

MICROBIOLOGIA DO SOLO NO ENSINO MÉDIO DE LAVRAS, MG⁽¹⁾

Rogério Custódio Vilas Boas⁽²⁾ & Fatima Maria de Souza Moreira⁽³⁾

RESUMO

Os microrganismos realizam processos imprescindíveis para a sustentabilidade dos ecossistemas e para a vida no planeta; apesar disso, a sociedade de modo geral ignora esse papel e os considera apenas do ponto de vista de patógenos. Este trabalho foi realizado com os objetivos de analisar o conteúdo sobre os microrganismos do solo nos livros didáticos de Biologia adotados nas escolas de ensino médio de Lavras, MG; caracterizar estudantes e professores de três escolas desta cidade; e avaliar a percepção sobre Microbiologia do Solo de 334 estudantes do ensino médio dessas escolas após a apresentação do assunto em diversos formatos atrativos (palestras, workshops e aulas práticas). A coleta de dados, a priori e posteriori, foi realizada por questionários; avaliou-se ainda a viabilidade de trabalhar esse conteúdo no ensino médio. Apesar da importância dos microrganismos do solo, os materiais didáticos para o ensino de Biologia no ensino médio os abordam superficialmente e não destacam sua relevância nos contextos agrícola e ambiental. Após apresentação do assunto, houve diferenças significativas na percepção por estudantes das escolas tanto públicas como privadas. Concluiu-se ser possível ensinar e melhorar esse conteúdo da disciplina de Biologia por meio de recursos acessíveis e constatou-se a necessidade de levar os avanços científicos conhecidos na universidade para atualizar o ensino médio.

Termos de indexação: microrganismos, melhoria no ensino, biodiversidade, conteúdo de Biologia.

⁽¹⁾ Parte da Dissertação de Mestrado do primeiro autor, apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola da Universidade Federal de Lavras – UFLA. Recebido para publicação em 10 de janeiro de 2011 e aprovado em 27 de outubro de 2011.

⁽²⁾ Doutorando em Microbiologia Agrícola, DBI/UFLA, Departamento de Ciência do Solo, Campus Universitário Caixa Postal 37 CEP 37200-000 Lavras (MG). E-mail: rogeriovilas@gmail.com

⁽³⁾ Professor Associado, DCS/UFLA. Bolsista do CNPq. E-mail: fmoreira@dcs.ufla.br

SUMMARY: SOIL MICROBIOLOGY IN HIGH SCHOOLS OF LAVRAS, MINAS GERAIS

Microorganisms have relevant functions in the sustainability of ecosystems and for life on the planet, although society is generally not aware of this role and considers only the domain of pathogens. The purpose of this study was to analyze the content about soil microorganisms conveyed to students by biology textbooks of high schools in Lavras, State of Minas Gerais. Students and teachers from three schools of this city were described and the knowledge about soil microbiology of 334 high school students of these schools tested after attractive presentations of the subject in various forms (lectures, workshops and practical classes). The data were collected before and after the presentations by questionnaires and the feasibility of teaching this subject at high school was evaluated as well. Despite the importance of soil microorganisms, the approach of the high school biology textbooks to the subject does not highlight their relevance in the context of agriculture and the environment. After presenting the subject, the comprehension of the students of public and private schools was significantly different. It was found that accessible resources could help teach and improve this content in the subject biology, and that scientific knowledge should be transferred from the universities to high schools.

Index terms: Microorganisms, educational improvement, biodiversity, contents of biology.

INTRODUÇÃO

A degradação ambiental caracteriza fator de risco para a humanidade. De modo geral, observa-se que a percepção e a sensibilidade das pessoas são diferenciadas em relação aos vários elementos que integram o meio ambiente. Alguns desses elementos são bem conhecidos e compreendidos; já outros são pouco conhecidos e, por isso, menos valorizados.

É importante as pessoas perceberem que o meio ambiente é resultado do funcionamento integrado de seus vários componentes; portanto, a intervenção em qualquer um deles estará alterando o todo. Um desses componentes é o solo com sua microbiota, cuja importância é normalmente pouco valorizada pela maioria da população (Bridges & van Baren, 1997). O solo não é compreendido – como deveria ser – no estudo das interações ecológicas (Bridges & Catizzone, 1996) e, menos ainda, como agente dinâmico das interações entre os grandes sistemas terrestres, que, quando sofrem modificações, alteram o equilíbrio natural do planeta. Assim, o solo não é reconhecido pelo papel que desempenha na vida humana e na conservação da biodiversidade (Muggler et al., 2004).

Grande parte da população demonstra, em atitudes, pouca consciência sobre a importância da conservação do solo e de sua biota, o que contribui, em grande parte, para a sua degradação, seja pelo seu mau uso, seja pela sua ocupação desordenada.

Os problemas em torno da conservação do solo têm sido, na maioria dos casos, negligenciados pelas pessoas. A consequência dessa negligência é o crescimento contínuo dos problemas ambientais ligados à degradação do solo, como: erosão, polui-

ção, deslizamentos, assoreamento de cursos d'água, desertificação, etc. É necessário, portanto, desenvolver a percepção das pessoas em relação ao solo, seja de forma individual ou coletiva, diante de uma concepção que valorize os princípios da sustentabilidade, na qual valores e atitudes de desvalorização do solo possam ser revistos e reconstruídos. Essa consciência pode nascer de um processo educativo que valorize a noção de sustentabilidade na relação homem - natureza. A educação pode contribuir efetivamente para esse processo, uma vez que ela oferece instrumentos para elaborar e reelaborar valores, atitudes e condutas (Muggler et al., 2006).

Entre as disciplinas propostas para formação e informação dos alunos do ensino médio, a de Biologia é a que melhor apresenta subsídios para o professor desenvolver uma percepção que valorize a importância dos microrganismos do solo para a manutenção dos ecossistemas. O professor pode trabalhar esse tema de forma interdisciplinar, com os conteúdos de física, geografia e principalmente química, considerando as propostas dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), que trazem em um dos seus capítulos o seguinte: “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”.

Nesse contexto, uma hipótese seria de que a inserção do estudo dos microrganismos do solo no conteúdo de Biologia do ensino médio pode contribuir para o entendimento da relevância dos processos biológicos que ocorrem nos solos. O professor, para isso, deve adotar uma metodologia, que desperte o interesse e a conscientização dos estudantes sobre esse assunto.

