

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS:
QUÍMICA DA VIDA E SAÚDE**

Terimar Ruoso Moresco

**O POTENCIAL DA EXPERIMENTAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO
DE HABILIDADES COGNITIVAS E NA QUALIFICAÇÃO DO ENSINO
SOBRE MICRORGANISMOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

**Santa Maria, RS, Brasil.
2017**

Terimar Ruoso Moresco

**O POTENCIAL DA EXPERIMENTAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE
HABILIDADES COGNITIVAS E NA QUALIFICAÇÃO DO ENSINO SOBRE
MICROORGANISMOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito para obtenção do título de **Doutora em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde.**

Orientador: Prof. Dr. João Batista Teixeira da Rocha
Co-orientadora: Prof^a Dr^a. Nilda Berenice Barbosa

Santa Maria, RS, Brasil
2017

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

RUOSO MORESCO, TERIMAR

O POTENCIAL DA EXPERIMENTAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS E NA QUALIFICAÇÃO DO ENSINO SOBRE MICRORGANISMOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA / TERIMAR RUOSO MORESCO.- 2017.

236 p.; 30 cm

Orientador: JOAO BATISTA TEIXEIRA DA ROCHA

Coorientadora: NILDA BERENICE VAGAS BARBOSA

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, RS, 2017

1. EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS 2. ENSINO DE MICROBIOLOGIA 3. EDUCAÇÃO BÁSICA 4. FORMAÇÃO DE PROFESSORES 5. AULAS EXPERIMENTAIS I. TEIXEIRA DA ROCHA, JOAO BATISTA II. VAGAS BARBOSA, NILDA BERENICE III. Título.

Terimar Ruoso Moresco

**O POTENCIAL DA EXPERIMENTAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO
DE HABILIDADES COGNITIVAS E NA QUALIFICAÇÃO DO ENSINO
SOBRE MICRORGANISMOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde, da
Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS),
como requisito para obtenção do título de **Doutora
em Educação em Ciências: Química da Vida e
Saúde.**

Aprovada em 31 de janeiro de 2017:



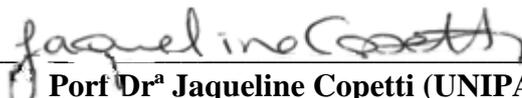
**Porf Drº João Batista Teixeira da Rocha (UFSM)
(presidente/orientador)**



Porf Drº Elgion Lucio da Silva Loreto (UFSM)



Porf Drª Andréa Inês Goldschmidt (UFSM)



Porf Drª Jaqueline Copetti (UNIPAMPA)



Porf Drº Vanderlei Folher (UNIPAMPA)

Santa Maria, RS
2017

AGRADECIMENTOS

Durante essa jornada, muitas pessoas me acompanharam algumas mais de perto, outras nem tanto, mas cada uma teve sua participação na construção de quem sou hoje por meio das experiências que vivenciamos juntas.

Assim, agradeço primeiramente meu marido, por me apoiar em cada decisão, me estimular e torcer por mim, mesmo quando estou ausente da nossa rotina.

Meu filho Marlon, por me acompanhar e participar ativamente de todo o processo, pelo amor e carinho que demonstra em meio as minhas turbulências.

Minha filha Eduarda, que mesmo sem entender o significado do que estava fazendo, soube respeitar e entender os momentos de ausência.

Minha mãe, por ser meu apoio, minha motivadora mais empenhada, pelo esforço para que minha Educação sempre fosse prioridade, mas principalmente pelo amor e dedicação.

Meu pai, irmão, cunhada e norinha pelo carinho, palavras de incentivo e ajuda.

Minha amiga e co-orientadora Nilda, que me incentivou desde sempre, dedicou seu tempo, experiência, sabedoria e principalmente sua amizade.

Meu orientador João, por ter confiado em mim, mas principalmente por tudo que me ajudou a aprender e pela paciência durante os “blábláblá”.

Minha amiga Sabrina, colega e companheira de sonhos, debates, leituras, estudos, correções de texto, decepções e ressurreição de ideais.

