vez que ela oferece instrumentos objetivos para elaborar e reelaborar valores, condutas e atitudes (Muggler et al., 2006). Nesse sentido, as universidades juntamente com os centros de pesquisa assumem uma grande responsabilidade na construção do conhecimento e na popularização da Ciência (Zuin et al., 2008), podendo atuar de múltiplas formas, tempos e espaços para promover a educação ambiental dentro de um contexto pedológico (Muggler et al., 2006) e biológico. Para isso, os cursos de formação continuada de professores se tornam uma ferramenta fundamental através da qual os docentes adquirem ou melhoram seus conhecimentos, competências e disposições que lhes permitem intervir profissionalmente no desenvolvimento do ensino (Vilas Bôas et al., 2014). Quando bem preparados, os professores estimulam seus estudantes a elevar o conhecimento para além dos limites do livro didático e, desta maneira, os encorajam a participar de debates, pesquisas e diversas atividades que exijam conhecimento na área biológica (Reis et al., 2014).

Assim, com o intuito de suprir a demanda sobre o conteúdo de biodiversidade do solo no Ensino Básico, foi elaborado um curso de formação continuada para professores de Biologia e Ciências. Este trabalho teve como objetivos formar professores para trabalharem o tema biodiversidade do solo nas escolas, enfatizando a importância desses organismos e de suas interações para o

equilíbrio do ecossistema solo, bem como fornecer material didático de fácil acesso e baixo custo para escolas públicas.

Levantamento de demandas

Inicialmente foi realizado um levantamento do interesse dos professores de Biologia e Ciências de toda a rede pública do município onde foi desenvolvido o estudo, em participar de um curso de formação continuada sobre a Biodiversidade do Solo. Foram aplicados questionários com questões objetivas e discursivas sobre os dados profissionais, pessoais e informações sobre o processo de ensino-aprendizagem nas escolas, assim como o grau de relevância desse curso de formação para os professores. Os questionários tiveram como objetivos: (I) obter informações sobre o perfil dos professores; (II) conhecer as dificuldades enfrentadas em sala de aula por esses profissionais; (III) avaliar a demanda do curso de formação continuada em Biodiversidade do Solo.

Construção dos módulos temáticos e material didático

Após o levantamento de demandas, foi realizado o contato com pesquisadores da área de Ciência do Solo, Ecologia, Zoologia, Fitopatologia e Entomologia para organizar os módulos do curso de formação continuada. Neste sentido, o conteúdo do curso foi dividido em seis módulos temáticos: “Solos”, “Macrofauna”, “Mesofauna”, “Microfauna”, “Micro-organismos” e “Ecologia de Interações”, e um módulo de avaliações sobre o curso. Para cada módulo temático, foi elaborada uma cartilha ilustrada em linguagem acessível, com cerca de vinte páginas cada, para fornecer subsídio teórico aos professores e estudantes. Além disso, foram elaborados modelos didáticos sobre os temas, utilizando materiais de fácil acesso e baixo custo (recicláveis, papelaria, natural, etc.). Esses modelos tiveram como objetivo concretizar o conteúdo trabalhado pelos professores e estimular o interesse dos estudantes para o estudo do solo e de sua biodiversidade em sala de aula.

O curso de formação continuada

O curso foi divulgado por meio de cartazes e cartas-convite, entregues a todas as escolas da rede pública do município em estudo (no total de 08 estaduais e 17 municipais), com a possibilidade de 28 vagas, em uma carga horária de quarenta horas. Os módulos aconteceram nas manhãs de sábados e foram divididos em dois momentos: no primeiro momento ocorreria o embasamento teórico (seguindo o conteúdo da cartilha), intercalando com a apresentação dos modelos didáticos propostos, em um período de uma a duas horas; no segundo momento, os professores construíram os modelos didáticos

junto aos monitores (pesquisadores), com o objetivo de consolidar os conteúdos estudados e fornecer material didático às suas respectivas escolas. Em cada módulo os professores foram submetidos a problemáticas englobando o conteúdo trabalhado e vivenciado. Além disso, observações e gravações foram realizadas para apurar dados qualitativos sobre o processo de ensino-aprendizagem.

Os professores também avaliaram todos módulos do curso através de questionários, onde puderam expressar suas críticas sobre os conteúdos trabalhados e os modelos didáticos, a contribuição dos módulos para seu conhecimento e suas sugestões para melhorá-los. Ao final dos seis temas trabalhados, foi realizado um módulo para o encontro dos participantes e organizadores para avaliar o aspecto geral do curso e trocar as experiências. Neste encontro, foi realizada uma entrevista coletiva sobre todas as particularidades do curso e aplicado um questionário individual aos professores para que esses pudessem expressar suas opiniões e sugestões.

Caracterização dos professores

A análise dos dados do primeiro questionário aplicado (levantamento do interesse dos professores), respondido por 20 docentes, evidenciou que a idade média dos professores é de 40 a 50 anos, sendo a maioria mulheres, formada em uma faculdade particular existente na cidade, apresentavam experiência profissional entre 5 a 10 anos. Há semelhanças entre esses resultados com os dados do Exame Nacional de Cursos (Enade) de 2005 realizado pelos estudantes de oito cursos presenciais de licenciatura, a saber: Pedagogia, Letras, Matemática, Biologia, Física, Química, História e Geografia, os estudantes são mais velhos, pouco mais da metade está acima da faixa etária adequada: 18 a 24 anos de idade. São predominantemente do sexo feminino: as mulheres representam 92,5% das matrículas na Pedagogia e 75% nas demais áreas.

Dificuldades evidenciadas pelos professores no processo de ensino-aprendizagem

Ainda de acordo com o primeiro questionário, foi constatado que o desinteresse dos estudantes sobre conteúdo das disciplinas é a principal dificuldade enfrentada em sala de aula pelos professores, seguida da falta de material para condução de aulas práticas; necessidade de revisar o assunto trabalhado, pois, os conceitos são dificilmente fixados pelos estudantes. Por essa razão a programação é atrasada. Para Antunes (2002), as disciplinas como as Ciências Biológicas, que abordam conteúdos com termos difíceis e desconhecidos, devem ser trabalhadas de forma a despertar o interesse dos estudantes. Outros fatores que também são desfavoráveis às condições de ensino

são: a falta de controle da turma e a falta de domínio do conteúdo trabalhado para que a aula seja proveitosa. Nesse contexto, a elaboração dos materiais didáticos objetivou proporcionar aulas mais dinâmicas, que trabalhassem os conceitos básicos do tema de maneira participativa.

Caracterização dos participantes do curso

Apesar de todos os professores terem respondido previamente ao questionário que tinham interesse em fazer o curso, houve apenas 18 inscritos, dos quais somente 10 participaram, e destes, seis eram professores das escolas públicas da cidade, um era estudante de mestrado profissional em Educação Ambiental, outro era estudante de Biologia (não estavam atuando como professor nesse período), e dois professores de outro estado que no momento estavam fazendo mestrado na instituição promotora do curso. Pôde-se observar durante os módulos que os professores/estudantes tiveram que enfrentar muitas dificuldades (reuniões; elaborar provas; compensar dias letivos) para concluir o curso. Sobre as dificuldades enfrentadas pelos professores para participarem de cursos de formação continuada, Silva (2011) relata que é um caminho percorrido por aqueles que sentem necessidade de desenvolvimento profissional, que possa ajudá-los a terem consciência das dificuldades, ressignificá-las e construir soluções. Para os professores apresentarem uma formação que seja realmente contínua, eles enfrentam dificuldades em virtude do tempo, falta de recursos financeiros e ações de formação de qualidade que não se enquadram em meros receituários desconectados de suas realidades, desejos e valores.