Este trabalho foi realizado com os objetivos de analisar o conteúdo sobre os microrganismos do solo dos livros didáticos de Biologia adotados nas escolas de ensino médio de Lavras, MG; caracterizar estudantes e professores de três escolas desta cidade; apresentar o tema em diversos formatos atrativos (palestras, *workshops* e aulas práticas); avaliar a percepção desses alunos a respeito de conteúdos relacionados aos microrganismos do solo; e verificar a viabilidade de trabalhar esse conteúdo no ensino médio.

MATERIAL E MÉTODOS

Levantamento e análise do material didático utilizado no ensino médio de Lavras, MG

Foi feito um levantamento do material didático (livro e, ou, apostila) de Biologia adotado pelas escolas de ensino médio de Lavras (14 instituições), que são também os mais adotados em todo o País. Após essa etapa, foi realizada uma análise do conteúdo de microbiologia nos materiais didáticos coletados, usando como referência a literatura disponível para o ensino de microbiologia nos cursos de graduação e pós-graduação da UFLA (Universidade Federal de Lavras). Ressalta-se que boa parte dessa literatura também é utilizada em outras instituições de ensino.

Caracterização dos estudantes e professores das escolas selecionadas

Considerando o espaço físico das escolas para realização de aulas teóricas e práticas, foram escolhidas três grandes escolas da zona urbana de Lavras, MG, sendo duas públicas e uma particular: Escola Estadual Cinira Carvalho, Colégio Tiradentes da Polícia Militar de Minas Gerais-Lavras e Colégio Cenecista Juventino Dias.

Nessas escolas, foram realizadas reuniões com a coordenação, a direção e os professores de Biologia (envolvidos diretamente) para discutir a possibilidade de a escola participar da pesquisa. Nessas reuniões houve apresentação do projeto, com todas as etapas que seriam realizadas com estudantes e professores da escola. Também foram discutidos os possíveis transtornos a serem causados na rotina da escola, bem como os benefícios que poderiam ser alcançados por estudantes, professores e comunidade escolar.

Concluída essa etapa de planejamento das escolas, iniciaram-se as atividades. Em uma das escolas públicas a pesquisa foi realizada com o ensino médio noturno e, na outra, com o ensino médio matutino; ambas adotavam o mesmo livro didático (livro distribuído pelo Governo Federal, através do Programa Nacional do Livro Didático – PNLD, sendo

o mais adotado pelas escolas públicas do Estado de Minas Gerais). Na escola particular trabalhou-se com o ensino médio matutino, e esta adotava o material didático apostilado de uma tradicional rede de ensino do País. Optou-se por trabalhar com escolas diferentes (pública e particular) e com turnos diferentes, para verificar diferenças de percepções entre os estudantes.

O trabalho foi realizado com 10 turmas das terceiras séries do ensino médio das três escolas. Partiu-se do pressuposto de que todos já haviam estudado microbiologia geral na segunda série. O primeiro contato com esses estudantes foi por meio de uma visita em suas turmas nos horários das aulas de Biologia – momento em que receberam todas as informações sobre o trabalho e foram convidados a participar e a colaborar com a sua realização. Nessa etapa do trabalho foram aplicados quatro questionários, formados por questões objetivas, para coletar informações das escolas, dos estudantes e dos professores e obter um levantamento do perfil de cada um desses segmentos.

O primeiro questionário aplicado, “Caracterização dos estudantes”, foi formado por 12 questões, com a finalidade de coletar dados pessoais e escolares dos estudantes, como: idade; sexo; trabalho; reprovações; disciplinas com que mais se identificava; participação no Programa de Avaliação Seriado (PAS), Programa de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino Médio do CNPq e da Fapemig (BIC- Júnior); se tinha aulas práticas nas escolas; e livro utilizado. O segundo questionário, “Conhecimento específico dos estudantes sobre microrganismos”, teve como objetivo verificar o que os estudantes sabiam sobre os microrganismos antes de qualquer interferência por parte deste trabalho e foi constituído por sete perguntas, com as três primeiras abordando conceitos básicos da microbiologia estudada no ensino médio, como: autótrofo, heterótrofo, procarionto, eucarioto. Na questão 4 deste questionário era perguntado se microrganismos destacavam-se por causarem doenças ou benefícios, tendo sido elaborada com a finalidade de verificar a tendenciosidade do conhecimento dos estudantes sobre a importância dos microrganismos em relação apenas a doenças. As demais questões (5, 6, 7) avaliavam conhecimentos sobre grandes processos realizados pelos microrganismos do solo.

O terceiro questionário, “Caracterização dos professores”, foi formado por 12 perguntas, que buscavam informações como: idade; sexo; disciplina que lecionava; em quantas escolas trabalhava (rede pública ou privada); onde se formou; área de formação; se estudou microrganismos do solo na graduação ou na pós-graduação; quanto tempo atuava como professor; etc. O quarto questionário, “Percepção dos professores sobre o ensino de Microbiologia do Solo como parte do conteúdo de Biologia no ensino médio”,

era composto por seis questões que abordavam esta proposta, como: a carência do tema nos materiais didáticos adotados com linguagem acessível; Você concorda que os conhecimentos sobre microrganismos do solo poderiam ajudar o aluno a tomar decisões, de interesse individual e coletivo no contexto ético, de responsabilidade e respeito ao meio ambiente?; Se tivesse esse material de suporte, incluiria esse tema no seu planejamento anual?

Apresentação do assunto em diversos formatos atrativos

Os estudantes e professores das disciplinas de Biologia, Química, Geografia e Física foram orientados para a realização de aulas práticas interdisciplinares nos laboratórios e nas hortas das escolas. Tomou-se o cuidado de utilizar nas aulas práticas materiais que fossem de fácil aquisição e de custo acessível – alguns disponíveis nas próprias escolas. Por meio de aulas expositivas, foram abordados os seguintes tópicos: o solo e seu processo de formação; conservação do solo; células procariotas e eucariotas; microrganismos do solo e sua importância; densidade de organismos do solo; comunidade bacteriana do solo; importância econômica e ecológica da diversidade de microrganismos do solo; fixação biológica de nitrogênio; importância econômica e ecológica da fixação biológica de nitrogênio; o uso da tecnologia de inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio (N_2); o que é o projeto BiosBrasil. Nos *workshops* montados nos pátios das escolas, foram mostrados os diferentes tipos de bactérias e fungos do solo, suas funções, bem como as principais técnicas de seleção e cultivo de microrganismos do solo, de interesse econômico e ecológico, e seus inúmeros benefícios para o planeta.