Minhas amigas da Facção, Sumidas e Confraria, pelos momentos de “modo difuso”, muito importantes em meio ao “tabainho”.

Aos dirigentes das escolas, aos alunos e aos professores que doaram seu tempo para que esse trabalho pudesse se tornar realidade.

À UFSM, meus colegas de trabalho e professores do programa pela oportunidade de realizar esse trabalho.

Aos membros da banca que aceitaram avaliar essa tese e contribuir para meu crescimento profissional.

[...] há algum tipo de continuidade já que cada experiência afeta para melhor ou para pior as atitudes que contribuem para a qualidade das experiências subsequentes, estabelecendo certas preferências e aversões, tornando mais fácil ou mais difícil agir nessa ou naquela direção (DEWEY, 2010, p. 37).

RESUMO

O POTENCIAL DA EXPERIMENTAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE HABILIDADES COGNITIVAS E NA QUALIFICAÇÃO DO ENSINO SOBRE MICRORGANISMOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

AUTOR: Terimar Ruoso Moresco

ORIENTADOR: João Batista Teixeira da Rocha

COORIENTADORA: Nilda Berenice Barbosa

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 31 de janeiro de 2017.

Em uma sociedade, onde as pesquisas científicas avançam vertiginosamente, é iminente que o cidadão desenvolva diferentes habilidades cognitivas para que possa entender e utilizar o conhecimento disponível. Com a microbiologia não é diferente, as descobertas científicas têm imposto à sociedade realizar escolhas e manifestar opiniões, para as quais, precisa estar preparado. O problema é que, por ser uma ciência abstrata, o seu ensino formal tem sido um desafio para alguns professores. Como consequência, muitos estudantes apresentam dificuldades em interpretar fenômenos cotidianos relacionados aos microrganismos. Neste contexto o presente trabalho tem como objetivo principal contribuir para o letramento científico sobre os microrganismos, a partir do entendimento do papel das aulas experimentais como estratégia para o seu ensino na Educação Básica. Para isso, investigamos como acontecem e quais as dificuldades dos professores para as aulas, realizamos um curso de formação continuada e verificamos a sua influência na qualificação da prática pedagógica e ainda, analisamos o potencial das aulas experimentais para o aprendizado dos estudantes sobre microbiologia. O presente estudo se caracterizou como uma pesquisa ação, que não teve uma metodologia única, mas sim, diferentes caminhos metodológicos construídos ao longo do processo. As conclusões e discussões emergiram de análises qualitativas e quantitativas dos resultados. Com essas análises constatamos que embora a maioria dos professores concorda com a importância das aulas práticas, não se sente preparada para realizar aulas práticas experimentais de microbiologia, tendo como principais dificuldades a falta de material, de conhecimento, de tempo, de laboratório e de apoio pedagógico. O curso de formação continuada foi uma alternativa eficaz para minimizar as dificuldades dos professores com a estratégia de experimentação e com o conhecimento disciplinar sobre microrganismos. Percebeu-se também que os professores necessitam aprimorar seus conhecimentos para contextualizarem e problematizarem os conteúdos em sala de aula refletindo nas concepções incompleta ou incompatível com os saberes científicos dos alunos sobre o mundo microbiano. Contudo, embora a metodologia, da qual se ocupa este trabalho, não seja a única capaz de qualificar o ensino de microbiologia na Educação Básica, ela tem um grande potencial para associar a aprendizagem de conteúdos sobre microrganismos com o desenvolvimento de habilidades que permitem ao estudante interpretar e avaliar situações diferentes daquelas aprendidas em sala de aula.

Palavras-chave: Educação Básica. Microrganismos. Aulas experimentais. Formação continuada.

ABSTRACT

THE POTENTIAL OF EXPERIMENTATION IN THE DEVELOPMENT OF COGNITIVE SKILLS AND IN THE QUALIFICATION OF TEACHING MICROORGANISMS IN ELEMENTARY SCHOOL

AUTHOR: Terimar Ruoso Moresco

ADVISOR: João Batista Teixeira da Rocha

Date and Place of Defense: Santa Maria, 31 de janeiro de 2017.