Os módulos temáticos do curso

No módulo “Solos”, os professores participaram da aula teórico/prática, onde houve troca de experiências e vários questionamentos foram feitos sobre a conservação do solo. Eles também tiveram a oportunidade de realizar um roteiro pedológico, onde estudaram as características morfológicas do solo como: cor, textura, estrutura, os diferentes horizontes dos solos, infiltração e retenção de água (Figura 1). Em seguida, construíram junto com os monitores os modelos didáticos relativos a esse tema: a) formação do solo (Figura 2a); b) textura do solo (Figura 2b); c) infiltração e retenção de água (Figura 2c); d) erosão do solo (Figura 2d); e) o solo tem carga (Figura 2e).

No final desse módulo, cada participante recebeu uma coleção de rochas e minerais devidamente identificada (Figura 2f), que levaram para suas respectivas escolas.

No módulo “Macrofauna”, após o embasamento teórico, os professores construíram os modelos pedagógicos sobre esse tema. Simularam um ninho de

formiga (Figura 3) e tipos de enterrio de bolas de fezes, feitas pelos besouros rola-bosta no interior de uma pasta plástica transparente. Nesse módulo, os professores fizeram vídeos do tipo “stop motion” com massa de modelar. No final do módulo cada participante recebeu um conjunto de organismos, com os principais exemplares dessa classe.

No tema “Mesofauna”, os professores foram até uma mata próxima para observar os organismos desse grupo com o auxílio de uma lupa manual e fazer a coleta da serrapilheira. De volta à sala de aula prática, os professores construíram funis de Berlese e observaram os organismos em lupa estereoscópica. Além disso, construíram modelos de predação de ácaros. Na “Microfauna” os professores construíram modelos de: a) locomoção da microfauna; b) controle biológico de lagartas; c) infecção da célula vegetal por nematoides. Nesse módulo os professores também receberam um conjunto de exemplares de raízes infectadas por nematoides, ilustrando os sintomas em plantas.

No módulo “Micro-organismos” os professores construíram 3 modelos: a) agregação do solo; b) painel micorriza; c) fixação biológica de nitrogênio. Nesse módulo, também foi abordado o potencial dos micro-organismos nas indústrias, na agricultura e conservação do meio ambiente, por meio de produtos da pesquisa. Já no módulo “Ecologia de Interações”, os professores não reproduziram os modelos, mas construíram seu próprio modelo de ecologia de interações a partir de diversos materiais fornecidos a eles e discussões entre o grupo. Nesse momento, os professores foram submetidos à argumentação e revisão sobre os conceitos trabalhados em todos os módulos para que pudessem elaborar o modelo “caixa das interações ecológicas do solo” (Figura 4).

Os professores perceberam que através destas atividades educativas, como oficinas e jogos pedagógicos, podem aproximar os estudantes do conhecimento, pois, de acordo com Nascimento Junior e Gonçalves (2013), estas atividades envolvem os estudantes em um processo de formação onde existe o confronto direto com situações educativas.

Durante o curso foram feitas várias observações qualitativas, e com o apoio dos relatos escritos, verificou-se que os participantes aprovaram a estrutura do curso e obtiveram maior percepção sobre importância dos organismos do solo. Através dos questionamentos, das experiências compartilhadas e da fala de alguns professores, pôde-se constatar que houve aprendizado. Abaixo algumas frases ditas pelos professores durante o desenvolvimento do curso:

“achei o curso excepcional! A gente tá cansado da mesmice, nós queremos coisas novas para os alunos.”

“quando eu imaginaria que uns bichinhos tão pequenos eram tão importantes.”

“dá para ver os bichinhos perfeitamente! Os meninos iam adorar!”

“seria uma maravilha se tivesse um equipamento desse na escola”

Nota-se em um desses relatos a necessidade de equipamentos nas escolas públicas e os benefícios que esses poderiam trazer ao aprendizado dos estudantes e motivação dos professores.

No último módulo, os participantes avaliaram a infraestrutura oferecida, a organização dos módulos, o conteúdo trabalhado, os materiais didáticos e o preparo dos prelecionistas. Nesse momento, os participantes expressaram como os cursos poderiam contribuir na sua formação e como as novas metodologias podem auxiliar no processo de ensino-aprendizagem.

Através da impressão final que os professores/estudantes tiveram sobre o curso, percebemos demanda e a importância dos cursos de formação continuada. Isso se confirmou através das seguintes frases:

“há uma falha na grade da Biologia e os cursos auxiliam a enriquecer o aprendizado”

“o curso foi muito rico tanto no que se refere à parte teórica como os recursos didáticos desenvolvidos”

“aumentou a carga de conhecimento, e modificou minha percepção sobre alguns indivíduos”

“mesmo sendo conhecedor do assunto, pude aprender novas metodologias para abordar o tema”

Na troca de experiências também se notou que o curso estimulou os professores a buscarem cursos de pós-graduação.

“eu estou querendo ser pesquisadora também, estou deslumbrada!”

“Edgar chegou aqui querendo aposentar, agora já quer fazer mestrado!”

Os professores interessados em fazer mestrado, perceberam que os processos de seleção para esses cursos são direcionados a aqueles que estão inseridos no meio acadêmico e que teriam poucas chances para se ingressarem em um curso de pós-graduação da universidade. Os processos de seleção avaliam principalmente as publicações em periódicos com fator de impacto e através de provas de literaturas específicas. Dificilmente um professor da educação básica conseguiria concorrer com um estudante de graduação, que ao longo do seu curso vem participando de publicações científicas. Assim, os professores sugeriram que esse curso fosse ampliado e transformado em um curso de pós-graduação *lato sensu*, assim como outros cursos já oferecidos pela universidade.

Considerações finais

Os materiais didáticos propostos podem auxiliar, estimular e consolidar o aprendizado em Biodiversidade do Solo e ainda suprir a carência desse conteúdo nos livros didáticos.

Os cursos de formação continuada possuem um importante papel na motivação dos professores, assim como na melhoria da qualidade de ensino nas escolas, porém muitos professores não contam com o apoio e a colaboração de seus superiores para participarem desses cursos.

Há uma demanda crescente e promissora de cursos de pós-graduação para profissionais da área de educação básica. Porém o processo de seleção é altamente excludente para esses profissionais que estão fora da rotina acadêmica, onde conta a publicação de artigos, participações em congressos e outros eventos.

Referências

- ANTUNES, C. **Professor bonzinho = aluno difícil: a questão da indisciplina em sala de aula**. Petrópolis: Vozes, 2002.
- BRADY, N.C.; WEIL, R.R. **Elements of the nature and properties of soil**. 12 ed. New Jersey: Prentice-Hall, 2000.
- BRIDGES, E.M.; CATIZZONE, M. Soil science in a holistic framework: discussion of an improved integrated approach. **Geoderma**, vol, 71, p. 275-287, 1996.

