

Ensino de microbiologia experimental para Educação Básica no contexto da formação continuada

Terimar Ruoso Moresco, Michele Soares Carvalho, Vanessa Klein, Ana de Souza Lima, Nilda Vargas Barbosa e João Batista da Rocha

Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. E-mails: terimarm@hotmail.com, michelecarvalho@hotmail.com, vanessaklein7@gmail.com, anabiolima@gmail.com, nbarbosa@yahoo.com.br, jbrocha@gmail.com

Resumo: O ensino sobre microrganismos na Educação Básica tem se mostrado bastante desafiador e, investigar se aulas experimentais de microbiologia, no contexto da formação continuada, qualificam o ensino sobre microrganismos, foi a questão norteadora dessa pesquisa. Para tal, realizamos um curso, no formato de oficinas com aulas experimentais para um grupo de 15 professores de ciências, no laboratório de microbiologia da UFSM/RS-Brasil. Durante o processo os professores responderam a questionários, realizaram experimentos envolvendo conhecimentos de microbiologia, montaram um kit com material necessário para realização desses experimentos nas escolas e receberam uma cartilha contendo a descrição dos mesmos. Dados coletados mostraram que os professores acreditam que as aulas experimentais têm como principais objetivos a motivação e a aprendizagem de conceitos científicos. Foi possível constatar também que a maioria dos docentes não realiza aulas experimentais de microbiologia devido à falta de material, conhecimento e tempo para preparo e execução. Após a caracterização do cenário em que ocorre o ensino sobre os microrranimos, utilizou-se o espaço da formação continuada para elaboração e execução das oficinas. Observou-se que a formação continuada possibilitou aos professores relembrem alguns conhecimentos científicos e construírem outros relacionados aos microrganismos. Foi possível perceber que os mesmos utilizaram tanto a cartilha quanto o kit microbiológico em suas escolas. Conclui-se que o ensino de microbiologia experimental no contexto da formação continuada, além de um importante recurso didático, pode colaborar na superação dos obstáculos inerentes ao próprio processo de construção do conhecimento dessa disciplina e assim qualificar o ensino sobre microrganismos na educação básica.

Palavras chave: ensino de microbiologia, experimentação, formação continuada.

Title: Microbiology experimental teaching for basic education in the context of teaching trainig program.

Abstrat:The microbiology teaching, in elementary school, has been very defiant and the way it happens is the focus of this study. To describe the relationship of a group of 15 science teachers with the teaching of microbiology, was implemented at the microbiology laboratory in UFSM/ Palmeira das Missões-RS, a continuing education course consisting of seven experimental workshops, totaling 32 hours. During the process the teachers answered questionnaires, conducted experiments that needed knowledge of

microbiology, made a laboratory material kit needed to carry out these experiments in schools and received a handout containing the description of them. The data regarding the didactic-pedagogic situation of teachers show that they believe that the experimental classes have as main aims the motivation and learning of scientific concepts. The majority of the teachers do not perform experimental classes of microbiology because of the lack of material, knowledge and time for preparation and execution of the classes. After the description of this scenario, we used the continuing education for implementation of the workshops. We observed that continued training teachers enabled them recall important scientific knowledges and build another related to microorganisms. Finally, the teachers began perform the experiments learned in the workshops and also used handout and microbiological kit in their schools. We conclude that the experimental microbiology teaching, in the context of continuing education, is an important teaching tool and may help to overcome the obstacles inherent to the knowledge of this discipline and qualify the microbiology teaching in elementary school.

Keywords: teaching of microbiology, experimental class, teachers training program.

Introdução

O Ensino Básico, na grande maioria dos países da América do Sul, tem mostrado resultados precários (PISA, 2015) e no caso específico do Brasil, existem sérios problemas nas áreas da ciências, linguagem e matemática. São várias as razões que levam os alunos ao baixo desempenho, tais como: despreparo dos professores de ciência para trabalhar assuntos abstratos com crianças e adolescentes (Cunha e Krasilchik, 2000); falta de conhecimento dos professores (formação deficiente)(Carvalho e Gil-Pérez, 2011); imposição de currículos ditados pelos meios acadêmicos e desvinculados do cotidiano dos estudantes; falta de estrutura e investimento na escola (Tessaro, 2005); carga excessiva de trabalho e baixo salário dos professores (Gatti, Tartuce, Nunes e Almeida, 2014).

Como consequência dos problemas citados acima, pesquisas descrevem que os estudantes do Ensino Básico têm dificuldades para explicar e aplicar os conhecimentos científicos aprendidos na escola para a solução de problemas cotidianos (OECD, 2016). Portanto, é notória a crise na qualidade do ensino do país refletida pelos resultados das avaliações institucionais, tal como no Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA, 2016), no qual o Brasil se encontra no final da lista. Essa conjuntura justifica a necessidade da busca por alternativas para qualificar o ensino em todos os níveis (Cachapuz, Carvalho e Gil-Pérez, 2011). Com o Ensino de Ciências não é diferente e esforços vem sendo feitos para alcançar o letramento científico e investigar se a aprendizagem de ciências está acontecendo em níveis satisfatórios.

Percebe-se que o ensino de ciência precisa urgentemente de renovação, principalmente para que os jovens direcionem o tempo em que permanecem na escola para a aquisição de conhecimentos necessários para uma inserção participativa na sociedade. Para tal renovação, Cachapuz et al (2011) sugerem que os trabalhos dos pesquisadores em Ensino de Ciências

sejam centrados na elaboração de modelo alternativos para o seu ensino, bem como em propostas para formação continuada de professores. Além disso, a existência de um bom currículo de ciências, de laboratórios equipados e o suporte de instituições científicas, são considerados fatores cruciais para alcançar avanços no ensino de ciência e fazer com que os jovens não somente melhorem seu desempenho nas avaliações escolares, mas também saibam enfrentar seus problemas cotidianos (Schlegel e Moñoz-Jordán, 2004).

Como parte deste cenário anacrônico, está a Microbiologia, que apesar da sua relevância, do fascínio que possa despertar e da variedade de assuntos que envolve, é conduzida de forma desinteressante, pouco compreensível e normalmente com uma abordagem descontextualizada, abstrata e exclusivamente teórica. Acerca do seu ensino, alguns autores defendem que a baixa qualidade advém da falta de recursos das escolas para manutenção de laboratórios de ciências (Jacobucci e Jacobucci, 2009), acrescida de falhas na formação inicial dos Professores (Oda e Delizicov, 2011).

Fundamentação teórica

A microbiologia é responsável pelo estudo dos microrganismos, daqueles seres que, salvo algumas exceções, não são vistos a olho nu. São eles organismos procariontes (bactérias, arqueobactérias), eucariontes (fungos e algas microscópicas, protozoários) e acelulares (vírus). Além disso, a microbiologia estuda a interação entre os microrganismos e outros seres vivos, enfatizando os seus benefícios e malefícios potenciais para o ecossistema (em particular para espécie humana) e as alterações físicas e químicas no meio ambiente (Madigan, Martinko e Clark, 2010).

O conhecimento a respeito dos microrganismos, permeia a realidade de todas as classes sociais e profissões, pois envolve questões básicas de cidadania como higiene, meio ambiente, produção de alimentos, prevenção e cura de doenças e biotecnologia. Desse modo, qualquer indivíduo, ao finalizar o Ensino Básico, precisa ter conhecimentos sólidos sobre esse tema, para poder analisar eventos cotidianos, resolver problemas, opinar criticamente e ler o mundo à luz da microbiologia.

Essas informações, assim como tantos outros saberes construídos em laboratórios de pesquisa precisam chegar aos jovens e é da educação escolar a função de democratizar o conhecimento científico, de modo que este se incorpore no universo das representações sociais e se constitua como cultura (Delizoicov, Angotti e Pernambuco, 2011). Além disto, o estudo da microbiologia pode ser usado para se trabalhar um dos axiomas mais importantes da biologia, o da "Teoria Celular" e a importância da estrutura celular para a vida.

Aulas experimentais quando bem elaboradas e com objetivos claros, desenvolvem nos jovens estudantes habilidades investigativas, entendimento de conceitos e do processo científico, gosto pelo trabalho em equipe e pela ciência (Dillon, 2008; Hosftein 2004; Lunetta, 2007). Esta metodologia se mostra um instrumento eficaz no ensino sobre microrganismos, contextualizando o estudo destes seres vivos.