A metodologia de ensino adotada foi baseada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), segundo os quais esta deve ser diversificada para estimular a reconstrução do conhecimento e mobilizar o raciocínio, a experimentação, a solução de problemas

e outras competências cognitivas superiores. O ensino deve construir, nos estudantes, a capacidade de analisar, explicar, prever, intervir e ter relações entre teoria e prática (PCN, Res. CEB/CNE nº 03/98).

Encerrando o conjunto de estratégias, os estudantes fizeram uma visita ao Laboratório de Microbiologia do Solo da UFLA; na oportunidade, tiveram aulas práticas demonstrativas sobre microrganismos do solo e de instrumental do laboratório. Essa visita teve ainda o objetivo de diminuir a distância entre a universidade e as escolas de ensino médio, de acordo com Alves (1994), cumprindo parte do seu papel social, levando às comunidades os conhecimentos adquiridos por meio de pesquisas realizadas no seu campus.

No final do desenvolvimento deste trabalho foi aplicado o quinto e último questionário, “Avaliar a percepção dos estudantes sobre Microbiologia do Solo”, contendo seis questões (objetivas), com quatro alternativas cada. Entre as alternativas apresentadas em cada questão, nem sempre existia uma completamente errada. O estudante poderia marcar aquela que mais apresentasse afinidade com as suas ideias, informações, convicções e se deparava com situações provocativas.

Os resultados dos questionários das três escolas foram analisados e confrontados, levando em conta os tipos de turnos e de escolas (pública ou privada).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise do material didático

Oito materiais foram analisados, entre livros e apostilas (Quadro 1). A análise do material didático revelou a presença de pouca ou nenhuma informação sobre Microbiologia do Solo. Quando o material abordava o tema, referia-se de forma bastante superficial às bactérias fixadoras de nitrogênio atmos-

Quadro 1. Análise do conteúdo Microbiologia no material didático de Biologia adotado no ensino médio de Lavras, MG

Material didático	Nº de páginas	Nº de páginas de Microbiologia Geral	Conteúdo de Microbiologia corresponde % da obra	Aborda Microbiologia do solo; nº de páginas	Nº de páginas que abordam doenças	Número de edição e ano de publicação
Livro 1	632	70	11	Sim, 2 pág.	13	2ªed. 2004
Livro 2	479	80	16,7	Não	14	1ªed. 2006
Livro 3	536	38	7	Não	10	2ªed. 2004
Livro 4	432	44	10	Não	12	9ªed. 2006
Apostila 1	256	15	5,8	Não	10	Ed. 2006
Apostila 2	304	41	13	Sim, 1 pág.	26	Ed. 2008
Apostila 3	313	63	20	Não	7	Ed. 2006
Apostila 4	558	35	6	Sim, 2 pág.	13	Ed. 2004

férico e aos fungos micorrízicos, o que geralmente não ultrapassa uma ou duas páginas. O conteúdo de microbiologia no material didático analisado, em alguns casos, era extremamente resumido quando comparado com outros tópicos dentro do conteúdo de Biologia do ensino médio.

Percebe-se que ocorre uma abordagem da Microbiologia Geral numa sequência comum entre eles a partir de **vírus** (características gerais, estrutura e reprodução, defesas contra vírus, doenças causadas por vírus); **bactérias e arqueobactérias** (morfologia e fisiologia – nutrição, reprodução e estrutura das cianobactérias; doenças causadas por bactérias); **protozoários** (características gerais, principais classes, morfologia e fisiologia, e principais doenças causadas por protozoários); **algas unicelulares** (principais classes, importância econômica e ecológica, nutrição); e **fungos** (características gerais, nutrição, respiração, reprodução e dispersão, classificação, relações ecológicas, importância econômica e doenças).

Foi constatado ainda que avanços adquiridos por meio de pesquisas realizadas nas universidades sobre microrganismos do solo, que já poderiam fazer parte do conteúdo dos livros adotados no ensino médio, não são apresentados. Isso mostra que, muitas vezes, os livros didáticos não são atualizados quando revisados, fato que pode ser facilmente confirmado quando comparam-se edições anteriores com as atuais.

Como pode ser observado no quadro 1, um fato comum entre os autores de Biologia para o ensino médio é dar muita ênfase aos microrganismos patogênicos, o que pode levar aos estudantes a ideia de que estes só causam doenças, sendo os processos de importância ecológica e agrícola superficial e raramente abordados. Entre os materiais didáticos de Biologia analisados, o que mais se destacou nesse sentido foi a apostila 2, com um total de 304 páginas; destas, 41 páginas abordavam a Microbiologia Geral, entre as quais 26 mencionavam as doenças causadas pelos microrganismos. Duas apostilas e um livro didático abordavam os microrganismos do solo, porém de forma bem reduzida, com no máximo duas páginas. O livro didático 1 é o material didático com maior número de páginas (632), porém apenas duas páginas foram destinadas à abordagem dos microrganismos do solo.

O ideal seria que os autores acrescentassem ou ampliassem o estudo dos microrganismos do solo, destacando suas importâncias e seus benefícios para a vida no planeta, por meio dos diversos processos que medeiam, como por exemplo: a tecnologia de inoculação de bactérias fixadoras de nitrogênio em leguminosas de importância agrícola, de fungos micorrízicos que aumentam a absorção de nutrientes e água pelas plantas, decomposição da matéria orgânica, solubilização de minerais, produção de antibióticos e alimentos, produção de húmus, cicla-

gem de nutrientes, produção de compostos complexos importantes na agregação do solo, decomposição de xenobióticos, controle biológico de pragas e doenças, entre outros (Moreira & Siqueira, 2006).

É possível, ao professor do ensino médio, enfatizar a parte referente aos microrganismos do solo obedecendo à mesma sequência e coerência evolutiva adotada pela maioria dos autores nos livros didáticos.

O objetivo das análises não foi apenas salientar pequenas falhas, como termos incorretos, esquemas confusos e ilustrações mal definidas, e sim mostrar que deficiências de conteúdos não têm sido sanadas ao longo do tempo, acompanhando as necessidades dos estudantes com temas relacionados ao dia a dia. Como exemplo de termos incorretos, encontrou-se em um dos livros analisados uma figura da estrutura da bactéria onde aparece o termo **cotovelo** como uma das partes integrantes do flagelo da bactéria, o que pode gerar confusão para os estudantes, por tratar-se de um termo mais comum entre os vertebrados. Os autores desse livro publicaram um livro de Biologia para o ensino médio em 1974 e, a partir daí, esse material vem sofrendo pequenas modificações (mudança de capa, do título, atividades de fixação), porém as edições atuais apresentam falhas antigas. Em outro livro analisado encontrou-se um esquema para explicar o processo de infecção da raiz de uma planta leguminosa pelas bactérias do gênero *Rhizobium*, que leva à formação do nódulo. A impressão que se tem é de um tumor formado por células arranjadas desordenadamente (Figura 1). Essa figura não mostra que o nódulo é formado no córtex da raiz, a partir de um sistema químico de reconhecimento entre planta e bactéria, e que tem uma estrutura muito bem organizada (Figura 2).