INEP. Enade. **Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira**. Acesso em 28 out. 2014, <http://portal.inep.gov.br/enade>, 2005.

LIMA, V. C.; LIMA, M R. de; MELO, V. F. **O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007.

MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2.ed. atual. e ampl. Lavras: UFLA, 2006.

MUGGLER, C.C.; PINTO, S.F.A.; MACHADO, V.A. Educação em solos: Princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 30, p. 733-740, 2006.

NASCIMENTO JUNIOR, A. F.; GONÇALVES, L. V. (2013). Oficina de jogos pedagógicos de ensino de ecologia e educação ambiental como estratégia de ensino na formação de professores. **Revista Práxis**, vol. 9, n. 5, p. 71-76.

REIS, D.B.; ALBUQUERQUE, T.S.; SOARES, M.R.A. As leishmanioses e o livro didático: como as doenças endêmicas são abordadas no ensino publico? **Investigação em Ensino de Ciências**, vol. 19, n. 1, 91-98, 2014.

SILVA, J.C.M. Formação continuada dos professores: visando a própria experiência para uma nova perspectiva. **Revista Ibero-americana de Educação**, vol. 55, n. 3, p. 1-11, 2011.

SOUSA, H.F.T; MATOS, F.S. O ensino dos solos no ensino médio: desafios e possibilidades na perspectiva dos docentes. **Geosaberes**, vol. 3, n. 6, p. 71-78, 2012.

VILAS BÔAS, R.C.; NASCIMENTO JUNIOR, A.F.; MOREIRA, F.M.S. (2014). Microbiologia do solo em curso de formação continuada de professores de biologia do ensino médio. **Revista Ciências & Ideias**, vol. 5, n. 1, p. 51-66.

ZUIN, V.G.; FREITAS, D.; OLIVEIRA, M.R.G.; PRUDÊNCIO, C.A.V. Análise da perspectiva ciência, tecnologia e sociedade em materiais didáticos. **Ciências & Cognição**, vol. 13, n.1, p. 56-64, 2008.

ARTIGO 3*:

***Artigo nas normas da Revista Ciências & Ideias**

**ABORDAGENS SOBRE A BIODIVERSIDADE DO SOLO NO ENSINO
FUNDAMENTAL: UM ESTUDO DE CASO**

SOIL BIODIVERSITY IN ELEMENTARY SCHOOL: A CASE STUDY

RESUMO

A crescente preocupação com a degradação ambiental tem provocado diversas alterações no rumo das pesquisas científicas. Nessa problemática, o Ensino em Ciências procura acompanhar essas tendências e proporcionar reflexões aos estudantes sobre os fenômenos da natureza e a atuação do homem na exploração dos recursos naturais. Um dos elementos mais afetados em todo o processo de degradação foi o solo que, apesar da sua importância, ainda é pouco conhecido pela maioria das pessoas. Portanto, esse trabalho teve como objetivo avaliar a introdução desse tema por meio de diversos recursos didáticos, em duas escolas públicas do município de Lavras (MG), e avaliar quais os métodos mais viáveis na sensibilização dos estudantes. Observou-se que a utilização de vídeos e atividades de campo, como hortas, assim como exemplares reais (rochas ou organismos conservados) são mais atraentes ao aprendizado sobre solos e sua biodiversidade.

Palavras-chaves: educação ambiental; organismos do solo; recursos didáticos.

ABSTRACT

Several transformations in people lifestyle, both individually and collectively, follows the growing concern about environmental degradation. In this issue, the teaching of Science seeks to monitor trends and provide scientific

thinking and investigative instincts of the phenomena of nature and the role of man in the exploitation of natural resources. One of the most affected elements in this process of transformation was the soil and, despite its importance, is often not recognized by most people. Therefore, this study aimed to evaluate the introduction of this subject through various teaching resources, in two public school Lavras (MG), and evaluating the most viable methods in the education of students. It was observed that the use of videos and field activities, such as gardening, as well as actual samples (rocks or preserved organisms) are more attractive to the learning on soils and biodiversity.

Keywords: *environmental education; soil organisms; teaching resources.*

INTRODUÇÃO

A partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional de 1961, ampliou-se significativamente a participação das disciplinas de ciências (Química, Física e Biologia) no currículo escolar, como também modificou seus objetivos de ensino e a concepção de Ciência. Essas disciplinas, que antes almejavam formar elites em programas rígidos de ensino e ver a Ciência como atividade neutra, passaram a ter a função de desenvolver o espírito crítico dos estudantes e formar cidadãos capazes de pensar lógica e criticamente sobre a relação desta área do conhecimento e seus aspectos sociais e ambientais (KRASILCHIK, 2000). Esta análise histórica do quadro evolutivo dos objetivos do ensino de Ciências baseia-se na preocupação constante com a atualização dos currículos em relação ao progresso da própria Ciência (KRASILCHIK, 1988).

De acordo com Krasilchik (1988, p. 55):

Fenômenos como a industrialização, o desenvolvimento tecnológico e científico, a urbanização, entre muitos outros, não podem deixar de provocar choques no currículo escolar. Os sistemas de ensino, respondendo às mudanças sociais, à crescente diversificação cultural da sociedade, ao impacto tecnológico e às transformações no mercado de trabalho vêm propondo reformulações no ensino das Ciências e criando ramificações das disciplinas tradicionais: Física, Química e Biologia. Assim, a Educação Ambiental e a Educação para a Saúde são, de forma geral, programas que estudam as relações dos fatores econômicos e sociais e a melhoria da qualidade de vida, e as possíveis consequências do uso indevido do ambiente.

Nesse sentido, a degradação dos recursos naturais vem acompanhando o processo de urbanização e desenvolvimento tecnológico capitalista, como consequência do consumo exagerado e inconsciente. Essa relação inconsequente do ser humano com natureza partiu de uma concepção distorcida em que a natureza é provedora e encontra-se disponível para usufruto da humanidade (MUGGLER, 2006). Consequentemente, estamos vivenciando os efeitos de nossos próprios atos em virtude do desrespeito pelos recursos naturais.

Um elemento demasiadamente prejudicado nesse processo foi o solo. Apesar de desempenhar papel fundamental para a manutenção da vida na Terra e para as atividades humanas, sua importância é pouco reconhecida pela sociedade, principalmente, no que diz respeito à biodiversidade e às interações ecológicas (BRIDGES; CATIZZONE, 1996; MOREIRA; SIQUEIRA; BRUSSAARD, 2006; MUGGLER; PINTO; MACHADO, 2006). O estudo sobre esse ecossistema e suas relações com outras esferas do planeta é imprescindível para o entendimento de diversos processos naturais. Por esta razão, o conteúdo de solos e sua biodiversidade faz parte de diversos temas do Conteúdo Básico Comum (CBC) de Ciências no Ensino Fundamental do 6º ao 9º ano de Minas Gerais. Dentre os tópicos, o solo e sua biodiversidade podem ser trabalhados na “vida dos ecossistemas brasileiros”, “critérios de classificação dos seres vivos”, “evolução dos seres vivos”, “impactos ambientais e extinção de espécies”, “qualidade da água e qualidade de vida”, “energia nos ambientes”, como também em abordagens específicas do tema “formação e manejo do solo” e “decomposição de materiais”.

PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

As atividades foram desenvolvidas em duas escolas públicas, uma estadual e outra municipal, do município de Lavras (MG). A seleção das escolas e turmas e seus respectivos professores foi feita a partir de um curso de formação oferecido às escolas públicas de educação básica do município. Foram selecionados dois professores em atividade entre os participantes do curso realizado no ano de 2014. Estes por sua vez fizeram a indicação das turmas, sendo que na escola A as atividades foram realizadas com uma turma do 9º ano, e na escola B com duas turmas do 7º e uma do 8º ano.

A pesquisa consistiu em uma pesquisa-ação, que é uma forma de investigação-ação que utiliza técnicas de pesquisa consagradas para informar a ação que se decide tomar para melhorar a prática (TRIPP, 2005).

A proposta da pesquisa foi introduzir, desenvolver e avaliar a utilização de ferramentas pedagógicas na construção do conhecimento acerca do solo e de seus organismos e de sua importância para o meio ambiente, a sustentação da vida na Terra e a sociedade. Assim, foram utilizados materiais

didáticos, como modelos didáticos e vídeos, assim como dinâmicas e atividades de campo (horta) para desenvolver o tema e despertar a curiosidade e a percepção do solo e de sua biodiversidade. Nesses encontros foram utilizados diversos recursos didáticos e avaliados os melhores para introduzir o tema nas escolas e induzir o pensamento crítico dos estudantes quanto à conservação dos recursos naturais. Para isso, foram utilizadas metodologias qualitativas no desenvolvimento das atividades, sendo a apuração dos dados realizada por meio de gravações e observações, além da sistematização e avaliação das dinâmicas propostas.

As atividades foram realizadas em três etapas: diagnóstico do conhecimento dos estudantes sobre o tema solos; desenvolvimento do tema solos; e percepção dos organismos do solo e suas funções.

Diagnóstico do conhecimento dos estudantes sobre solos e sua biodiversidade

Com o objetivo de verificar o conhecimento e a percepção dos estudantes sobre o tema solos e organismos do solo, foi realizada uma atividade em grupo. A turma foi dividida em grupos de aproximadamente 10 estudantes, sendo que cada grupo recebeu materiais idênticos. Os materiais consistiram em fotos e figuras de organismos da macro, meso, microfauna e microrganismos; conceitos de ecologia; produtos da indústria obtidos de microrganismos; sociedade, estudantes e cientista; e ações humanas. Além das figuras, foram fornecidos aos estudantes papel pardo e canetas. Foi solicitado aos grupos que as figuras fossem agrupadas de acordo com o que considerassem mais coerente (Figura 1). Após as associações, os estudantes foram questionados quanto aos arranjos e correlações criadas.

Os resultados obtidos nessa atividade e as demandas de recursos didáticos expostas pelos estudantes foram a base para a definição dos temas e materiais a serem utilizados nos encontros seguintes.

Conhecendo o solo

Partindo do conhecimento dos estudantes, iniciou-se a abordagem do tema solos com vídeo “Conhecendo o solo - nova versão” do projeto Solo na Escola da Universidade Federal do Paraná (UFPR) (CONHECENDO..., 2014).

Por meio do vídeo, foi possível observar as afinidades e questionamentos dos estudantes com as falas dos sujeitos. Além disso, o vídeo propiciou um breve embasamento teórico do conteúdo a ser trabalhado ao longo do módulo, porém, com outras ferramentas pedagógicas.

Origem do solo

Para compreender a origem do solo, primeiramente, foi apresentada uma coleção de rochas e minerais, na qual os educandos puderam examinar alguns exemplares e discutir sobre suas aplicações. Um dos exemplares de destaque foi o itabirito, muito importante economicamente para o estado de Minas Gerais devido à produção de ferro. Também foram apresentados a pirita (ouro de tolo) e o calcário, além da exemplificação da formação da rocha granito, composta pelos minerais feldspato, quartzo e mica. Após essas discussões, foram apresentados os elementos responsáveis pela “decomposição” das rochas (relevo, tempo, clima, organismos e material de origem), chamados fatores de formação do solo. Com o auxílio de cartazes de orientação (Figura 2) e o modelo de sequência de formação do solo, adaptado do projeto Solo na Escola da ESALQ (AZEVEDO et al., 2014), foi exposto que os solos possuem nomes, envelhecem e demoram a ser formados.

Características morfológicas do solo

Após a abordagem da origem do solo, foram apresentadas suas características morfológicas, como cor, horizontes, textura e estrutura. Nesse momento, os estudantes puderam pintar os cartazes com solos coloridos, visualizar a sequência de horizontes em um perfil de solo, sentir a textura de solos arenosos, siltosos e argilosos, e observar os tipos de estrutura e sua comum ocorrência no solo.

Após a construção do conceito sobre tamanho de partículas do solo e partindo do conhecimento de que quanto menor a partícula mais reativa ela é, foi trabalhada a química do solo com o experimento da bateria (MAIA; LIMA, 2014).

Química e física do solo

Nessa atividade os estudantes visualizam que o solo possui cargas e que este fato é de suma importância para proteção ambiental e produção vegetal, uma vez que atrai as moléculas ou íons ao solo evitando sua perda pela percolação d'água. Nesse sentido, foi feita conjuntamente uma experiência de infiltração de água em solos com diferentes texturas, onde se observou que em solos argilosos (menor partícula) a água sai mais limpa que nos solos arenosos, já no solo siltoso a água fica empocada na superfície. Assim, complementa-se a ideia de que o solo age como um filtro, e também podem ser feitas implicações sobre algumas situações cotidianas, como a dificuldade de tráfego em estradas rurais após as chuvas devido à predominância de silte no solo.

Conservação do solo

Para finalizar, os estudantes foram submetidos às seguintes questões: o que a humanidade tem feito pelo solo? Nós estamos cuidando bem desse recurso? Desta maneira, foram apresentadas imagens sobre os tipos de degradação do solo e suas consequências. E com o intuito de sensibilizar os sujeitos sobre as perdas de solo, foi proposta a experiência de erosão do solo (CAPECHE, 2009), em que o solo é colocado em três situações: descoberto, coberto com folhas e com vegetação desenvolvida. Ao observar a quantidade de solo perdido em cada circunstância, inúmeras reflexões e questionamentos acerca da conservação do solo foram feitas, como por exemplo a velocidade em que o solo é formado e perdido, a importância das raízes para “segurar” o solo e das folhas para evitar que as gotas de água incidam diretamente no solo, como também da matéria orgânica para o desenvolvimento dos organismos do solo. Assim, com o fechamento dessa atividade faz conexão com o próximo tema.

Biologia do solo

Com o objetivo de apresentar a diversidade de organismos que habitam o solo, foram expostos os principais representantes de cada grupo de organismos (macrofauna, mesofauna, microfauna e microrganismos) em forma de ilustrações. Nessa atividade, os estudantes puderam lembrar como identificar os insetos e outras classes de invertebrados, e se há a necessidade de equipamentos para a sua visualização. Concomitantemente à classificação, foram apresentados vídeos sobre algumas funções dos organismos, como por exemplo, um breve documentário sobre os colêmbolos e suas estratégias de defesa, a escavação de um formigueiro preenchido com concreto, a predação dos

ácaros, o processo de infecção das células das raízes pelos nematoides, parasitismo de nematoides por fungos do solo, parasitoidismo em formigueiro, o besouro rola-bosta e fixação biológica de nitrogênio. Para complementar os conteúdos dos vídeos, foi trabalhada a importância da fauna do solo por meio de modelos didáticos, os quais foram construídos pelos professores em um curso de formação continuada.