Muitos autores vêm discutindo sobre os saberes necessários à formação docente (Shulman, 1986; Tardiff, 2014). Segundo Tardiff (2014) o saber docente não provém de uma fonte única, é um saber social, plural e temporal, originado a partir da formação profissional e também das experiências cotidianas. Segundo Carvalho (2001), dentre os saberes necessários à docência, o professor precisa ter um sólido conhecimento do conteúdo a ser ensinado, o Saber Curricular. É necessário enfatizar que este saber é importante, pois algumas propostas curriculares de cursos para formação de professores tendem a relativizar essa importância, como por exemplo, as Licenciaturas Curtas de Ciências e os Institutos de Formação Docente.

Neste contexto, Oda e Delizoicov (2011) analisaram a presença de disciplinas que versam sobre microrganismos em cursos de licenciatura em universidades brasileiras. Os mesmos avaliaram ementas de disciplinas que tratavam de microrganismos em 14 instituições públicas brasileiras e constataram que 85,7% dos cursos dispõem de disciplinas que tratam de organismos parasitas e afirmam:

a nomenclatura das disciplinas é bastante variada, mas o estudo de organismos parasitas é realizado em disciplinas obrigatórias em quase todos os cursos analisados, (...). Disciplinas que tratam de organismos parasitas bacterianos e virais estão presentes em 85,7% dos cursos, sendo denominadas frequentemente Microbiologia (64,3%) ou Biologia de Microrganismos (21,4%). Muitas vezes tais disciplinas tratam também das doenças causadas por fungos (75,0%).(...) Doenças causadas por protistas e metazoários são abordadas em disciplinas específicas em 64,3% dos cursos, recebendo frequentemente a denominação Parasitologia (55,6%), mas também Biologia Parasitária (22,2%), entre outras. Os dois grupos de disciplinas são ministrados, com raras exceções, após o 3º semestre letivo, já que exigem certos pré-requisitos, como Citologia e Histologia (Oda e Delizoicov 2011, pg 109).

Ainda conforme este estudo, observaram uma forte abordagem médica, com conteúdo estritamente disciplinar e conceitual e não evidenciaram referências à história e filosofia das ciências nas ementas propostas. Concluem que durante a formação do professor, o ensino de microbiologia não atende aos preceitos da contextualização, o que afasta as ementas avaliadas das propostas dos documentos oficiais (Oda e Delizoicov, 2011).

Tem sido postulado que a formação oferecida pelos cursos de graduação não é suficiente para o exercício profissional (Gatti, 2008). Carvalho (2011) entende que a formação continuada pode preencher lacunas e suprir as deficiências deixadas pela graduação. Por isso, pressupõe-se que propostas de formação continuada precisam ser oferecidas local e frequentemente, para capacitar professores ao uso de diferentes metodologias de ensino.

Nesse contexto, a presente pesquisa buscou investigar o potencial da formação continuada sobre aulas experimentais de microbiologia na qualificação do ensino sobre microrganismos. Essa investigação aconteceu a partir de um curso com oficinas experimentais como estratégia para descomplicar o ensino sobre microrganismos.

Inicialmente buscou-se, com ajuda dos professores de ciências, entender como se dá o ensino sobre microrganismos nas escolas. Em seguida,

realizou-se, com um grupo de professores, aulas experimentais para que os mesmos vivenciassem os experimentos desde a organização do material até a descrição e discussão dos resultados. Um kit com o material necessário para execução das atividades foi construído e entregue aos participantes. Por fim, avaliou-se se essa formação continuada foi capaz de promover mudanças metodológicas no agir docente, principalmente em relação ao uso de atividades experimentais no ensino dos conteúdos sobre microrganismos nas escolas onde cada professor leciona.

Metodologia

Os sujeitos do trabalho foram professores da rede pública estadual de uma cidade do sul do Brasil. Por intermédio da Coordenadoria Regional de Educação, foi feito o convite para os 27 professores de ciências das escolas da rede pública da cidade, que estavam ministrando as disciplinas de ciências e/ou biologia no ensino básico. Entre os convidados, 15 professores concordaram e participaram do projeto.

Dos quinze professores participantes, 53,3% eram do sexo feminino, 47% tinham idade entre 30 e 40 anos, 40% entre 40 e 50 e 13% entre 50 e 60 anos de idade.

Os professores obtiveram seus diplomas de graduação entre os anos de 1994 e 2010. Destes, 72% eram formados em Ciências Biológicas – Licenciatura Plena (LP), 14% em Química – LPe 14% em cursos não habilitados para o ensino de ciências (Administração e Pedagogia). A maioria (60%) fez algum curso de pós-graduação *Lato sensu*, sendo que destes, 45% realizados na modalidade EAD (educação à distância). Dos professores que fizeram cursos de pós-graduação, 55% fizeram na área de ciências, sendo que destes, 80% optaram pela área ambiental (Ciências Ambientais) e 20% com curso de Especialização em Biologia. Os outros 45% dos professores optaram por cursos de pós-graduação em Gestão Escolar, Mídias, Gestão pública e Educação especial.

Os participantes foram chamados para um primeiro encontro no Laboratório de Microbiologia da Universidade Federal de Santa Maria. Este encontro teve por finalidade dialogar sobre a formação e a trajetória profissional dos professores, bem como sua relação com o ensino de microbiologia. Os professores responderam dois questionários e em seguida a finalidade e importância das aulas experimentais no ensino de ciências foi o tema abordado. Durante esse diálogo, foi elaborado um cronograma seguindo a sugestão dos próprios professores, que em função das suas atividades escolares optaram por encontros no turno da noite, de 4 horas com frequência quinzenal. Ao final foram realizados oito encontros totalizando 32 horas de atividades (Tabela 1) realizadas entre os meses de abril e agosto do ano de 2012.

Neste primeiro momento, foi aplicado um questionário semiestruturado para caracterizar a situação didático-pedagógica dos docentes. As questões do questionário abordaram cinco tópicos: A importância das aulas experimentais no ensino dos microrganismos; A frequência de aulas práticas de ciências realizadas por turma durante um ano letivo; As principais dificuldades encontradas para realização de uma aula prática de microbiologia; Os assuntos abordados em práticas laboratoriais;

Colaboração dos cursos de graduação ou de aperfeiçoamento na preparação do professor para realização de aulas práticas.

DESVENDANDO O MICROMUNDO		
1º Encontro	Diálogo com os professores	Organização do cronograma Discussão sobre a importância da experimentação para o ensino de ciências Leitura dos texto "Donos do Mundo"
Oficina 1	Conhecendo o laboratório	Atividades envolvendo a apresentação de vidraria, reagentes e equipamentos.
Oficina 2	Conhecer e utilizar o microscópio	Conhecer as partes e o funcionamento do microscópio, técnicas de focalização, entender o funcionamento das lentes; observação das células da mucosa bucal.
Oficina 3	Construção do material de laboratório	Construção de material para montagem do Kit: estufas, preparação de meio de cultura alternativo, esterilização do material utilizando panela de pressão; construção da alça bacteriológica.
Oficina 4	Coleta e cultivo de bactérias e fungos	Coleta de fungos e bactérias do ambiente utilizando os materiais construídos anteriormente.
Oficina 5	Observação de bactérias e fungos	Observação macro e microscópica de bactérias e fungos.
Oficina 6	Ação de detergentes e desinfetantes	Cultura de microrganismos presentes na escova dental e ação de agentes químicos sobre os microrganismos.
Oficina 7	Encerramento	Observação dos resultados do experimento anterior Questionário, recebimento do Kit e cartilha

Tabela 1.- Atividades desenvolvidas em cada uma das oficinas.

O termo aula prática, embora amplamente utilizado, tem sido alvo de discussões. No entanto, acredita-se ser improvável que este termo seja substituído por já estar arraigado no discurso da educação científica (Dillon, 2008). Agostini e Delizoicov (2009) encontraram diferentes termos sendo utilizados com a mesma conotação de atividade prática, tais como: trabalho laboratorial, atividades experimentais investigativas; trabalho experimental; atividades experimentais, experimentação didática entre outros. Neste trabalho utilizamos a terminologia "aula prática" nos questionários como sinônimo de aula experimental, por este termo não fazer parte do vocabulário cotidiano dos professores.