Também foi encontrada, em outro material, uma figura da raiz de planta leguminosa com nódulos (Figura 3); a qualidade da imagem estava muito ruim, embora esta possa ser adquirida com facilidade em qualquer instituição de pesquisa da área no País ou, até mesmo, poderia ser produzida facilmente pelo próprio autor, considerando que leguminosas noduladas podem ser encontradas em várias condições – conhecimento esse que também pode ser transmitido aos estudantes.

De acordo com Bizzo (2004), não se chegará a lugar nenhum com livros remanufaturados, ou seja, com livros que sofrem apenas mudanças de capa, alterações na disposição dos conteúdos e não são atualizados cientificamente, observando a realidade dos estudantes.

Os professores devem buscar metodologias pedagógicas adequadas para apresentar o conhecimento acumulado na universidade aos estudantes do ensino médio, de forma a complementar e atualizar o material didático adotado (Barbieri et al., 2001). Com a realização deste trabalho, muitos professores

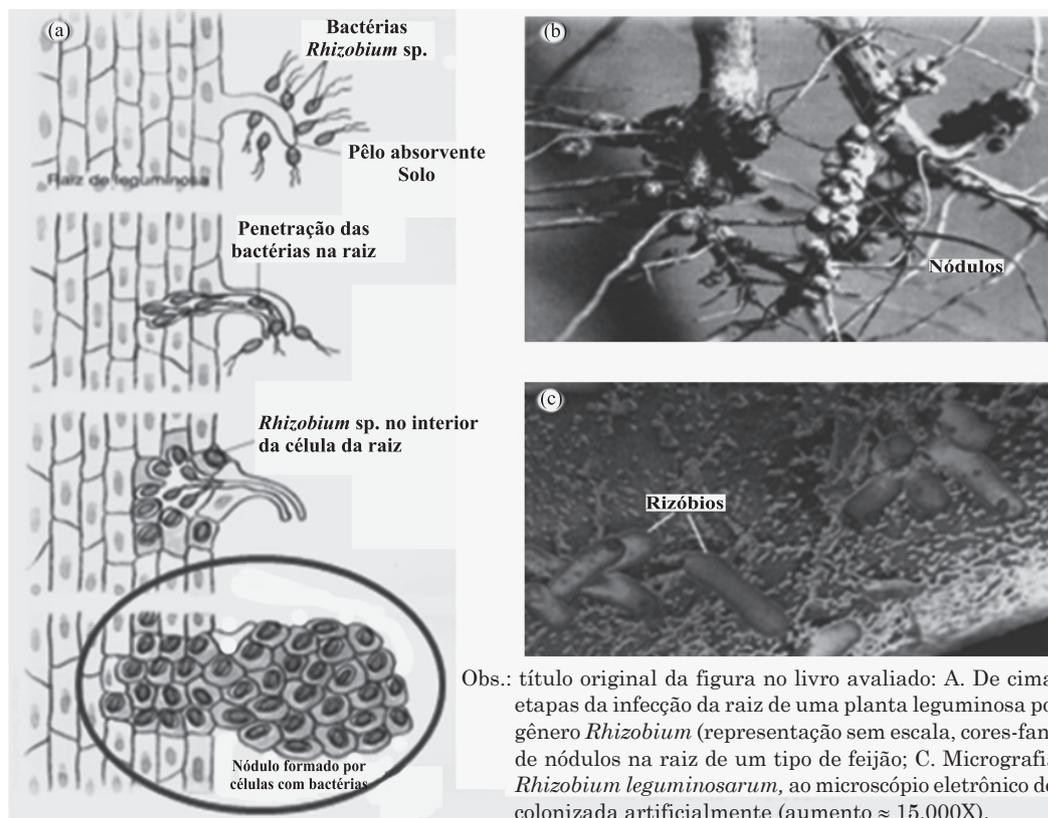


Figura 1. Ilustração encontrada em diversas edições de livros didáticos dos mesmos autores sobre o processo de infecção de raiz de leguminosa pelas bactérias do gênero *Rhizobium*, que leva à formação do nódulo. Em destaque pelo círculo o último estágio, mostrando as células do nódulo na raiz, as quais se apresentam arranjadas de forma desorganizada, semelhante a um tumor.

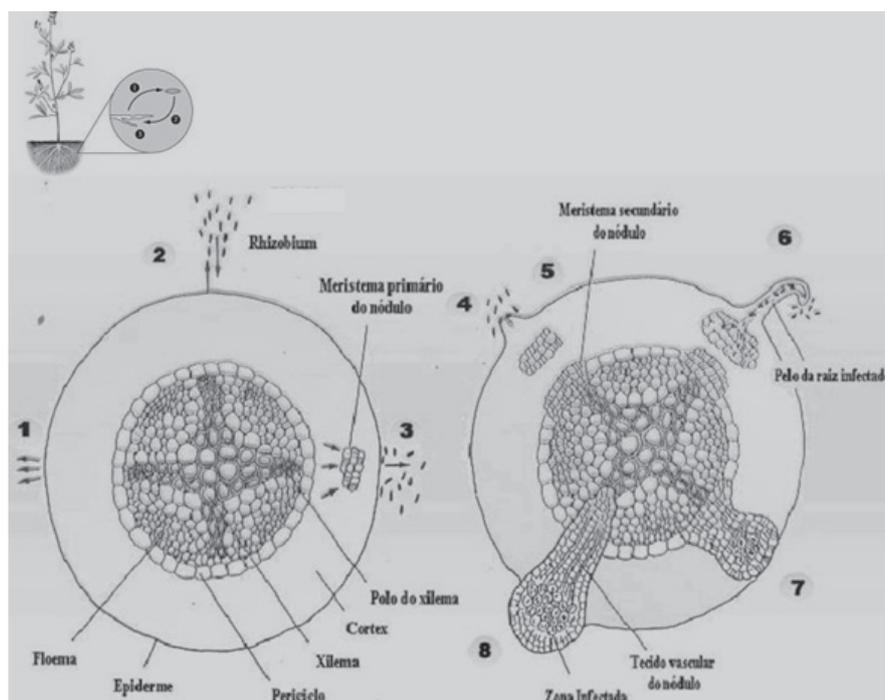


Figura 2. Forma correta, mostrando a infecção da raiz de leguminosa por bactérias do gênero *Rhizobium* com formação do nódulo (Madigan et al., 2004).