Dinâmica de identificação da biodiversidade do solo

Após o embasamento sobre os diferentes grupos que habitam o solo, foi proposta uma dinâmica para relembrar e organizar cada organismo em seu devido grupo. Assim, foram distribuídas figuras aos estudantes para relacioná-las aos seus nomes em um cartaz de orientação, no qual também **havia** alguns conceitos ecológicos.

Instalação de armadilhas na horta

Com o intuito de observar alguns organismos do solo, os estudantes foram conduzidos à horta da escola para instalar armadilhas do tipo *pitfall* para captura da macrofauna (visíveis ao olho nu) (Figura 3). No dia seguinte, cada grupo observou a diversidade e abundância de organismos que caíram nas armadilhas, assim como sua morfologia.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise do diagnóstico dos conhecimentos dos estudantes sobre solos e sua biodiversidade

A análise da dinâmica nos permitiu observar que algumas associações são recorrentes em todos os grupos e nas escolas (Figura 4). O conceito de espécie é conhecido por todos, mas os indivíduos incluídos nesse agrupamento são diferentes em cada grupo. Apesar de compreender esta concepção, não associam o termo ecológico “população” ao conjunto de organismos da mesma espécie, mas ao termo utilizado na aglomeração de pessoas, figura associada também ao termo “comunidade”. Da mesma maneira, dificilmente reconhecem outros termos da ecologia, como o “mutualismo”, sendo que apenas um grupo explicou com maior clareza este tipo de associação.

“É quando um depende do outro” (estudante)

“E quem depende de quem aqui?” (professora)

“O cupim do bicho que mora dentro dele. O *Trypanosoma*?” (estudante)

Nessa fala observa-se que a estudante reconhece a interação e apenas confunde o nome científico do protozoário que habita o intestino dos cupins, denominado *Triconimpha*.

Outro termo e grupo de organismos desconhecido pelos estudantes é a mesofauna. Apesar de não conhecê-los, esses organismos foram agrupados, na maioria das vezes, conjuntamente e como parasitas. O que mostra a necessidade de se falar sobre esse grupo de organismos e o seu papel para os ecossistemas, desmistificando a ideia que se tem sobre os organismos de aparência incomum, de serem prejudiciais à saúde humana ou maléficis a outros seres.

Fungos e bactérias foram identificados corretamente como microrganismos. A maioria dos grupos associou o bolor na laranja aos fungos, demonstrando conhecimento sobre a colonização fúngica na decomposição do vegetal. No entanto, algumas associações errôneas quanto aos produtos ou formas dos microrganismos ocorreram. Muitos grupos não tinham clareza sobre a procedência da penicilina, assim, associavam-na às bactérias. Contudo, sabiam que é produto obtido de um microrganismo.

“é feito por um bicho não é?” (estudante)

O mesmo ocorreu com os produtos fermentados, quando associaram o iogurte ou o vinho às bactérias. Além disso, a maioria dos grupos incluiu a ameba e o nematoide no grupo dos microrganismos ao invés de microfauna.

Com relação à rocha, notaram-se diferentes entendimentos ou desconhecimento sobre a figura. Na escola B, apenas um grupo fez associação explícita com o solo e alguns fizeram sua ligação com as partículas do solo ou outras figuras que aparentemente pareciam fragmentos de rochas (estruturas de solo). Ao contrário, os outros grupos não conseguiram agrupar a rocha e nenhuma outra figura. Já na escola A, observou-se o desconhecimento da palavra “predação”, a qual foi associada à pedra ou rocha, o que chama atenção à necessidade de se compreender melhor os conceitos das interações ecológicas

e sua importância para a manutenção da qualidade do solo, como também da relação das rochas como material de origem do solo.

Outras associações comuns foram a relação das florestas com a palavra “ecossistema” e a imagem de um rato em um cupinzeiro com a palavra “habitat”.

“porque é onde o rato mora” (estudante)

Nessa fala, percebe-se que os estudantes compreendem o termo, mas possuem algumas limitações em ver o solo como o habitat de uma imensa diversidade de organismos.

Uma associação não esperada foi observada em vários grupos da escola B, que é o agrupamento do esterco ao besouro rola-bosta. Esta união foi comum, pois a professora já havia lecionado o conteúdo devido a sua participação no curso de formação continuada sobre a biodiversidade do solo.

Durante a atividade, algumas falas chamaram atenção quanto à questão do ensino, do papel do professor e dos materiais didáticos utilizados atualmente. Ao questionar um grupo quanto a um termo desconhecido por eles, um estudante respondeu:

“mas é só pesquisar no livro, que no livro tem” (estudante)

Esta fala vai de encontro à situação encontrada por diversos autores em suas pesquisas sobre o conteúdo de solos nos livros didáticos (LIMA, 2005; BECKER, 2007; SILVA; FALCÃO; FALCÃO SOBRINHO, 2008; FRASSON; WERLANG, 2010; SOUZA; MATOS, 2012; VILAS BÔAS; MOREIRA, 2012). Esses afirmam que as informações contidas nos livros sobre o tema solos são escassas e muitas vezes trazem conceitos errados. E se o conteúdo de solos, geralmente a pedologia e a conservação do solo, é deficiente, o conhecimento trazido sobre a biodiversidade e suas funções na manutenção desse ecossistema é praticamente inexistente. De acordo com uma pesquisa realizada por Vilas Bôas e Moreira (2012), dentre os principais materiais utilizados na disciplina de Biologia no Ensino Médio, pouca ou nenhuma informação sobre a Microbiologia do Solo é encontrada, e quando se faz presente não excede a uma ou duas páginas. Portanto, o apoio nos livros didáticos nem sempre é válido e necessita de complementação.

As dinâmicas de grupo propiciam um importante agente motivacional na aprendizagem dos estudantes, principalmente, porque fornecem aos participantes uma vivência dos conhecimentos, específicos e gerais, construídos em todo o seu processo de formação (SILVA, 2008).

Conhecendo o solo

Origem do solo

Na breve apresentação sobre as rochas e minerais e sua presença no planeta, foi construído junto com os estudantes o processo de formação desses materiais na Terra. Assim, alguns questionamentos surgiram durante a discussão.

“Como que ele chega até a superfície se é formado lá no interior da Terra?”

Com a devolução da pergunta, os estudantes logo perceberam que as rochas chegariam à superfície por meio de erupções vulcânicas, mas também foram exploradas as outras formas de surgimento das rochas na superfície terrestre.

Quando a turma do 8º ano da escola B foi questionada quanto ao processo de transformação da rocha em solo, um estudante utilizou um ditado popular muito coerente para explicar o fenômeno:

“água mole em pedra dura tanto bate até que fura” (estudante)

E desta maneira os estudantes expressaram seus conhecimentos sobre a ação da chuva na “decomposição” das rochas, desenvolvendo assim o conceito de intemperismo juntamente com os outros elementos dos fatores de formação do solo.