Além da situação didático-pedagógica, investigou-se as concepções dos docentes sobre os microrganismos para, a partir dos principais obstáculos, elaborar uma cartilha e preparar as oficinas. Para tal, aplicou-se um questionário que continha seis questões abertas (Tabela 2), as quais permitiam inferir conhecimento sobre áreas específicas da microbiologia.

Em seguida, propôs-se a leitura e discussão do texto de divulgação científica (TDC) "Donos do Mundo", de autoria de Alexandre Versignassi e Barbara Axt, publicado em agosto de 2009 pela revista Superinteressante, (<http://super.abril.com.br/ciencia/donos-mundo-621678.shtml>). Esse texto

foi escolhido por ter sido publicado em uma revista de grande circulação entre os professores e alunos e por apresentar uma linguagem compreensível aos cidadãos sem formação na área. Embora dotado de sensacionalismo temático e gráfico, pode ser utilizado para fins pedagógico ao iniciar um diálogo sobre os microrganismos e suas relações com os seres humanos. Após a leitura, foi discutido o contexto social em que este texto foi escrito e como poderia ser utilizado em uma aula sobre os microrganismos.

Questões	Concepções investigadas
Qual a classificação das bactérias na árvore filogenética dos seres vivos?	Classificação dos microrganismos
Em relação à estrutura celular bacteriana, a coloração de Gram permite classificar as bactérias em dois grupos, quais seriam?	Organização celular dos procariontes
Como ocorre a reprodução bacteriana?	Reprodução dos microrganismos
Qual a organização celular dos fungos?	Organização celular dos eucariontes
Que fatores podem influenciar a presença de microrganismos em diferentes ambientes?	Fisiologia e ecologia microbiana

Tabela 1.- Questões aplicadas para investigar as concepções docentes sobre microrganismos.

Para análise das informações coletadas neste primeiro encontro, utilizou-se análise de conteúdo conforme Bardin (2011). As respostas foram categorizadas por semelhança, gerando códigos aos quais se aplicou uma fórmula que permitiu a elaboração de gráficos de frequência: $\% \text{ código} = \frac{\text{número de citações do código} \times 100}{\text{total de respondentes}}$.

Apartir dos resultados dessa análise, foi possível inferir elementos que permitiram a caracterização do ensino de microbiologia neste cenário. As aulas experimentais realizadas durante o curso, na forma de oficinas (tabela 2) foram organizadas em uma cartilha.

No encerramento, os professores responderam a um questionário para avaliação dos conhecimentos disciplinares básicos sobre os microrganismos contendo as mesmas questões do primeiro encontro (tabela 1).

Em maio de 2013, aproximadamente um ano e meio após o término das oficinas, os professores participantes do curso, responderam a um questionário para verificar a importância e influência e utilização dos experimentos aprendidos, na prática pedagógica. Em pesquisa documental na 20ªCRE (Coordenadoria Regional de Educação), constatou-se que dos 15 professores participantes, 9 continuavam exercendo a docência nas disciplinas de ciência e/ou biologia, 1 na disciplina de química, 1 na disciplina de matemática e 4 não estavam em sala de aula.

Um questionário online, auto aplicável, foi desenvolvido utilizando a ferramenta *Forms do Google Docs*. O convite para acessar o link do questionário foi feito por e-mail e facebook. O questionário continha cinco questões abertas, com objetivo de verificar se os professores utilizaram o material fornecido e qual a importância da Formação na sua prática escolar.

Os dados foram registrados na própria plataforma *Google Docs*, posteriormente analisados segundo a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2011) e em seguida categorizados. Os professores foram denominados de P1, P2, e assim por diante para preservar sua identidade.

Resultados e discussão

O entendimento dos microrganismos como seres vivos que influenciam a vida de outras espécies e do planeta é tido como conhecimento básico no Ensino de Ciências e seu aprendizado é distribuído ao longo de todo o percurso escolar. No entanto, por ser um tema abstrato, normalmente fica relegado ao livro didático, tornando-se ainda mais distante da realidade dos estudantes. O professor é a chave para melhorar esse cenário na escola, porém para isto são necessárias oportunidades de aprendizado contínuo.

Segundo Nóvoa (2009) existem cinco facetas que definem um bom professor: conhecimento, cultura profissional, tato pedagógico, trabalho em equipe e compromisso social. Perrenoud (2000) fala das dez competências do professor do futuro. Para ele “competência é a capacidade de mobilizar diversos recursos cognitivos para enfrentar um tipo de situação”. Estes, entre outros pesquisadores (Morin, 2014; Tardiff, 2014) mostram o quanto é importante perceber o professor como profissional em formação permanente, que precisa acompanhar a evolução do conhecimento, da tecnologia e as mudanças nas metodologias de trabalho. Embora estas afirmações sejam interessantes, foi possível perceber nesta pesquisa que o problema maior da prática docente não está relacionado “a falta de conhecimento atuais”, mas sim a uma deficiência de conhecimentos básicos. Portanto, salientamos que a questão da “modernidade” não parece ser o entrave maior da formação dos professores, mas principalmente a ausência de aprendizado do elementar (possivelmente em nome de uma modernidade complexa). Deste modo, a experiência empírica no que toca ao ensino universitário, leva-nos a supor que existe uma supervalorização dos conteúdos complexos e possivelmente “modernos” em detrimento de se trabalhar os assuntos mais elementares de modo contextualizado com a realidade dos professores em formação.

No grupo pesquisado, a maioria dos professores fez sua formação inicial na área em que lecionam, ou seja, Ciências Biológicas. No entanto, alguns estão exercendo sua atividade docente fora da sua área de formação como é o caso daqueles com formação em química, pedagogia e administração dando aulas de ciências. A maioria fez algum curso de pós-graduação, demonstrando o entendimento da importância da formação continuada na profissionalização docente. Entretanto, muitos professores fazem cursos em áreas distantes do Ensino de Ciências. Neste grupo, dos nove professores com pós-graduação (*lato sensu*), cinco fizeram cursos na área das Ciências Biológicas, mas não voltados para o seu ensino. Os demais realizaram cursos em outras áreas (mídias, gestão, educação especial). As políticas públicas de incentivo a ascensão no plano de carreira docente fazem com que os professores busquem cursos de pós-graduação. Assim, é importante disponibilizar cursos localmente, que visem qualificar o ensino de ciências, principalmente a partir das constatações das deficiências do grupo de professores.

A formação continuada tem sido apresentada como uma alternativa para suprir as lacunas da formação inicial, tanto em relação ao conhecimento teórico quanto às estratégias pedagógicas (Gatti, 2008). Tais cursos precisam oferecer aos professores a oportunidade de pensar o ensino como uma construção a partir de uma base de conhecimentos. Precisam preparar o professor para saber e ensinar habilidades metacognitivas, para que o estudante se perceba como alguém que está continuamente desenvolvendo habilidades e competências flexíveis e adaptativas (Bransford, 2000).

O uso de diferentes metodologias didáticas constitui-se numa forma eficiente de promover a aprendizagem dos estudantes (Cisar e Banzie, 2010). No entanto, os professores precisam de estímulo e auxílio para adotar essas ações em sala de aula (Bôas, Junior e Moreira, 2014).

Nessa pesquisa, os professores foram questionados sobre a importância das aulas práticas no ensino de microbiologia e todos concordaram que "este tipo de atividade tem maior impacto sobre o aprendizado dos conteúdos". Em seguida, foram questionados sobre os objetivos dessa modalidade didática. As respostas se concentraram em duas categorias: àqueles objetivos relacionados ao entendimento dos conceitos científicos (73%) e àqueles relacionados ao carácter motivacional para a aprendizagem do conteúdo (27%). Dentre as respostas que apontaram como importância o entendimento dos conceitos, 68% dos professores responderam que as aulas práticas têm como objetivo "visualizar os microrganismos", 23% "compreender a teoria a partir da prática" e 9% "entender o tamanho microrganismos".