Figura 3. Foto de raiz de leguminosa com nódulos não muito nítidos, encontrada em um dos livros didáticos analisados.

perceberam e afirmaram que isso é possível (155 em 169 professores pesquisados).

Análise dos questionários para caracterização das escolas e dos estudantes e professores

A Escola Estadual Cinira Carvalho é uma das escolas públicas estaduais localizadas na região sul da cidade de Lavras, MG, onde atende a estudantes dos bairros da periferia. Esses estudantes são, na maioria, oriundos de famílias de baixa renda (aproximadamente um salário mínimo) e estão matriculados desde o 1º ano da fase introdutória (seis anos) até a 3ª série do ensino médio. Possui boa infraestrutura e o quadro docente é formado por 16 professores com graduação, 38 com especialização e três com mestrado.

Nessa escola, o trabalho foi realizado com 80 estudantes do ensino médio noturno. Muitos desses estudantes buscam oportunidades por meio de programas e concursos, como Exame Nacional do Ensino médio (ENEM), Programa de Avaliação Seriada (PAS), Programa Universidade para Todos (PROUNI), Programa de Bolsas de Iniciação Científica para o Ensino médio do CNPq e da Fapemig (BIC Júnior), a fim de passar no vestibular e fazer um curso superior, acreditando que assim podem ter melhor qualidade de vida.

A outra escola estadual pesquisada foi o Colégio Tiradentes, da Polícia Militar de Minas Gerais-Lavras, com ensino médio diurno. Essa escola fica mais próxima do centro da cidade e seus estudantes apresentam melhor nível socioeconômico, quando comparado com o da outra escola pública pesquisada.

Possui boa infraestrutura e um quadro docente de quatro professores apenas com graduação, 38 professores com especialização e um professor com mestrado. O trabalho foi realizado com 117 estudantes, alguns dos quais participam do BIC-Júnior, na UFLA.

O Colégio Cenecista Juventino Dias (CNEC) foi a terceira escola pesquisada. É uma escola privada e integrada a uma rede de ensino, cujo material didático é composto por apostilas. Ela tem o quadro docente composto por 31 professores com graduação, 32 com especialização, seis com mestrado e uma boa infraestrutura. O trabalho foi realizado com 137 estudantes do ensino médio, os quais, na maioria, pretendem prestar vestibular na UFLA ou em outras universidades da região. A maioria dos estudantes das três escolas pesquisadas estava participando do processo de avaliação seriada da UFLA (Figura 4).

Quando os questionários foram aplicados, nem todos os alunos estavam presentes. Assim, nem sempre o número de estudantes avaliados correspondeu ao total em cada escola. O questionário para caracterização dos alunos foi aplicado em 61, 110 e 99 alunos das escolas Cinira Carvalho, Colégio Tiradentes e CNEC, respectivamente.

A média das idades dos estudantes dos cursos diurnos pesquisados era de 17 anos; os estudantes do curso noturno apresentavam idades acima de 18 anos (18,04) e maior índice de reprovação, 27,87 % (17 em 61), quando comparados com os do curso diurno, que era de 16,36 % (18 em 110) para o Tiradentes e 11,1 % (11 em 99) para a CNEC. A justificativa para o maior índice de reprovação no curso noturno é o fato de muitos estudantes terem interrompido os estudos em decorrência do trabalho. Ocasionalmente eles retornam aos estudos, mas muitas vezes não conseguem acompanhar satisfatoriamente.

Do total de 334 estudantes pesquisados, 270 responderam o questionário. Desse número, 57,04 % (154 estudantes) eram do sexo feminino, corroborando os resultados da pesquisa realizada pela Fundação Carlos Chagas (2006), a qual demonstra que a prevalência do sexo feminino entre os mais escolarizados ocorre a partir do ensino médio e estende-se ao ensino superior.

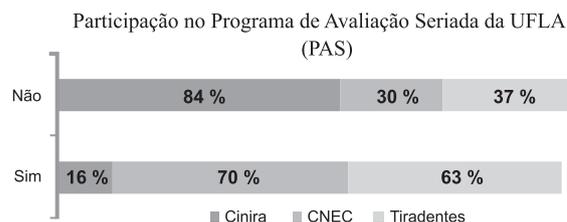


Figura 4. Participação dos estudantes das três escolas pesquisadas no Programa de Avaliação Seriada da UFLA (PAS). Total de estudantes: 61 no Cinira, 110 no Tiradentes e 99 na CNEC.

A análise dos resultados apresentados na figura 4 mostra que 84 % (51 em 61) dos estudantes da Escola Estadual Cinira Carvalho, 30 % dos estudantes do Colégio Cenequista Juventino Dias (30 em 99) e 37 % (41 em 110) dos estudantes do Colégio Tiradentes não participavam do Programa de Avaliação Seriada da UFLA (PAS). Dos estudantes que fizeram parte da pesquisa, 16 % da Escola Estadual Cinira Carvalho, 70 % do Colégio Cenequista Juventino Dias e 63 % dos estudantes do Colégio Tiradentes participavam do Programa de Avaliação Seriada UFLA (PAS).

O questionário para caracterização dos professores foi aplicado a 169 professores, sendo 57 do Cinira, 43 do Tiradentes e 69 da CNEC. A maioria dos professores possui graduação e especialização *Lato sensu*. Entre os professores de Biologia, todos tinham licenciatura plena nesta área e especialização, com exceção de um, que era engenheiro-agrônomo. Não havia professores com idade inferior a 25 anos, e a maioria era do sexo feminino. Nos colégios Cenequista Juventino Dias e Tiradentes, houve variação de idade dos professores entre 26 e 45 anos, sendo a maioria situada na faixa de 26 a 30 anos. Na Escola Estadual Cinira Carvalho, a variação de idade foi de 41 e 50 anos, e a maioria situou-se na faixa entre 41 e 45 anos.

De acordo com a faixa etária dos professores, provavelmente, muitos estudaram Biologia no ensino médio com algum dos livros analisados neste trabalho. A maioria respondeu que jamais teve algum conhecimento sobre Microbiologia do Solo, tanto na graduação como em cursos de capacitação.