In a society, where scientific research is advancing rapidly, it is imminent to develop different cognitive skills to citizen to understand and use the available knowledge. With Microbiology is no different, scientific discoveries have imposed on society to make choices and express opinions, for which, they need to be prepared. The problem is that, because Microbiology is an abstract science, its formal teaching has been a challenge for some teachers. As a consequence, many students have difficulties in interpreting daily phenomena related to microbiology. In this context, the main objective of this work was to contribute to the scientific literacy about microorganisms, based on the understanding of the role of experimental classes as a strategy for teaching in Elementary School. In order to do this, we investigate how the teacher's difficulties in class take place, we carried out a continuous training course and verified their influence on the qualification of the pedagogical practice, and also analyzed the potential of the experimental classes for students' learning about microbiology. This study was characterized as social education research, which did not have a unique methodology, but rather, different methodological paths constructed throughout the process. The conclusions and discussions emerged from qualitative and quantitative analyzes of the results. With these analyzes found that although most teachers agree with the importance of practical classes, they don't feel prepared to perform experimental practical classes of microbiology, the main difficulties reported was the lack of material, knowledge, time, laboratory and support pedagogical. The continuous training course was an effective alternative to minimize the difficulties of teachers with the experimentation strategy and with the disciplinary knowledge about microorganisms. It was also realized that teachers need to improve their knowledge to contextualize and problematize the classroom contents causing incomplete or incompatible conceptions of the students' with the scientific knowledge about the microbial world. However, although the methodology of this work is not the only one capable of qualifying the teaching of microbiology in Elementary School, it has great potential to associate the learning of contents on microorganisms with the development of skills that allow the student Interpret and evaluate situations different from those learned in the classroom.

Keywords: Elementary School. Microorganisms. Experimental classes. Continuing education.

LISTA ILUSTRAÇÕES

METODOLOGIA E RESULTADOS

Figura 1- Laboratório de Ciências da Escola 1.....	46
Figura 2- Experimentos sendo realizados nas classes dentro da sala de aula na Escola 2.	47

ARTIGO 1

Figura 1 - Saída de campo.	54
Figura 2 - Confecção de modelos didáticos.....	55
Figura 3 - Jogo didático.	56

MANUSCRITO 1

Figura 1 - Respostas a questão "Quais são as atividades práticas que você realiza para cada um dos conteúdos citados?".....	69
Figura 2 - Dificuldades encontradas pelos professores para realizar aulas prática.	71
Figura 3 - Respostas à questões sobre organização celular dos procariontes e eucariontes, classificação, fisiologia e reprodução microbiana.	72
Figura 4 - Professores realizando esfregaço do dorso da língua.	74
Figura 5 - Materiais construídos para montagem do kit microbiológico	74
Figura 6 - Mudanças conceituais importantes sobre microrganismos.....	75

MANUSCRITO 2

Figura 1 - Entendimento sobre exemplos de seres vivos microscópicos e relação entre higiene e microrganismos.....	87
Figura 2 - Conceito de micróbios, microrganismos e a relação entre os dois.	88
Figura 3 - Ubiquidade dos microrganismos.	89
Figura 4 - Fatores de crescimento microbiano.	90
Figura 5 - Importância dos microrganismos.....	91
Figura 6 - Microrganismos como seres vivos.....	92
Figura 7 - Médias dos escores obtidos a partir do somatório das notas de todos os participantes da Oficina.	93
Figura 8 - Percentual de estudantes categorizados conforme a nota, do pré e pós-teste para cada escola.....	94

MANUSCRITO 3

Figura 1 - A Students' scores in the experimental workshop. B- Evolution of each student over time.....	102
Figura 2 - Percentage of students distributed for score range.	102
Figura 3 - Performance of the studants of the two schools.	103

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CNE/CP	Conselho Nacional de Educação/Conselho Pleno
CRE	Coordenadoria Estadual de Educação
DCN	Diretrizes Curriculares Nacionais
EID	Doenças Infecciosas Emergentes
LDB	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
MEC	Ministério da Educação
OCDE	Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PCN+	Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais
PIBID	Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência
PISA	<i>Programme for International Student Assessment</i>
PNE	O Plano Nacional de Educação
PPP	Plano Político Pedagógico
SPSS	<i>Statistic Package for the Social Science</i>
UFMS	Universidade Federal de Santa Maria
UNESCO	<i>United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization</i>