Na mesma abordagem, os estudantes foram submetidos à seguinte questão: quanto tempo você acha que demora para formar o solo?

Todos acreditavam que era um processo demorado, mas quando expostas as estimativas os estudantes se impressionavam.

“40 anos pra formar 1 mm?” (estudante)

“40 anos só pra isso?” (estudante)

Em seguida, os estudantes analisaram o modelo de sequência de formação dos solos e imagens dos respectivos perfis, e explicaram:

“oh, o um e o outro estão no primeiro estado, com pequena modificação. O argiloso, tá num estado mais avançado de decomposição e o Latossolo já tá pronto!” (estudante)

O mesmo estudante questionou qual solo seria melhor para plantar, então seu colega afirmou que era o Latossolo. Com isso notou-se a correlação feita com a profundidade do solo e sua coloração (vermelho) como características de melhor qualidade de um solo.

Quando questionados se o solo envelhece, todos afirmaram que sim, “senão ele não estava naquele estado!”. Portanto, observou-se o entendimento da ação do intemperismo na evolução do solo e a distinção entre diferentes solos.

Características morfológicas do solo

No estudo da coloração do solo, os estudantes observaram amostras de solo coloridas e pintaram o cartaz de orientação com as cores amarela, vermelha e preta ao lado das respectivas descrições de formação (Figura 4). Em seguida observaram as diferentes combinações de cores no modelo e em imagens, definindo então os horizontes do solo.

Ao manusear solos arenosos, siltosos e argilosos, os estudantes puderam perceber que o solo pode apresentar diferentes texturas, e definiram as sensações como descrito no quadro 2:

Quadro 2 Descrições dos estudantes quanto as sensações ao manusear solos arenosos, siltosos e argilosos.

Areia	Silte	Argila
Parece sal ou açúcar Áspera Solta Parece pedrinhas	Parece massinha Macio	Parece barro Seca rápido Pegajosa Gelado Mole

Nessa atividade, os participantes demonstraram grande interesse e entusiasmo.

Química e física do solo

As atividades de química e física do solo proporcionaram uma boa interação entre educandos e educadores, uma vez que a dinamicidade e problematização dos conteúdos se mostraram mais instigantes aos estudantes. Na observação da infiltração de água no solo foi possível observar claramente as diferenças entre solos arenosos, siltosos e argilosos. Nesse momento foram feitas algumas suposições em relação à velocidade com que a água infiltra no solo e a coloração da água retida no coletor. Na areia, a água infiltra com mais facilidade, mas a sua coloração é mais escura. Já na argila, o processo mais lento e a quantidade no coletor é menor que na areia, mas a água apresenta-se mais limpa. E no silte, nenhuma ou poucas gotas são coletadas. Assim, o professor explicou sobre a importância dos poros do solo para a infiltração de água e sua relação com a textura e estrutura do solo, assim como a capacidade da argila de reter água e “sujeira” devido a sua reatividade. E para complementar essa ideia de que a argila tem carga, realizou-se um experimento com a bateria. Nessa atividade os estudantes demonstraram espanto ao perceber que o solo, realmente, é atraído ou atrai cargas.

Conservação do solo

Para finalizar as atividades do tema solos, trabalhou-se a conservação do solo. Nessa discussão os estudantes expressaram suas percepções sobre as ações antrópicas no meio ambiente e, da mesma maneira que exposto na dinâmica de figuras, afirmam que os humanos degradam este recurso, principalmente, pela deposição de lixo em sua superfície.

Ao observar fotos de voçorocas, ocorreu a seguinte discussão:

Estudante: Porque aquele tá rosa? (o solo)

Professora: Olhando nos modelos qual horizonte é o rosa?

Estudante: O C

Professora: E se está aparecendo o C cadê o resto?

Estudante: Foi pra baixo

Professora: E aqui nos modelos de infiltração, qual é o rosa?

Estudante: O silte

Professora: E como é a infiltração de água no silte

Estudante: Devagar

Professora: Na estrada de roça que cor que o solo?

Estudante: Rosa. É mesmo, toda estrada é rosa!

Professora: E o que acontece quando chove?

Estudante: Vira barro

Por meio dessa discussão, os estudantes puderam perceber como as voçorocas são formadas, como elas se comportam e porque é difícil de recuperá-las. Além disso, foi possível associar as experiências trabalhadas com observações do cotidiano, como a dificuldade de transitar em estradas rurais em época de chuvas.

Na sequência, as turmas foram questionadas quanto à maneira de conservar o solo. Como resposta, primeiramente, afirmavam que não deveriam jogar lixo ou agrotóxicos.

“tem que cuidar do solo não jogando lixo” (estudante)

“se a gente jogar veneno, vamos matar os micro-organismos do solo”
(estudante)

“e as plantas não vão desenvolver rápido” (estudante)

Para complementar a ideia, foi proposto que eles fizessem uma experiência de simulação da erosão do solo (Figura 5). Por este modelo ser mais dinâmico e expressar visualmente as consequências da ação da chuva em solos descobertos, os estudantes demonstram muito mais interesse e melhor compreensão do fenômeno de erosão e, conseqüente, degradação do solo.

Assim, facilmente todos concluíram que as raízes “seguram” o solo e que as folhas impedem que a água impacte diretamente o solo e, conseqüentemente, evitam que o solo seja perdido pela enxurrada. Nesse enfoque, também foi feita a conexão com a importância das plantas para os organismos do solo e manutenção da qualidade do solo.

Biologia do solo

Mesmo após a dinâmica de figuras, em que havia muitos representantes dos grupos de organismos do solo, ao serem questionados sobre a presença de vida no solo, os estudantes citaram apenas organismos da macrofauna e os microrganismos. Esse fato está relacionado à capacidade de visualização desses seres ao olho nu, no caso da macrofauna, e o estudo da decomposição de vegetais ou animais, promovida pelos microrganismos. Desta maneira, objetivou-se apresentar aos estudantes outros organismos da macrofauna, os demais grupos que habitam o solo e suas indispensáveis funções para a manutenção do ecossistema. Assim, os grupos foram apresentados por meio de ilustrações, vídeos e modelos didáticos.

Para apresentar as contribuições da macrofauna na qualidade física do solo, foram apresentados dois vídeos e dois modelos. Primeiramente, os estudantes assistiram um vídeo sobre os besouros rola-bosta, que mostra a ação desses insetos na produção de bolas de esterco com o objetivo de cultivar seus ovos, como também o enterrio das mesmas no solo. Nesse processo, esses insetos auxiliam na remoção das fezes, principalmente de bovinos, na superfície do solo e, conseqüentemente, diminuem a produção de gases do efeito estufa, evitam a proliferação de moscas, como também ajudam na promoção da qualidade física do solo por criar túneis e incorporar matéria orgânica.

Esse vídeo foi complementado com a observação de um modelo didático que representa a formação e enterrio das bolas de fezes no solo. Por utilizar os próprios insetos e solo, esse recurso chamou atenção dos estudantes e

auxiliou na compreensão da importância desses besouros, principalmente, em áreas de pastagens.

Na escola B, algumas turmas já haviam estudado o conteúdo e, por essa razão, sabiam a importância desses insetos.