Os professores investigados não demonstraram clareza da amplitude de objetivos possíveis de serem alcançados com a experimentação, pois citaram somente a aprendizagem de conceitos científicos e motivação, negligenciando as habilidades cognitivas, afetivas e motoras desenvolvidas com a utilização dessa modalidade didática. Reconhecer os verdadeiros objetivos da experimentação prepara o professor para selecionar, planejar e avaliar os resultados e a eficácia da estratégia de ensino. Por isso, é importante que o professor perceba que o principal propósito é manipular ideias, habilidades cognitivas e não somente manipular equipamentos e vidrarias de laboratório (Lunetta, Hofstein e Clough, 2007). A literatura tem discutido os objetivos desta metodologia de ensino e descreve que, além daqueles citados pelos professores deste estudo, outros objetivos podem ser almejados, tais como: melhorar atitudes, promover o trabalho em equipe, desenvolver habilidades investigativas, habilidades de resolução de problemas, estimular hábitos de pensamento científico e promover o entendimento da natureza da ciência (Dillon, 2008; Hofstein e Lunetta, 2003; Krasilchik, 2011;).

Quando perguntados sobre a frequência com que realizavam aulas práticas de ciências em sua rotina de trabalho, 27,3% dos professores afirmaram realizar pelo menos uma vez por mês alguma atividade que consideram prática; 36,3% uma aula por trimestre; 18,2% uma vez ao ano, e 18,2% afirmaram que nunca realizaram essa modalidade de aula.

A seguir, os professores responderam quais aulas práticas eram efetuadas ao serem trabalhados os seguintes conteúdos: Animais, Plantas, Bactérias, Fungos, Vírus, Química e Física. A modalidade de aula prática mais citada

foi a classificação de fungos, animais e vegetais, seguida por aula de coleta desses exemplares. A terceira atividade prática mais citada foi o estudo da morfologia e componentes de cada grupo (Figura 1).

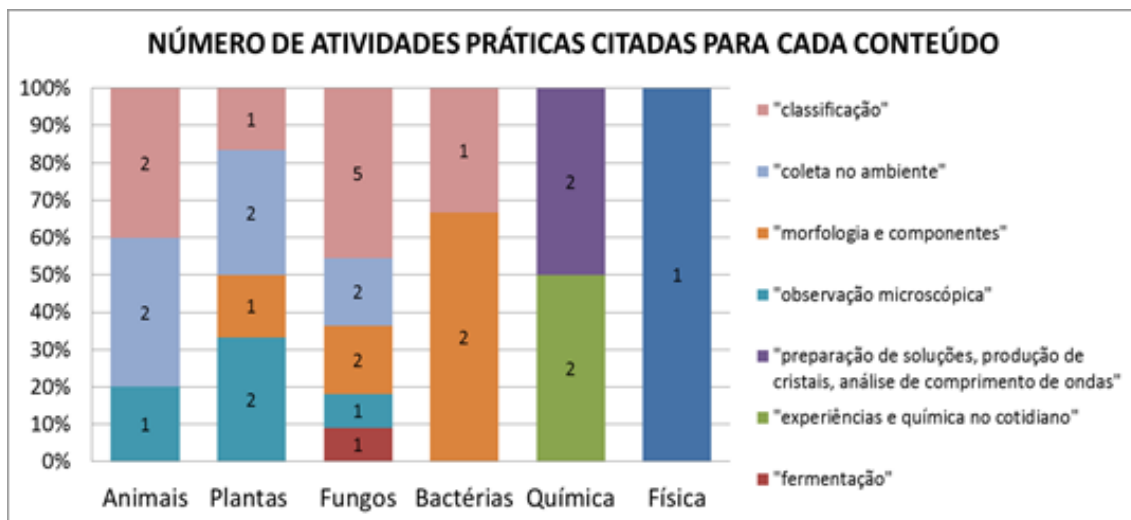


Figura 1.- Respostas dos professores a questão "Quais são as atividades práticas que você realiza para cada um dos conteúdos citados?" Os números dentro das colunas indicam o número de professores que respondeu cada uma das atividades. Fonte: elaborado pelos autores.

Especificamente com relação a Microbiologia, 73% dos professores mencionaram realizar algum tipo de aula prática sobre o conteúdo de fungos e/ou bactérias, 36,4% afirmaram usar esse tipo de aula para ensinar sobre bactérias, sendo as atividades trabalhadas voltadas para "morfologia, componentes e tipos de bactérias (classificação)". Também foi mencionado por um professor o uso de "vídeo sobre tipos de bactérias" como atividade prática. Sabe-se que laboratórios escolares não têm equipamentos e reagentes necessários para a prática de experimentos de identificação e classificação microbiana. Além disso, práticas de morfologia microbiana não são normalmente passíveis de serem feitas em laboratórios escolares, uma vez que os experimentos demandam de técnicas e rigor científico que normalmente não são de domínio dos professores.

Ainda neste bloco de respostas, 63,6% dos professores relataram realizar aulas práticas sobre fungos. Dentre essas aulas, 46% foram caracterizadas como "classificação dos fungos", 18% como "coleta de fungos", 18% como "identificação de componente e estudo de morfologia", 9% como "observação microscópica", e 9% como "fermentação". No geral, tais atividades são passíveis de serem realizadas nas escolas, principalmente aquelas voltadas para o estudo de fungos macroscópicos do ambiente.

Nenhum professor mencionou realizar aulas práticas sobre vírus. Isso é perfeitamente compreensível, já que raramente o estudo dos vírus é tratado de maneira experimental devido às dificuldades inerentes aos métodos de cultivo viral, que incluem técnicas complexas e pessoal treinado. Além disto, a visualização de vírus requer o uso de microscópio eletrônico.

Assim, esse conjunto de respostas permite inferir que os professores entendem por atividade prática a utilização de modelos didáticos, jogos,

filmes, etc., mas não exatamente a experimentação; deixando claro o entendimento de aula prática como qualquer aula diferente daquelas que têm o quadro negro ou livro didático como protagonista.

Neste contexto, as oficinas mostraram possibilidades de ensinar sobre microrganismos utilizando aulas experimentais, e também a diferença entre as aulas práticas experimentais e outras formas de aulas práticas como vídeos, modelos didáticos e desenhos. O conceito de aula prática discutido por Marandino, Selles e Ferreira (2009) descreve que

[...] percebemos que a experimentação biológica corresponde a atividades de pesquisa científica que envolve tanto trabalho laboratorial quanto trabalhos de campo [...] trabalhos laboratoriais - comumente chamados de experimentos de bancada - são acompanhados por protocolos de observação e de transformação, com uso de indumentária, equipamentos, utensílios e reagentes indispensáveis. Na escola o que temos chamado de experimentação didática ou trabalho prático experimental acompanha essa tradição[...] (Marandino et al. 2009, p. 107).

Todavia, esta conceituação feita por Marandino se aproxima das aulas práticas feitas nas universidades, que não tentam reconstruir fatos, mas "demonstrar" a teoria. Embora, tais tipos de atividades sejam importantes para facilitar o aprendizado, elas criam a impressão que as ciências naturais são teológicas e deixam lacunas e concepções alternativas inadmissíveis a um professor de ciências ou até mesmo ao cientistas. De fato, questões simples sobre grupos controles, controles negativos ou ainda sobre o erro experimental, reprodutibilidade, etc são problemas graves de formação de professores e cientistas (Folmer, de Vargas Barbosa, Soares e Rocha, 2009; Rocha e Soares, 2005).

Com relação a preparação dos mesmos para realizar aulas práticas em sua prática pedagógica, 46% dos professores disseram que não se sentiam preparados para conduzir uma aula prática, atribuindo esta falha aos cursos de graduação ou mesmo aos de formação continuada. Outros 36% afirmaram sentir-se preparados, salientando que "desde que as práticas sejam de fácil elaboração", 18% afirmaram sentirem-se preparados somente em algumas situações.

Percebeu-se algumas incongruências nos respostas dos professores, 73% descreveram realizar aulas práticas de microbiologia, sendo as principais atividades relatadas "classificação, coleta e identificação de microrganismos". No mesmo grupo somente 36% afirmaram se sentirem preparados para aplicar esse tipo de atividade. Durante as oficinas no laboratório também foi perceptível a falta de familiaridade e conhecimento na área. A partir desse conjunto de observações é possível inferir que os professores realizavam atividades diferentes de aulas práticas experimentais. Essa observação está de acordo com dados de trabalhos relacionados que mostram que aulas práticas de microbiologia não são comumente efetuadas pelos professores (Cândido, Santos e Medeiros, 2015; Silva e Bastos, 2012). Além disto, ficou claro que os professores têm uma noção muito ingênua sobre experimentação. Muito se deve ao fato das aulas práticas, quando presentes na formação inicial, serem do tipo siga-a-receita e confirme a teoria (Figueira e Rocha, 2013; Folmer, 2009; Rocha e Soares, 2005). Embora aqui tenhamos usado uma estrutura tradicional de

experimentação didática, possibilitamos a problematização e confronto entre os conhecimentos prévios e a observação experimental, o que quebra o paradigma “siga-a-receita-e-confirme”. Agravando esse quadro, os livros didáticos usados são restritivos ao apresentarem ideias de aulas experimentais, trazendo pouca variedade (Barbêdo, 2014) e normalmente do tipo faça-e-confirme.