Outro fato observado foi que a maior parte dos professores trabalha em duas escolas, geralmente uma pública e outra privada. O tempo de experiência dos professores do Colégio Cenequista Juventino Dias e Tiradentes era de 1 a 5 anos, e o dos professores da Escola Estadual Cinira Carvalho, de 16 a 25 anos.

Conhecimento específico dos estudantes sobre os microrganismos

Antes de ter sido feito qualquer tipo de interferência, foi aplicado um questionário a 272 estudantes, sendo 61 do Cinira, 111 do Tiradentes e 100 do CNEC (nem todos os alunos estavam presentes). Esse questionário era formado por sete perguntas, que abordavam conceitos básicos sobre os microrganismos. Na primeira pergunta, o estudante tinha de identificar, entre vários microrganismos, quais eram procariotos; na segunda, o estudante tinha de reconhecer que a presença ou ausência de carioteca pode ser um critério para separar as células em procariota ou eucariota; e, na terceira, o estudante tinha de identificar os diferentes tipos de nutrição (autótrofo, heterótrofo). A resolução dessas três questões requeria conhecimentos gerais de microbio-

logia, que um estudante da 3ª série do ensino médio provavelmente possuiria.

Por meio da análise dos livros didáticos, notou-se que alguns autores enfatizam bastante as doenças causadas pelos microrganismos. Assim, a quarta questão foi elaborada com o objetivo de verificar a influência desses textos sobre os estudantes – se eles achavam que os microrganismos causavam mais doenças do que benefícios, ou vice-versa.

A maioria dos estudantes da Escola Estadual Cinira Carvalho acredita que os microrganismos causam mais doenças que benefícios, e mais de 90 % dos estudantes dos colégios Tiradentes e Cenequista Juventino Dias acreditam que trazem mais benefícios. Esse resultado leva a entender que esses estudantes estão sendo mais bem orientados no estudo dos microrganismos pelos seus professores, uma vez que a Escola Cinira Carvalho e o Colégio Tiradentes adotam o mesmo livro didático.

As demais questões (5, 6 e 7) estavam relacionadas a grandes processos realizados pelos microrganismos do solo. Para acertar a questão cinco, os estudantes deveriam reconhecer que os microrganismos do solo realizam a decomposição da matéria orgânica. A maioria dos estudantes dos colégios Tiradentes e Cenequista Juventino Dias reconhece a importância dos microrganismos decompositores, e apenas 26 % dos estudantes da Escola Estadual Cinira Carvalho reconhecem essa importância. Para acertar as questões 6 e 7, os estudantes tinham de ter conhecimentos sobre os microrganismos fixadores de nitrogênio atmosférico. Os melhores resultados para essas questões foram dos colégios Cenequista Juventino Dias (CNEC) e Tiradentes.

Com a análise dos resultados obtidos por meio do questionário, constatou-se que cerca de 60 % dos estudantes das três escolas de ensino médio pesquisadas apresentaram bom nível de conhecimento sobre os microrganismos. No entanto, aproximadamente



Figura 5. Resultados do questionário sobre conhecimento específico dos microrganismos, aplicado a 272 estudantes das três escolas pesquisadas, sendo 61 do Cinira, 111 do Tiradentes e 100 da CNEC. A barra “média geral” do gráfico refere-se à média de acertos das três escolas para cada questão.

40 % desses estudantes desconhecem a importância e as aplicações dos microrganismos do solo para manutenção dos sistemas agrícolas e ambientais (Figura 5). O resultado é coerente, uma vez que a maioria dos materiais didáticos e dos professores não abordava o assunto. Isso ressalta a necessidade de acrescentar o ensino de Microbiologia do Solo como parte do conteúdo de Biologia nesse nível de ensino.

De acordo com esses resultados (Figura 5), os estudantes dos colégios CNEC e Tiradentes foram os que obtiveram melhores resultados no questionário para avaliar o nível de conhecimentos básicos sobre microrganismos.

Percepção dos professores sobre o ensino de Microbiologia do Solo como parte do conteúdo de Biologia no ensino médio

Foi perguntado aos professores se eles estavam cientes da importância dos microrganismos do solo para a manutenção da vida no planeta Terra. Quase todos responderam afirmativamente: cerca de 92 % (155) do total de 169 professores pesquisados; em decorrência desse fato, concordaram com a necessidade da inserção do ensino de Microbiologia do Solo no conteúdo de Biologia do ensino médio, complementando o ensino de Microbiologia Geral (Figura 6). No entanto, aproximadamente 25 % (14 de 57) dos professores entrevistados na Escola Estadual Cinira Carvalho não concordaram com a inserção do ensino de Microbiologia do Solo no ensino médio.

Atividades visando à apresentação da disciplina Microbiologia do Solo

Durante as atividades realizadas, como *workshops*, palestras, aulas práticas e teóricas, procurou-se desmistificar o pensamento de que microrganismos só causam doenças (pensamento comum em aproximadamente 30 % dos estudantes pesquisados) e enfatizar sua importância para o solo, a agricultura e o meio ambiente, bem como trabalhar

de forma interdisciplinar, levando os estudantes a perceberem também que as disciplinas não fornecem informações isoladas, estanques.

Nesses eventos, os estudantes demonstraram muito interesse e certo fascínio pelas novidades que lhes eram apresentadas. Contudo, foi durante os *workshops* que manifestaram mais sua curiosidade, fazendo perguntas, esclarecendo suas dúvidas sobre tudo aquilo que lhes era apresentado, como, por exemplo: placas de Petri com meios de cultura contendo vários tipos de bactérias e fungos do solo, frascos de inoculantes comerciais em meio líquido e em turfa. Ainda, foram expostos alguns materiais, que foram reciclados para montagem de experimentos com microrganismos do solo no Laboratório de Microbiologia da UFLA. Exemplos do uso desses materiais são o cultivo de plantas em solução nutritiva, em que são usadas garrafas de cerveja *long neck* e frascos de reagentes químicos vazios para confeccionar vasos de cultivo de plantas em condições axênicas. Isso serviu também para mostrar que muitas vezes a ciência pode ser feita com materiais que estão ao nosso alcance no dia a dia, contribuindo inclusive para a sua reciclagem.

Os estudantes das três escolas que participaram da pesquisa realizaram, sob orientação de seu professor de Biologia, aulas práticas no laboratório e na horta de suas escolas.

Por meio dessas aulas práticas, pôde-se trabalhar o método científico, discutindo aspectos importantes de um experimento, como: o que é o grupo experimental, grupo controle, hipótese, amostragem, análise de resultados, entre outros. No final das aulas práticas, os estudantes que participaram dessas atividades, organizados em grupos, prepararam uma apresentação em pôster dos resultados obtidos nos trabalhos.