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	11
1.1 APRESENTAÇÃO.....	11
1.2 JUSTIFICATIVA.....	13
1.3 PROBLEMÁTICA.....	14
1.4 OBJETIVOS.....	15
1.4.1 Objetivo geral.....	15
1.4.2 Objetivos específicos.....	15
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1 MICROBIOLOGIA.....	17
2.1.1 Bacteria e Archeobacteria.....	18
2.1.2 Fungos.....	19
2.1.3 Protozoários.....	20
2.1.4 Algas.....	20
2.1.5 Vírus.....	21
2.1.6 Importância dos microrganismos.....	21
2.2 ENSINO SOBRE MICRORGANISMOS NA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS.....	23
2.3 FORMAÇÃO DE PROFESSORES.....	30
2.4 ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS E AULA EXPERIMENTAL.....	33
3 METODOLOGIA E RESULTADOS.....	44
3.1 Artigo 1: Promovendo a aprendizagem sobre fungos por meio de atividades práticas.....	48
3.2 Manuscrito 1: Ensino de microbiologia para educação básica no contexto da formação continuada.....	59
3.3 Manuscrito 2: O ensino de microbiologia e a experimentação no ensino fundamental.....	82
3.4 Manuscrito 3: Role of experimentation in the consolidation of long-term memory about micro-organisms.....	98
4 DISCUSSÃO.....	105
5 CONCLUSÕES.....	111
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	113
ANEXO 1: desvendando o micromundo: os seres invisíveis.....	127

1 INTRODUÇÃO

1.1 APRESENTAÇÃO

Esta tese inclui resultados oriundos de um longo período de observações, indagações, reflexões e ações acerca do Ensino sobre Microrganismos na Educação Básica. Este trabalho oportunizou adentrar no dia a dia do ambiente escolar e vivenciar a falta de conexão teórico-prática no Ensino de Ciências. Esta vivência gerou crescimento profissional, mas também pessoal imensurável, o que me motivou a buscar conhecimento acadêmico e usá-lo para uma real e efetiva discussão com os docentes. Acredito que a partir desta pesquisa foi possível oportunizar mudanças concretas na realidade observada.

O interesse em trabalhar com o Ensino de Microbiologia advém de minha experiência como professora dessa disciplina em curso de formação de professores de Ciências. Durante a prática docente tive a oportunidade de vivenciar a coordenação de área do PIBID (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência) na UFSM-Palmeira das Missões, me aproximando das escolas de Educação Básica. Ao adentrar neste ambiente, percebi alguns problemas enfrentados pelos professores no seu cotidiano de trabalho. Fazendo uma conexão entre a vivência nas escolas e a formação de professores foi notória a percepção da distância entre o que se tem produzido no mundo acadêmico e o que efetivamente tem chegado até os alunos, foco principal de todo o processo. O Ensino sobre Microrganismos é uma temática inserida dentre os problemas observados e relatados pelos professores, o que suscitou o interesse em entender esse panorama para colaborar com sua mudança.

Ao longo do percurso deste trabalho, investigamos o cenário em que se dá o ensino sobre microrganismos considerando o olhar dos professores e dos estudantes do Ensino Fundamental, além das suas concepções. De posse dessas informações, buscamos elaborar, experienciar e avaliar a metodologia didática de experimentação, como forma de aprimorar o ensino desse tema, tanto com discentes como com docentes em formação continuada.

Para que os resultados e as reflexões, derivadas desse trabalho, pudessem ser socializados com os pares, o mesmo foi desmembrado em quatro artigos. Essa forma de comunicação facilita e amplia a possibilidade de acesso dos pares a essas discussões, podendo colaborar com o Ensino de Ciências, não somente a nível local. Em função de este estudo ter resultado em quatro artigos, se fez necessário ao longo da construção desta tese, a retomada de algumas discussões, conceitos e ideias principais, oportunizando ao leitor um entendimento geral da pesquisa mesmo lendo os artigos separadamente.