Durante as oficinas, muitos professores demonstraram não ter familiaridade com o laboratório de microbiologia e principalmente com o microscópio. A falta dessa vivência e desses recursos na escola constituem fatores desfavoráveis para a elaboração de aulas experimentais e investigativas, mas não podem ser vistos como limitantes absolutos. Concordamos que o uso do microscópio seja uma ferramenta poderosa para o ensino de biologia, mas ainda existem possibilidades de se investigar o mundo dos microrganismos sem estas ferramentas, muito embora a confecção de microscópios simples e baratos também seja factível (Sepel, Loreto e Rocha, 2009; Sepel, Rocha e Loreto, 2011).

Ao serem questionados sobre quais seriam as principais dificuldades encontradas para a realização de aulas experimentais, observou-se que o fator limitante mais apontado pelos professores foi à falta de material (equipamentos e reagentes) na escola (Figura 2). A falta de conhecimento disciplinar, de tempo e de laboratório, bem como, o número elevado de estudantes por turma também foram apresentados como dificuldades para a realização de aulas práticas pelos professores, porém em menor escala.

Em outro estudo, professores associam a não realização de aulas experimentais ao laboratório escolar mal equipado (Krasilchik, 2011; Silva e Bastos, 2012). Ramos e Rosa (2008), identificaram em seu estudo os seguintes fatores: a falta de incentivo e orientação, ausência de planejamento que possibilite o desenvolvimento dos experimentos dentro do período da aula, escassez de material, falta de preparo dos professores em cursos de formação inicial e continuada e estímulo dentro das escolas para manutenção de uma postura tradicionalista de ensino. Krasilchik (2011) acrescenta que o grande número de alunos em sala de aula resulta em insegurança para controlar a classe e também a falta de tempo para preparar as aulas.

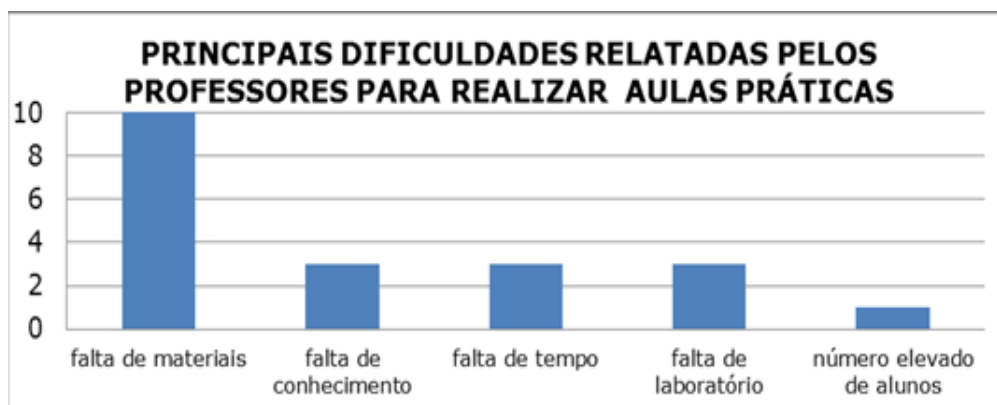


Figura 2.- Dificuldades encontradas pelos professores para realizar aulas prática.

Considerando a importância do conhecimento disciplinar buscou-se então investigar os obstáculos conceituais dos professores sobre organização celular dos procariontes e eucariontes, classificação, fisiologia e reprodução microbiana, por meio de um questionário respondido antes e após as oficinas. A Figura 3 ilustra as respostas dos professores antes das oficinas.

O conjunto de respostas obtido mostra que a maioria dos professores detém o conhecimento disciplinar, mas que alguns conceitos importantes não são dominados por todos. Na questão que objetivou identificar o conhecimento sobre a classificação dos microrganismos, perguntou-se sobre a classificação das bactérias na árvore filogenética dos seres vivos. 82% dos professores responderam corretamente, mencionando o Reino Monera; entretanto, 17% classificaram-nas equivocadamente, identificando-as como seres vivos pertencentes aos Reinos Animalia (9%) e Protista (9%). Nenhum professor mencionou a existência dos Domínios Procarya, Eucarya e Bacteria.

Na questão que envolvia a organização celular dos microrganismos eucariontes, foi destacado o conhecimento sobre fungos. Como a questão era aberta, esperava-se que os docentes mencionassem que os fungos têm organização celular eucariótica, citassem as organelas membranosas e que o núcleo é envolto por um sistema complexo de membranas (envoltório nuclear). Não responderam a essa questão 33% dos professores, 42% descreveram erroneamente que os fungos são seres unicelulares sem núcleo organizado e 25% responderam sobre a estrutura eucariótica das suas células. Na questão que envolvia a organização celular dos microrganismos eucariontes, foi destacado o conhecimento sobre fungos. Como a questão era aberta, esperava-se que os docentes mencionassem que os fungos têm organização celular eucariótica, citassem as organelas membranosas e que o núcleo é envolto por um sistema complexo de membranas (envoltório nuclear). Não responderam a essa questão 33% dos professores, 42% descreveram erroneamente que os fungos são seres unicelulares sem núcleo organizado e 25% responderam sobre a estrutura eucariótica das suas células.

Sobre a reprodução microbiana foi possível observar erros conceituais importantes. Ao serem questionados a reprodução bacteriana, 25% afirmaram que por reprodução assexuada e sexuada e 8% descreveram que as bactérias se reproduzem por semente. Ainda não existem evidências de que bactérias sejam capazes de se reproduzirem sexualmente, ou por sementes. Embora alguns termos estejam atualmente em desuso, vários têm sido ainda utilizados para descrever a reprodução bacteriana. Aqui foram citados: cissiparidade por 42% dos professores e divisão celular por 25%. Outros termos normalmente utilizados para definir a forma de reprodução bacteriana são divisão e fissão binária.

Somente 8% dos professores souberam a resposta correta quando a questão foi sobre os grupos bacterianos identificados a partir da coloração de Gram. Erroneamente, 42% dos professores descreveram que "a coloração de Gram difere os procariontes dos eucariontes", 25% descreveram que essa coloração "diferencia bactérias de cianobactérias" e 25% não responderam. A descrição morfotintorial de uma bactéria é uma das principais características para sua identificação, o que também deixa

dúvidas em relação a questão anterior onde alguns professores disseram fazer identificação bacteriana como aula prática sobre bactérias nas escolas. Além disso, o estudo da estrutura celular bacteriana, por meio da técnica de coloração de Gram, pode ser facilmente contextualizado, já que essa terminologia está presente no cotidiano dos professores e estudantes, como por exemplo nas bulas dos antibióticos e resultados de exames médicos