Os estudantes fizeram suas apresentações para todos da escola, com duração de 15 min. Os pôsteres foram fixados num ponto de maior circulação do pátio das escolas.

De acordo com análise do questionário “Caracterização dos estudantes”, a grande maioria entende que aulas práticas facilitam a aprendizagem, razão pela qual foi um dos métodos adotados neste trabalho. Para Pacheco (1997), a experimentação é parte integrante do processo ensino-aprendizagem e deve dar ao estudante a oportunidade de expressar suas concepções dos fenômenos de forma direta, experimental, ou de forma indireta, por meio de registros desses fenômenos.

Fourez (1995) entende que a interdisciplinaridade é um processo aberto, em elaboração, e que permite a construção de metodologias. Cada vez mais admite-se que, para estudar determinada questão do cotidiano, é preciso uma multiplicidade de enfoques. De acordo com os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (Brasil, 1999), o currículo

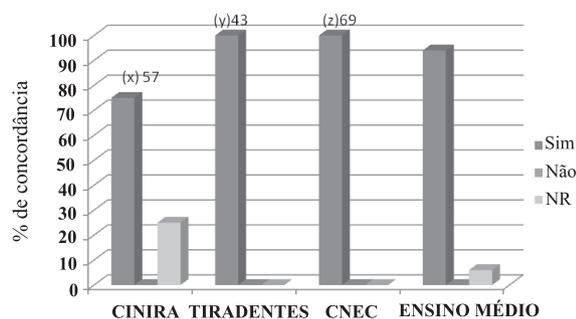


Figura 6. Reconhecimento da importância do ensino de Microbiologia do Solo no ensino médio (x, y e z, nº total de entrevistados em cada escola; as barras “ensino médio” representam a média geral das três escolas) pelos professores.

deve ser flexível e aberto, uma vez que os temas podem ser priorizados e contextualizados conforme as diferentes realidades locais e regionais, e outros temas podem ser incluídos nos temas transversais.

Visita dos estudantes do ensino médio ao Laboratório de Microbiologia do Solo da UFLA

Ainda como procedimento metodológico, no que diz respeito à visita dos estudantes à UFLA, cada turma das escolas, onde o trabalho foi realizado, foi representada por três estudantes, na composição de um grupo de 30 para uma visita ao laboratório. A seleção foi feita pela coordenação e pelos professores de Biologia das escolas, que receberam um roteiro para a visita, onde constava o horário de saída, as atividades que seriam desenvolvidas e o horário de retorno.

Ao chegarem ao Laboratório de Microbiologia do Solo, foram recebidos pela professora responsável, que lhes falou sobre a importância dos microrganismos do solo. Após essa explanação, os estudantes foram divididos em dois grupos de 15 estudantes cada: um ficou na parte do laboratório onde se trabalha com bactérias, para informações práticas e teóricas sobre bactérias fixadoras de N, sob a coordenação dos estudantes de pós-graduação (doutorado e mestrado); e o outro foi para o setor do laboratório onde se trabalha com fungos, sob a coordenação do laboratorista especialista em análises diversas de fungos micorrízicos.

As aulas sobre bactérias fixadoras de nitrogênio tiveram o seguinte roteiro: I – isolamento e cultivo de rizóbios, II – amostras de diferentes tipos de nódulos de bactérias fixadoras, III – produção de inoculantes e sua importância econômica e ecológica, IV – inoculantes no Brasil e V – inoculação de sementes.

Os estudantes ainda assistiram a uma explanação geral sobre os principais instrumentos utilizados no Laboratório de Microbiologia do Solo e os principais experimentos que estavam sendo desenvolvidos no momento.

O grupo de estudantes sob a coordenação do laboratorista foi para a casa de vegetação, a fim de realizar coleta de solo da coleção de vasos com estirpes de fungos micorrízicos. Eles realizaram extração de esporos para serem visualizados ao microscópio estereoscópico (lupa) e, em seguida, trabalho com as identificações dos gêneros e espécies. Várias lâminas foram montadas com diferentes tipos de esporos, para observação ao microscópio de contraste de fases (modelo Olympus BX40).

Os estudantes tiveram informações sobre a importância dos fungos micorrízicos para as plantas, os solos e os ecossistemas de maneira geral. Terminada a aula com cada grupo, houve a troca entre eles, ou seja, os estudantes que estavam no setor de fungos foram para o setor das bactérias e vice-versa.

Finalizando as atividades, foram montadas lâminas com bactérias diazotróficas do gênero *Azospirillum*, para serem observadas ao microscópio de contraste de fases. Devido à mobilidade característica desses microrganismos, os estudantes ficaram bastante admirados em vê-los cruzando a tela do monitor em alta velocidade e com movimentos ondulatórios. Com essa atividade, encerrou-se o conjunto de estratégias adotadas para levar o ensino de Microbiologia do Solo aos estudantes das terceiras séries do ensino médio de três escolas de Lavras.

A visita à universidade teve ainda o objetivo de diminuir a distância entre esta e as escolas de ensino médio, cumprindo parte do seu papel social, que é o de levar às comunidades os conhecimentos adquiridos por meio de pesquisas realizadas no seu campus.

Durante a visita, os estudantes do ensino médio tiveram a oportunidade de conversar com vários estudantes da universidade (BIC-Júnior, iniciação científica, mestrado e doutorado) que estavam desenvolvendo pesquisas no laboratório e ficaram sabendo que alguns deles eram egressos de escolas públicas. Perceberam que, com dedicação e esforço, poderiam conseguir o mesmo. Esse fato foi relatado pelos alunos no retorno às escolas.

Avaliação da percepção dos estudantes

A avaliação da percepção dos estudantes sobre Microbiologia do Solo foi realizada por meio da análise das respostas do questionário: “Avaliar a percepção dos estudantes sobre Microbiologia do Solo”. Composto de seis questões relacionadas aos microrganismos do solo, ele foi aplicado após os estudantes terem participado de todas as atividades realizadas. Antes do desenvolvimento deste trabalho nas escolas, vários estudantes apresentavam muitas dúvidas e outros não tinham qualquer conhecimento sobre os microrganismos do solo. Conforme foi identificado na análise dos materiais didáticos, o tópico referente aos microrganismos do solo no conteúdo de Biologia é extremamente resumido ou inexistente, o que justifica o índice de aproximadamente 40 % dos estudantes (68 em 172) com falta de conhecimentos sobre a importância desses microrganismos.