“Ele contribui no subsolo porque ele aduba” (estudante)

Em seguida, foi apresentado um vídeo sobre a exploração de um ninho de formigas, no qual pesquisadores injetam concreto e, após a secagem, escavam o seu contorno. Este vídeo impressionou os estudantes pela dimensão que um formigueiro pode atingir e também pela diversidade das estruturas formadas.

Para finalizar a abordagem da macrofauna, os estudantes visualizaram exemplares de organismos conservados em álcool. Todos demonstraram grande satisfação ao observar os diferentes organismos e suas estruturas.

Para apresentar a mesofauna, primeiramente, foram expostas ilustrações de seus principais representantes. Então, ao observar a coloração comum entre os organismos desse grupo, questionou-se tal fato. A partir do desconhecimento dos estudantes, a professora explicou que o não desenvolvimento de cor está relacionado à melanina e o desenvolvimento do tecido epitelial, conteúdo já estudado naquele ano ou nos anos anteriores.

Ao assistir um vídeo sobre os colêmbolos, todos ficaram impressionados com sua capacidade de salto e ao “enxergar mais de perto” esses indivíduos houve os seguintes comentários:

“ele é bonitinho” (estudante)

“queria ter um bicho desse de estimação” (estudante)

Desta maneira, foi introduzida uma nova visão sobre os pequenos seres que habitam o solo, os quais a princípio eram agrupados como parasitas. Isso demonstra que o desconhecimento de algo ou alguma coisa de aparência incomum leva imediatamente à uma impressão negativa ou maléfica. Mas ao se conhecer, o conceito é transformado e cria-se certa admiração pelo ser.

Outro organismo da mesofauna observado foi o ácaro. A maioria dos estudantes acreditava que os ácaros não possuíam sistemas biológicos (sistema digestório, nervoso, reprodutor, etc.), assim como os outros organismos diminutos. No entanto, ao assistir um vídeo de um ácaro transparente predando um ácaro vermelho, foi possível observar que o ácaro predador adquiria a coloração avermelhada. Isso propiciou o levantamento de uma questão e apresentou-se um modelo didático de tal situação, mas com a exposição dos órgãos de um ácaro e seu sistema digestório mudando de cor. Desta maneira, desmistificou-se a impressão de que os organismos, apesar de pequenos, são um “vazio” por dentro e que assim como nós possuem sistemas, mas com uma menor complexidade.

Dentre os recursos utilizados para abordar a microfauna, os vídeos e os exemplares de raízes infectadas por nematoides foram os que mais instigaram a curiosidade dos estudantes. O mesmo ocorreu com os temas microrganismos e ecologia de interações. De acordo com Rosa (2000), os recursos audiovisuais possuem um forte apelo emocional e, por isso, motivam a aprendizagem dos conteúdos trabalhados, além de alterar a rotina da sala de aula. Ademais, o mesmo autor afirma que certos efeitos são melhor observados, ou somente, podem ser observados se filmados, uma vez que a vida do infinitamente pequeno só pode ser visualizada através de técnicas de vídeo especiais. Essas afirmações corroboram as situações observadas nesse estudo, em que os seres microscópicos receberam mais atenção quando apresentados na sua forma real, em vídeos, ao invés de representações tridimensionais ou bidimensionais estáticas.

Essas informações foram confirmadas pelos depoimentos dos estudantes e também pelas suas expressões ao assistirem os vídeos e realizarem as atividades na horta da escola

Instalação de armadilhas na horta

Nessa atividade observou-se grande entusiasmo dos estudantes por realizar atividade fora da sala de aula. A instalação das armadilhas na horta da escola despertou a curiosidade dos estudantes sobre o que seria possível capturar até o dia seguinte. Dentre suas hipóteses, eles apontaram as formigas e aranhas como os principais organismos. Ao obterem a comprovação de suas hipóteses, além da aparição de moscas, os estudantes expressaram grande satisfação com a atividade, indicando ser a atividade mais interessante, juntamente com os vídeos apresentados.

Dinâmica da diversidade do solo

Para finalizar as atividades e ressaltar a biodiversidade do solo, foi proposta uma dinâmica de identificação da fauna encontrada em um material de horizonte A de um solo. Nessa atividade, notou-se que os participantes tiveram menos dificuldades em identificar os grupos, sendo que após o conteúdo trabalhado, apresentaram mais facilidade em reconhecer a mesofauna, como também separar os microrganismos dos organismos da microfauna, ao contrário do que ocorreu na dinâmica de levantamento do conhecimento.

Quando havia dúvidas, os estudantes discutiam entre eles para descobrir a qual grupo pertencia o organismo.

“Esse aqui dá pra ver ao olho nú” (estudante)

Com algumas orientações, conseguiam identificar os organismos e notar que o solo é um ambiente rico em diversidade. Nessa dinâmica, também foram trabalhados os conceitos de espécie, população, comunidade, habitat e ecossistema (Figura 6).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a utilização de todos os recursos didáticos trabalhados, mas principalmente, dos vídeos e da atividade na horta, promoveu-se uma nova percepção sobre a importância do solo para os estudantes. A partir dessa ressignificação do solo e de sua biodiversidade, alguns estudantes expressaram o cuidado que devem ter com os solos a partir dos conhecimentos construídos.

“eu abri mais minha mente, e agora eu olho para o solo com um olhar melhor, com carinho, cuidado e sempre pensando no nosso planeta” (estudante do 7º ano)

Apesar de os modelos didáticos trazerem certos benefícios ao processo de ensino-aprendizagem, os estudantes tiveram dificuldades de entender os processos representados por esse tipo de recurso no tema organismos do solo. Isso porque, as construções ainda estão afastadas da aparência real do que se quer demonstrar (as funções dos organismos do solo). Além disso, precisam promover certa dinamicidade aos processos para que os estudantes possam entrar em contato com as atividades ao invés de apenas observá-las. Esses

resultados geram um grande desafio aos pesquisadores na popularização da Ciência, uma vez que a limitação de recursos financeiros inviabiliza ou dificulta a elaboração de recursos didáticos mais atraentes e que simulem a realidade.

Este trabalho aponta a necessidade do desenvolvimento de recursos audiovisuais para abordar a biodiversidade do solo, assim como atividades de campo, fora da sala de aula, para estimular a percepção da importância do solo e de sua biodiversidade. Ademais, propõe-se a melhoria de modelos didáticos, com o objetivo de representar com mais fidelidade os processos desenvolvidos pelos organismos do solo.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. A. et al. **Solo na escola**. Disponível em: <<http://solonaescola.blogspot.com.br/2011/08/experimentos-5.html>>. Acesso em: 10 nov. 2014.

BECKER, E. L. S. Solo e ensino. **VIDYA**, Santa Maria, v. 25, n. 2, p. 73-80, 2007.

BRIDGES, E. M.; CATIZZONE, M. Soil science in a holistic framework: discussion of an improved integrated approach. **Geoderma**, Amsterdam, v. 71, p. 275-287, Feb. 1996.

CAPECHE, C. L. **Confecção de um simulador de erosão portátil para fins de educação ambiental**. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2009. 31 p.

CONHECENDO o solo: nova versão. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=E-xUoRqi7eQ>>. Acesso em: 10 ago. 2014.

FRASSON, V. R.; WERLANG, M. K. Ensino de solos na perspectiva da educação ambiental: contribuições da ciência geográfica. **Geografia: Ensino & Pesquisa**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 94-99, 2010.