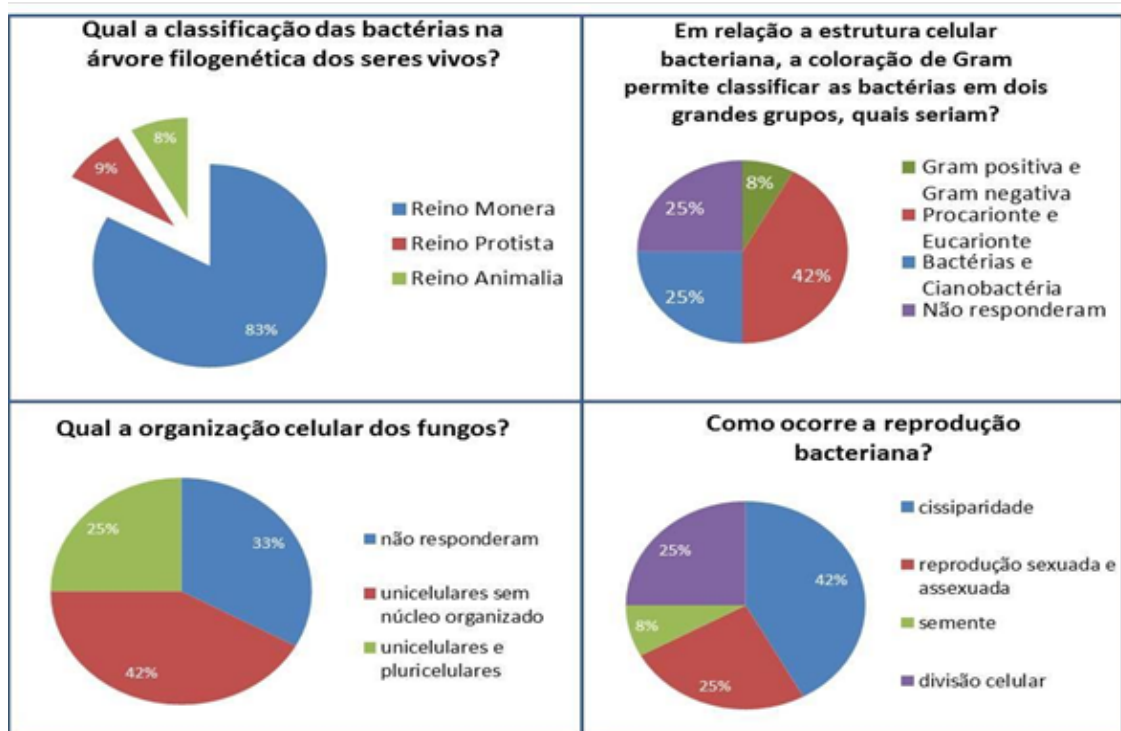


Figura 3.- Respostas dos Professores à questões sobre organização celular dos procariontes e eucariontes, classificação, fisiologia e reprodução microbiana.

Em relação ao conhecimento a cerca do conteúdo a ser ensinado, evidenciou-se que a maioria dos professores domina conceitos fundamentais sobre microrganismos, entretanto alguns erros conceituais importantes merecem atenção. Sabe-se que conhecer profundamente a matéria a ser ensinada é muito mais do que saber o conteúdo, envolve conhecer aspectos históricos envolvidos com a construção desse campo do saber, as orientações metodológicas empregadas, como ela interage com a sociedade e tecnologia, saber selecionar conteúdos adequados e estar preparado para adquirir novos conhecimentos (Carvalho e Gil-Pérez, 2011). Neste contexto, é cada vez mais evidente que a formação inicial não é suficiente para uma sólida construção do saber científico, e que essa deficiência quando não superada, transforma o professor em um transmissor mecânico dos conteúdos dos livros didáticos.

Conhecendo o cenário em que se insere o ensino de microbiologia na educação básica e nas escolas dos professores participantes do curso, foram pensadas, propostas e realizadas as oficinas. Estas foram compostas por diferentes atividades: leitura de textos, aulas expositivas e experimentais. As atividades, descritas na cartilha, são consideradas corriqueiras para quem está familiarizado com o laboratório de microbiologia. Entretanto,

para quem não teve aulas experimentais de microbiologia durante sua formação inicial, tais atividades são consideradas inovadoras, simples, de fácil execução e entendimento e podem abranger diferentes objetivos. Além disso, as oficinas tiveram como propósito proporcionar aos professores o convívio com o laboratório de microbiologia e com o método científico.

A Oficina 1, "Desvendando o laboratório", teve como objetivo familiarizar os professores com o nome e funções dos equipamentos, vidrarias e reagentes comumente utilizados, bem como, incentivar o uso do laboratório como recurso pedagógico. Dos doze professores, apenas dois demonstraram já conhecer o ambiente, salientando o contato durante a formação acadêmica.



Figura 4 - Professores realizando esfregaço do dorso da língua, para posterior observação microscópica durante a Oficina 1. Fonte: elaborado pelos autores

A Oficina 2, "Conhecendo e utilizando o microscópio", objetivou discutir a importância deste equipamento na construção do conhecimento científico sobre os microrganismos, mostrar seus componentes e suas respectivas funções. Somente quatro professores manifestaram familiaridade com o microscópio óptico. Ainda que a escola possua tal equipamento, compreende-se, que é pela falta de conhecimento no manuseio que o mesmo não é utilizado. Professores que nunca haviam observado ao microscópio uma célula do dorso da língua com bactérias aderidas em sua superfície, ao fazê-lo, mostraram-se eufóricos (Figura 4). Segue a fala de um professor referente a atividade: "olha como é importante a observação para o entendimento das relações de tamanho e também para desenvolver o entusiasmo por novas descobertas".

Além da ausência de familiaridade com laboratório como já mencionado, alguns professores indicaram, como dificuldades para realização de aula experimental, a falta de material laboratorial (vidraria, reagentes e equipamentos) e de material de apoio pedagógico. Para sanar tais dificuldade foi elaborada e executada a oficina seguinte.

Na Oficina 3, "Construção de equipamentos para montagem do kit microbiológico", foram construídas estufa microbiológica, autoclave e alça bacteriológica. Também foi preparado meio de cultura alternativo (Figura 5) conforme (Cassanti, 2008), com algumas modificações. Esse material,

posteriormente foi utilizado para montar o kit microbiológico disponibilizado aos professores após o término do curso.

Os professores consideraram essa atividade exaustiva, destacando inicialmente que seria inviável realizá-la com os alunos pela falta de tempo e por apresentar riscos ao utilizar fogo. Porém, ao terminarem perceberam que seria possível preparar os meios antes e levá-los prontos para a sala de aula, e até mesmo utilizar outros ingredientes (alimentos) para a realização da aula de coleta de microrganismos. Independente de ser aplicado ou não futuramente, o objetivo da atividade, voltado para o entendimento dos professores de como preparar o meio de cultivo microbiano foi alcançado.



Figura 5.- Materiais construídos para montagem do kit microbiológico. Fonte: Foto tirada pelos autores

A Oficina 4, “Coleta e cultivo de bactérias e fungos”, teve o intuito de mostrar que os microrganismos estão presentes em todos os ambientes, fazendo parte do ecossistema (Johan et al., 2014). Nessa aula foi utilizado o meio de cultura alternativo e também a estufa feitos anteriormente. Quando os professores foram coletar microrganismos no ambiente, foi possível perceber a indecisão dos mesmos na escolha do local de coleta, devido a dúvida em relação à presença ou não de microrganismos em determinados locais.

Na Oficina 5, “Observação de colônias de fungos e bactérias”, a diversidade de colônias, crescidas a partir das coletas realizadas na aula anterior, foi observada a fim de entender a diversidade microbiana existente nos diferentes ambientes. Este experimento também foi usado para discutir fatores físicos e químicos que influenciam na reprodução microbiana.

Na Oficina 6, “Ação dos detergentes e desinfetantes sobre as bactérias” foi realizado um experimento para identificar e discutir a ação de determinados agentes químicos disponíveis comercialmente, relacionando-os com higiene doméstica e de alimentos.

No "Encerramento", os professores responderam ao questionário sobre conhecimento disciplinar. De forma geral, a análise das respostas deixaram evidente que a formação proporcionada auxiliou de forma significativa os professores a relembrarem alguns conceitos importantes de microbiologia. Como mostra a figura 6, depois das oficinas todos os professores souberam responder corretamente as questões que buscavam informações sobre o conhecimento dos mesmos em relação à classificação e reprodução dos microrganismos e organização celular de fungos e bactérias.