Entre as escolas avaliadas, os estudantes do Colégio Cenecista Juventino Dias (CNEC) apresentaram maior percepção quanto à importância dos microrganismos do solo para o homem e para manutenção dos ecossistemas.

Entre as escolas públicas, os estudantes do Colégio Tiradentes, da Polícia Militar de Minas Gerais, mostraram maior percepção. Já os estudantes da Escola Estadual Cinira Carvalho apresentaram menor percepção. Nesta instituição, de acordo com as respostas dadas pelos professores nos questionários, eles necessitam adotar métodos diferenciados

para atender a esses estudantes (principalmente os do noturno), que aparentemente apresentam maturidade e percepções diferentes sobre a importância do conhecimento em meio ambiente. Os resultados dos estudantes das três escolas avaliadas podem ser observados na figura 7. De acordo com as respostas fornecidas para esse questionário, constatou-se que a maioria dos estudantes reconhece a importância dos processos realizados pelos microrganismos para a manutenção e sustentabilidade dos ecossistemas agrícolas e naturais, evidenciando melhor percepção. Ressalta-se aqui que, antes da realização deste trabalho, grande número de estudantes desconhecia a importância dos microrganismos do solo.

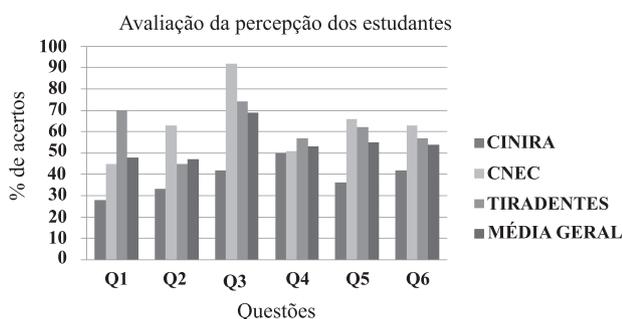


Figura 7. Resultado da avaliação da percepção dos estudantes sobre Microbiologia do Solo das três escolas pesquisadas. A barra “média geral” representa a média de acertos das três escolas para cada questão.

CONCLUSÕES

1. Detectou-se falta de material didático de apoio para o ensino de Microbiologia do Solo no ensino médio, bem como de atividades práticas. Em razão disso, é comum entre os estudantes aqueles que têm concepção errada sobre os microrganismos, atribuindo predominantemente a estes o papel de patógenos.

2. Os autores dos livros didáticos de Biologia para o ensino médio devem buscar temas e apresentá-los adequadamente, em consonância com os avanços científicos.

3. A maioria dos professores de Biologia do ensino médio consideram importante o estudo de microrganismos do solo, mostraram-se acessíveis e dispostos a inovar; por isso, devem buscar novas alternativas (universidades, livros, internet, pesquisadores, etc.) para enriquecer e complementar os livros didáticos existentes, tanto do ponto de vista teórico como prático.

4. Constatou-se que é necessário e possível inserir o estudo de Microbiologia do Solo no conteúdo de

Biologia do ensino médio, uma vez que os estudantes pesquisados apresentaram bom nível de conhecimento básico sobre Microbiologia Geral; contudo, ainda são comuns estudantes que os associam apenas às doenças.

5. Verificou-se que, após a realização deste trabalho, os estudantes passaram a entender que os microrganismos não são somente patógenos e que os microrganismos do solo realizam processos importantes para a manutenção da vida no planeta, o que significa uma melhor percepção.

6. Os estudantes do ensino médio matutino da rede particular foram os que demonstraram maior percepção sobre a importância dos microrganismos do solo.

7. A Microbiologia do Solo abre um leque de oportunidades para a abrangência de novos temas dentro da Biologia. Dessa forma, deve-se ampliar a percepção e a conscientização de que os microrganismos do solo são partes indissociáveis da educação ambiental.

LITERATURA CITADA

- ALVES, I. A Educação no Brasil olhada a partir da prática de formação dos profissionais. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ENSINO DE SOLOS, 1., Viçosa, MG, 1994. Anais... Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 1994. CD ROM.
- BARBIERI, M.R.; SICCA, N.A.L. & CARVALHO, C.P. A construção do conhecimento do professor: Uma experiência de parceria entre professor e a universidade. Ribeirão Preto, Holos, 2001. 258p.
- BIZZO, N. (Vice-diretor da Faculdade de Educação da USP) Em entrevista dada ao Jornal da Ciência. 26 de nov. de 2004.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. Ciências da natureza matemática e suas tecnologias: Parâmetros curriculares nacionais: Ensino médio. Brasília, 1999. 113p.
- BRIDGES, E.M. & CATIZZONE, M. Soil science in a holistic framework: Discussion of an improved integrated approach. Geoderma, 71:275-287, 1996.
- BRIDGES, E.M. & van BAREN, J.H.V. Soil: An overlooked undervalued and vital part of the human environment. Environmentalist, 17:15-20, 1997.
- FOUREZ, G.A. Construção das ciências: Introdução à filosofia e à ética das ciências. São Paulo, UNESP, 1995. 134p.
- FUNDAÇÃO CARLOS CHAGAS. Mulheres brasileiras, educação e trabalho. Disponível em: <http://www.fcc.org.br/mulher/series_historicas/mbet.html>. Acesso em: 4 out. de 2007.
- MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M. & PARKER, J. Microbiologia de Brock. 10. ed. São Paulo, 686 Prentice Hall, 2004. 608p.

- MOREIRA, F.M.S. & SIQUEIRA, J.O. Microbiologia e bioquímica do solo. 2.ed. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2006. 729p.
- MUGGLER, C.C.; ALMEIDA, S.; MOL, M.J.L.; FRANCO, P.R.C. & MONTEIRO, D.E.J. Solos e educação ambiental: Experiência com alunos do Ensino Fundamental na Zona Rural de Viçosa, MG. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA BELO HORIZONTE, 2., Viçosa, MG, 2004. Anais... Viçosa, MG, 2004.
- MUGGLER, C.C.; PINTO, S.F.A. & MACHADO, V.A. Educação em solos: Princípios, teoria e métodos. R. Bras. Ci. Solo [online]. 30:733-740, 2006. ISSN 0100-0683.
- PACHECO, D. A experimentação no ensino de ciências. J. Ci. Ensino, 2:10, 1997. Disponível: <<http://www.fae.unicamp.br/gepce>>. Acesso em: 11 fev. de 2008.