KRASILCHICK, M. Ensino de ciências e a formação do cidadão. **Em Aberto**, Brasília, ano 7, n. 40, p. 55-60, out./dez. 1988.

KRASILCHICK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. **São Paulo em Perspectiva**, São Paulo, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

LIMA, M. R. O solo no ensino de ciências no nível fundamental. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 11, n. 3, p. 383-395, 2005.

MAIA, G. N.; LIMA, M. R. **Experimentoteca de solos**: cargas do solo. Disponível em: <http://www.escola.agrarias.ufpr.br/index_arquivos/experimentoteca.htm>. Acesso em: 16 jan. 2014.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; BRUSSAARD, L. **Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems**. London: CABI, 2006. 304 p.

MUGGLER, C. C.; PINTO, S. F. A.; MACHADO, V. A. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 30, n. 4, p. 733-740, jul./ago. 2006.

ROSA, P. R. S. O uso dos recursos audiovisuais e o ensino de ciências. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 17, n. 1, p. 33-49, abr. 2000.

SILVA, C. S.; FALCÃO, C. L. C.; FALCÃO SOBRINHO, J. O ensino do solo no livro didático de geografia. **Revista Homem, Espaço e Tempo**, Sobral, ano 2, n. 1, p. 101-112, mar. 2008.

SILVA, J. A. P. O uso de dinâmicas de grupo em sala de aula: um instrumento de aprendizagem experiencial esquecido ou ainda incompreendido? **Saber Científico**, Porto Velho, v. 1, n. 2, p. 82-99, jul./dez. 2008.

SOUSA, H. F. T.; MATOS, F. S. O ensino dos solos no ensino médio: desafios e possibilidades na perspectiva dos docentes. **Geosaberes**, Fortaleza, v. 3, n. 6, p. 71-78, jul./dez. 2012.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

VILAS BÔAS, R. C.; MOREIRA, F. M. S. Microbiologia do solo no ensino médio de Lavras, MG. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 36, n. 1, p. 295-306, jan./fev. 2012.

ANEXOS

A) Artigo 1

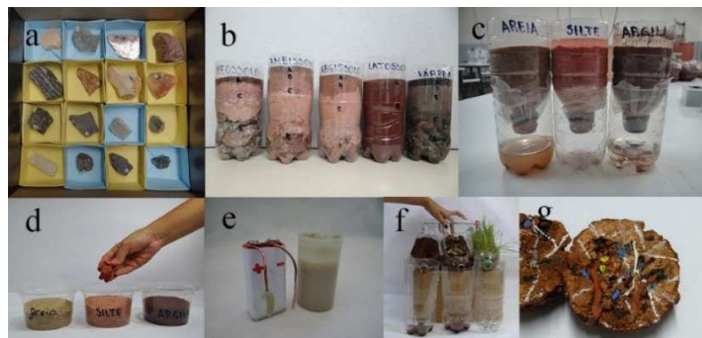


Figura 1 Modelos didáticos desenvolvidos ou adaptados para o tema Solos. a) kit didático de rochas e minerais; b) sequência de formação do solo em garrafas PET; c) infiltração de água em solos com diferentes texturas; d) textura do solo; e) cargas do solo; f) erosão; g) agregado



Figura 2 Recursos didáticos desenvolvidos ou adaptados para o tema Macrofauna. a) Minhocário; b) Aquário de pasta plástica; c) *Stop motion*



Figura 3 Recursos didáticos desenvolvidos ou adaptados para o tema Mesofauna. a) Funil de Berlese; b) Predação de ácaros

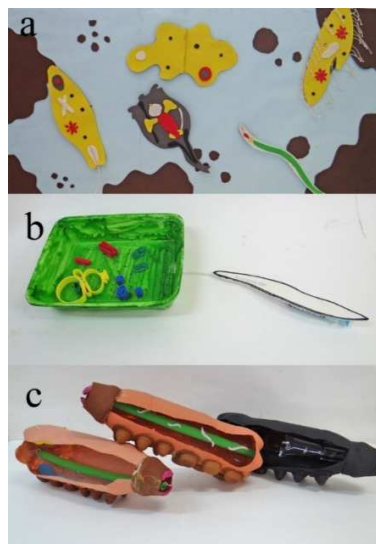


Figura 4 Recursos didáticos desenvolvidos para o tema Microfauna. a) Locomoção da microfauna; b) Infecção da célula vegetal por nematoides; c) Controle biológico de lagartas



Figura 5 Recursos didáticos desenvolvidos para o tema Micro-organismos. a) Micorriza; b) Caixa hifas fúngicas; c) Fixação biológica de nitrogênio; d) Agregação do solo



Figura 6 Exemplo de caixa ecológica do solo

B) Artigo 2



Figura 1 Os professores/estudantes participantes do curso durante o roteiro pedológico

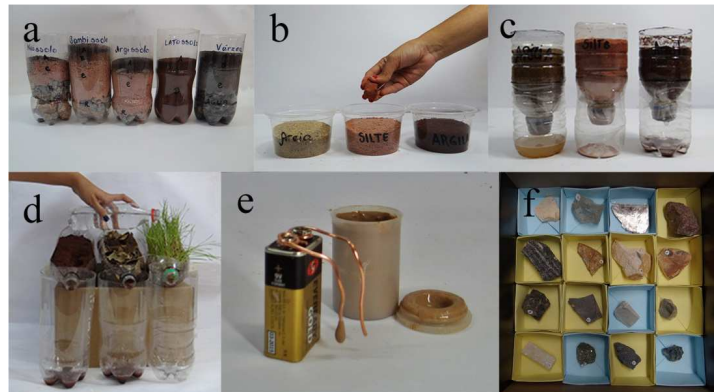


Figura 2 Modelos didáticos construídos no módulo “Solos”

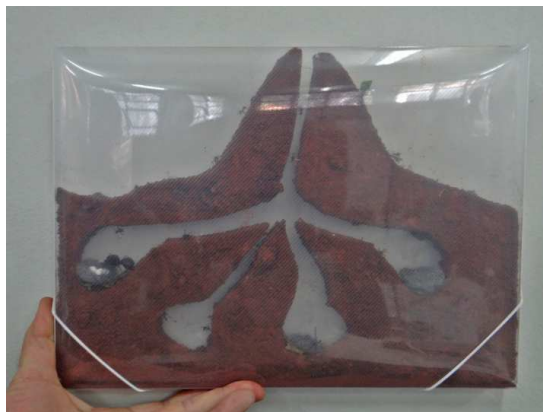


Figura 3 Aquário macrofauna: simulação de ninho de formiga em pasta plástica transparente construída pelos professores/estudantes



Figura 4 As caixas de interações ecológicas construídas pelos professores/estudantes durante o módulo

C) Artigo 3



Figura 1 Estudantes participando da dinâmica de levantamento do conhecimento



Figura 2 Cartaz de orientação sobre o tema solos



Figura 3 Instalação de armadilhas na horta da escola



Figura 4 Resultado da dinâmica de levantamento de alguns grupos



Figura 5 Estudantes explorando as cores dos solos



Figura 6 Estudantes fazendo a experiência sobre a erosão do solo



Figura 7 Dinâmica da diversidade do solo