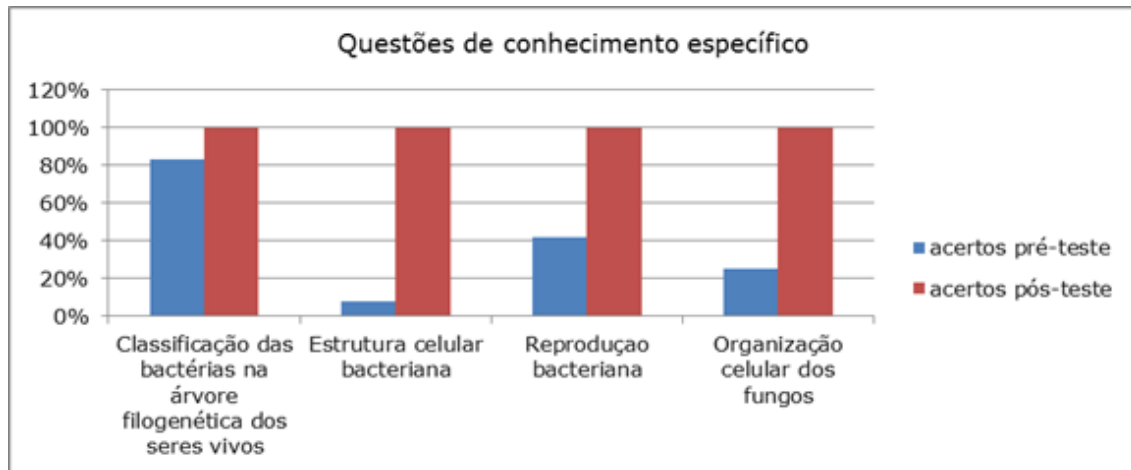


Figura 6.- Mudanças conceituais importantes sobre microrganismos.

Aproximadamente um ano e meio após a realização das oficinas (maio de 2015), buscamos informações sobre os participantes desta formação com o intuito de verificar se as atividades realizadas haviam sido desenvolvidas nas escolas.

Dos 15 professores que realizaram as oficinas, 10 responderam ao questionário on-line, sendo que um deles não estava exercendo a docência. Destes, 9 afirmaram que realizaram alguma das aulas experimentais sobre microrganismos disponibilizadas na cartilha e usaram o Kit microbiológico entregue ao final da oficina.

Dentre as atividades disponibilizadas na cartilha, os professores citaram que fizeram cultura de bactérias e fungos, ação dos detergentes sobre os microrganismos, microscopia de fungos, coloração de Gram e observação de células da mucosa bucal.

Ao serem questionados se as oficinas de microbiologia, na UFSM, colaboraram para a realização deste tipo de aulas em sua escola responderam:

Deixaram minhas aulas mais dinâmicas e esclarecedoras, com as aulas pude expandir a minha gama de conhecimento e me trouxe mais ideias e possibilidades de utilização de aulas práticas no laboratório de pesquisa da escola, tornando assim a aula mais atrativa aos educandos. Neste período pude evidenciar um maior interesse das turmas de trabalho e maior rendimento nos conteúdos (P2).

Foi importante por que propiciou discussões reais sobre o estudo da microbiologia na escola e também trouxe mais conhecimentos sobre práticas com micro-organismos(P3).

Ao serem questionados sobre a importância das oficinas para sua vida profissional responderam:

Como sou formado em Química, as aulas de microbiologia me ajudaram muito na exposição do conteúdo, pois possibilitou a realização de alguns experimentos que até então eu não conhecia (P3).

É uma iniciativa muito importante para o ensino de ciência, pois muitos professores não tiveram contato com equipamentos que o curso oportunizou para nós e ressaltando, a troca de experiência entre a universidade e os professores de ensino básico é muito gratificante. O curso proporcionou aos professores uma visão diferente do que é trabalhar ciências nas escolas e com recursos alternativos (P4)

Toda e qualquer atividade que proporcione momentos de reflexão, de trocas e de construção de saberes é de suma importância para nós professores. Estas oficinas foi uma oportunidade de construirmos novos conhecimentos teóricos e práticos a respeito da microbiologia. Acredito que auxiliaram de maneira muito significativa para melhorarmos nossas práticas a respeito desse tema, já que muitas vezes é tratado superficialmente por se ter dificuldade de ensinar e mostrar o invisível (P6).

Millar e Driver (1987) apud (Hofstein e Lunetta, 2003) recomendaram o uso da investigação reflexiva para promover a construção de conceitos científicos significativos baseados na solução de problemas, considerando que quando os estudantes interagem com problemas, percebem o significado e conectam às suas experiências. De certa forma, embora a cartilha montada aqui seja tradicional no que toca a seguir algumas "receitas", ela pode proporcionar facilmente esta importante questão levantada por Millar e Driver (1987). Com efeito, na realização das oficinas, foi possível observar o surgimento espontâneo destas reflexões seja por ter ocorrido problematizações inerentes as atividades (por exemplo, na coleta dos microrganismos de distintos locais) ou seja pelo deslumbramento de visualizar uma simples célula da bochecha (ver a fala do professor acima).

Nas avaliações, os professores citaram a importância da troca de experiência com colegas. Tardiff (2014) salienta que os professores edificam sua identidade a partir de suas vivências e das relações que estabelecem com seus saberes, construindo então, seu saber experiencial que é validado no contexto da sua socialização. Essa validação passa por uma avaliação dos pares, pactuando com a ideia de que experiências devem ser compartilhadas desde que sejam de fato positivas (Dewey, 2010).

A revisão bibliográfica agregada às observações feitas a partir desta pesquisa suscitaram reflexões importantes sobre a relevância do uso efetivo da experimentação no ensino de microbiologia. Percebeu-se que os professores não fazem uso dessa metodologia principalmente pela falta de material e por não sentirem-se seguros com ela. Constatou-se também que, principalmente em regiões com carências educacionais e econômicas, usar o espaço da formação continuada para promover a troca de experiências entre os professores e aproximá-los da universidade pode causar mudanças efetivas em sala de aula.

Momentos de reflexão, construção de novos conhecimentos teóricos e práticos, mudanças de concepções de como trabalhar ciências, construção de material alternativo, construção de aulas dinâmicas, esclarecedoras e mais interessantes foram aspectos apontados pelos professores como resultado do impacto das oficinas.

Implicações

A formação continuada demonstrou ser solo fértil para desenvolver, nos professores da Educação Básica, o gosto pela experimentação que acredita-se ser capaz de qualificar o ensino de microbiologia no ambiente escolar. Por isso sugere-se que mais ações de formação continuada sejam concretizadas a nível local, para que mais professores sejam disseminadores da importância dos microrganismos na manutenção da saúde do planeta.

As aulas experimentais, trabalhadas com os professores durante a formação continuada, como estratégia para descomplicar a aprendizagem de microbiologia, mostraram-se ser ferramentas eficazes para qualificar o ensino dessa área de conhecimento, uma vez que a partir do curso, nove dos 15 professores, realizaram essa modalidade didática como alternativa metodológica para o ensino sobre microrganismos.

A falta de material nas escolas, de conhecimento, de laboratório e o número elevado de alunos foram reconhecidos pelos professores como fatores determinantes para a não execução de aulas experimentais. Assim a execução de oficinas com experimentos simples, acompanhadas de construção de materiais didáticos e alternativos poderia diminuir de forma significativas tais obstáculos.

Pretende-se, a partir deste trabalho, aprimorar a cartilha com outros experimentos investigativos e distribuí-la para os professores, para que possam, a partir do interesse dos alunos, propô-los mesmo em escolas onde o laboratório de ciências não esteja disponível, ou não seja bem equipado. A partir desse material, aspira-se disseminar essa estratégia para melhorar o ensino sobre microrganismos.

Conclusão

Baseando-se no que foi exposto neste trabalho pode-se observar que os professores apresentam algumas dificuldades com a abordagem de ensino por experimentação, entretanto a formação continuada é um espaço profícuo para que essa metodologia de ensino seja incorporada à prática docente. Dentre os 15 professores que participaram do Curso de Formação Continuada, nove incorporaram na sua prática pedagógica essa metodologia e adquiriram segurança para sua realização. Mostrando que é possível que os professores usem aulas experimentais para tornar o ensino de ciências mais interessante e prazeroso.

Apoio financeiro: CAPES

Referências bibliográficas

- Agostini, V. W., e Delizoicov, N.C. (2009). A experimentação didática no ensino fundamental. *VII Encontro Nacional de Ensino de Ciências*. Florrianoópolis.
- Barbêdo, G. T. (2014). Microbiologia no ensino fundamental: como os livros didáticos abordam essa temática. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 7(1), 1-12.
- Bardin, L. (2011). *Análise de conteúdo* (70 ed.). (L. A. Pinheiro, Trad.) São Paulo: Almedina Brasil.
- Bôas, R. C., Junior, A. F., e Moreira, F.M. (2014). Microbiologia do solo em curso de formação continuada de professores de biologia do ensino médio. *Revista Ciências&Ideias*, 5(1), 51-66.
- Bransford, J. D. (2000). *How people learn. Brain, Mind, Experience, and School*. Washington DC: National Academy Press Washington DC.
- Cachapuz, A., Carvalho, A. M., e Gil-Pérez, D. (2005). *A necessária renovação do Ensino de Ciências*. São Paulo: Cortez.
- Cândido, M. D., Santos, M. G., e Medeiros, T. D. (2015). Microbiologia no ensino médio: analisando a realidade esugerindo alternativas de ensino numa escola estadual paraibana. *Ensino, Saúde e Ambiente*, 8(1), 57-73.
- Carvalho, A. M. P. D. (2001). Influência das mudanças da legislação. *Ciência & educação*, 7(1), 113-122.
- Carvalho, A. M., e Gil-Pérez, D. (2011). *Formação de professores de ciências: tendências e inovações* (Vol. 10ª). São Paulo: Cortez.
- Carvalho, A. M. P. D. (2004). *O ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. São Paulo: Thompson.
- Cassanti, A. C., Cassanti, A. C., Araujo, E. D., e Ursi, S. (2008). Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores. *Enciclopédia Biosfera*, 8, 1-23.
- Johan, C. S., Carvalho, M. S., Zanovello, R., de Oliveira, R. P., Garlet, T. M. B., de Vargas Barbosa, N. B. e Moresco, T. R. (2014). Promovendo aprendizagem sobre fungos através de atividades práticas. *Ciencia & Natura*, 36(2), 798-805.
- Cisar, C. R., e Banzie, J. S. (2010). Coliforms everywhere! Using microbiology to teach the scientific method. *Journal of Microbiology & Biology Education*, 11(2), 158-159.
- Ministério da Educação Brasil (2001). Diretrizes curriculares nacionais para formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena, Parecer CNE/CP009/2001.
- Cunha, A. M., e Krasilchik, M. (2000). A formação continuada de professores de ciências: percepções a partir de uma experiência. *XXIII Reunião Anual da ANPED*.
- Coutinho, F. Â., Martins, R.P., e Vieira, M.C. (2012). Contribuição da filosofia da microbiologia para fundamentar a zona relacional do perfil conceitual de vida. *Revista Ensaio*, 14(3), 51-64.

Delizoicov, D., Angotti, J. A., e Pernambuco, M.M. (2011). *Ensino de Ciências, fundamentos e métodos* (4ª Ed.) São Paulo: Cortez.

Dewey, J. (2010). *Experiência e educação*. Petrópolis, RJ: Vozes.

Dillon, J. (2008). "A Review of the Research on Practical Work in School Science.". *King's College, London*, 1-9.

Esteban, M. P. (2010). *Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições*. Porto Alegre: Artmed.

Fass, M. F. (2004). Connecting microbiology with the world Outside: constructing opportunities for authentic learning in the classroom and the community. *Focus On Microbiology Education*, 10 (2).

Figueira, A. C., e Rocha, J. B. (2013). Digestão: o que comemos e o que bebemos? Um relato de experiência no ensino fundamental. *Revista Ciências & Ideias*, 4(2), 85-94.

Folmer, V., de Vargas Barbosa, N. B., Soares, F. A., e Rocha, J. B. (2009). Experimental activities based on ill-structured problems improve Brazilian school students' understanding of the nature of scientific knowledge. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 232-254. Recuperado de <http://reec.educacioneditora.org/>

Galiuzzi, M. C., Rocha, J. M. B., Schmitz, L. C., Souza, M. L., Giesta, S., e Gonçalves, F. P. (2001). Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, 7(2), 249-263.

Gatti, B. A. (2008). Análise das políticas públicas para formação continuada no Brasil, na última década. *Revista Brasileira de Educação*, 13(37).

Gatti, B. A., Tartuce, G. L., Nunes, M. M., e Almeida, P. C. (2014). *A atividade da carreira docente no Brasil* (Vol. 1). São Paulo: Fundação Victor Civita.

Gil Perez, D. E. (1999). Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz e papel, y realización e prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 311-320.

Hofstein, A., e Lunetta, V. (2003). The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science education*, 88(1), 28-54.

Jacobucci, D. F., e Jacobucci, G. B. (june de 2009). Open the test tube: what do we know about research on science communication and the teaching of microbiology in Brazil? *Journal of Science Communication*, 8(2), 1-8.

Jay, J. M. (2012). *Microbiologia de Alimentos* (6ª ed.). Porto Alegre: ARTMED.

Krasilchik, M. (2011). *Prática de Ensino de Biologia*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo.

Lunetta, V. N., Hofstein, A., e Clough, M.P. (2007). Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. *Handbook of research on science education*, 393-441.

Madigan, M. T., Martinko, J. M., e Clark, D. P. (2010). *Microbiologia de Brock* (12ª Ed.). Porto Alegre: ARTMED.

Marandino, M., Selles, S. E., e Ferreira, M. S. (2009). *Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos*. São Paulo: Cortez.

Morin, E. (2014). *Os setes saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Editora Cortez.

Mortimor, E. F. (1996). Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos. *Investigações em ensino de ciências*, 1, 20-39.

Nóvoa, A. (2009). Para una formación de profesores construída dentro de la profesión. *Revista de educación*, 350, 203-217.

Oda, W., e Delizicov, D. (2011). Docência no Ensino Superior: as disciplinas Parasitologia e Microbiologia na formação de professores de biologia. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 11(3).

OECD (2007). *PISA 2006-Science Competence for Tomorrow's World*.

OECD (2013). *PISA 2012 - Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy*, OECD Publishing.

OECD (2015). *PISA 2015 Matriz de Avaliação de Ciências*. Brasília.

Pereira, A. M., e Minase, L.F. (2014). Um panorama histórico da política de formação de professores. *Revista de Ciências Humanas*, 23, 7-25.

Perrenoud, P. (2005). Diez nuevas competencias para enseñar. *Educatio Siglo XXI*, 23, 223-229.

Perrenoud, P. (2000). *Novas competências profissionais para ensinar*. Porto Alegre: Artmed.

Ramos, L. B., e Rosa, P. R. (2008). O ensino de ciências: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor dos anos iniciais do ensino fundamental. *Investigações em Ensino de Ciências*, 13(3), 299-331.

Rocha, J. B., e Soares, F. A. (2005). O ensino de ciências para além do muro do construtivismo. *Ciência e cultura*, 4, 26-27.

Scheid, N. M., Soares, B. M., e Flores, M. L. (2009). Universidade e Escola Básica: uma importante parceria para o aprimoramento da educação científica. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 2, 64-74.

Schlegel, E. F., e Moñoz-Jordán, J. L. (2004). A classroom transformed into a lab: microbiology for elementary school. *Focus on Microbiology Education*, 10(2), 9-11.

Sepel, L. M., Loreto, E. L., e Rocha, J. B. (2009). Using a Replica of Leeuwenhoek's Microscope to Teach the History of Science and to Motivate Students to Discover the Vision and the Contributions of the First Microscopists. *CBE-Life Sciences Education*, 8(4), 338-343.

Sepel, L. M., Rocha, J. B., e Loreto, E. L. S. (2011). Construindo um microscópio bem simples e mais barato. *Revista Genética na Escola*, 6, 1-5.

Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational researcher*, 4-14.

Silva, M. S., e Bastos, S.N. (2012). Ensino de Microbiologia: Percepção de docentes de discentes nas escolas públicas de Mosqueiro, Belém, Pará. . *III Encontro Nacional de Ensino de Ciências, Saúde e Meio Ambiente–UFFNiterói-Rj*.

Tardiff, M. (2014). *Saberes docentes e formação profissional*. Rio de Janeiro: Vozes.

Tessaro, N. S. (2005). *Inclusão escolar: concepções de professores e alunos da educação regular e especial*. Casa do Psicólogo.

Tortora, G. J., Funke, B. R., e Case, C. L. (2012). *Microbiologia*. Porto Alegre: ARTMED.

Versignassi, A., e Axt, B. (2009) Donos do mundo. *Superinteressante*, São Paulo, 286, 52-59.

Willian K., e Purves, D. S. (2002). *Vida: A ciência da Biologia* (6ª Ed.). Porto Alegre: ARTMED.