Para buscar respostas às indagações, a metodologia não foi construída a priori, mas sim, no decorrer do processo, a partir das avaliações e reflexões dos resultados obtidos com os trabalhos anteriores, justificando, assim, a pluralidade metodológica utilizada e descrita em cada um dos artigos separadamente.

Dessa forma, o primeiro artigo intitulado “*Promovendo a aprendizagem sobre fungos por meio de atividades práticas*” foi desenvolvido a partir de uma oficina de aulas práticas sobre fungos, com alunos do Ensino Fundamental de uma das escolas vinculadas ao PIBID. Nesse trabalho, buscamos discutir como diferentes atividades são capazes de possibilitar aos estudantes uma visão abrangente e científica sobre os fungos e a sua importância no contexto científico-social, econômico e ambiental. Tal artigo encontra-se publicado na revista *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial II, 2014, p. 798–805.

A partir dos bons resultados de aprendizado dos alunos, obtidos com a oficina de aulas práticas sobre fungos, planejamos um curso de formação continuada sobre aulas Experimentais de Microbiologia com professores de Ciências da Educação Básica, para que esses pudessem ser multiplicadores dessa metodologia.

Escolhemos como estratégia a aula prática experimental, como forma de qualificar a aprendizagem de conhecimentos de microbiologia, pois acreditamos no seu potencial como instrumentalizadora desse conhecimento e por ser uma modalidade de aula prática que os professores normalmente validam, mas sentem-se inseguros, além disso, são cruciais para o ensino dos micro-organismos. Esse trabalho resultou no primeiro manuscrito descrito nesse documento intitulado “*Ensino de microbiologia para educação básica no contexto da formação continuada*”, submetido à Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias no dia 03 de novembro de 2015.

Após a vivência com os professores, resolvemos retornar à escola com intuito de vivenciar a realidade no ambiente escolar, entender as concepções dos estudantes e, assim, buscar alternativas para superar as dificuldades apontadas pelos professores. Neste trabalho, exploramos a eficácia da experimentação como proposta pedagógica no aprendizado dos estudantes, no ambiente escolar. Assim foi escrito o segundo manuscrito, intitulado “*Experimentação melhora a aprendizagem de microbiologia no ensino fundamental*”, aceito para publicação na revista *Contexto & Educação*.

Devido aos resultados deste artigo mostrarem melhora no entendimento dos alunos acerca do tema, surgiu o questionamento de como esse aprendizado se processa em longo prazo. Dessa forma, o terceiro manuscrito, em fase de submissão, teve intuito de verificar se

os principais conceitos discutidos durante a oficina Micromundo, no 6º ano, continuavam a fazer parte da estrutura cognitiva dos estudantes quando estes estavam no 8º ano escolar.

Após os artigos/manuscritos, é apresentada uma discussão que articula os resultados dessa pesquisa com a literatura disponível, além de considerações pessoais, salientando as repercussões dessa pesquisa para aprimorar o ensino de Ciências, especificamente Microbiologia no Ensino Fundamental. A Cartilha desenvolvida durante o trabalho com os professores e utilizada pelos alunos “Desvendando o Micromundo: Os Seres Invisíveis” encontra-se anexada a este documento.

1.2 JUSTIFICATIVA

Os microrganismos permeiam o cotidiano de todos os cidadãos, tendo isso em vista é imperativo educar os jovens para compreendê-la. É da escola a função de conduzir o aluno para que se aproprie criticamente do saber científico sobre os microrganismos, alicerçado pelo saber prévio, para que este exerça sua cidadania de forma ética e participativa.

Para que os estudantes desenvolvam a capacidade de interpretação crítica de fenômenos naturais, sociais e experimentais envolvendo o mundo microbiano, os mesmos precisam apossar-se de alguns conhecimentos básicos, sem os quais não é possível a leitura desses fenômenos. Na escola, as temáticas envolvendo os microrganismos perpassam vários conteúdos do Ensino Fundamental e Médio. No entanto, o ensino dos conceitos alicerçadores dessa ciência tem se mostrado desafiador, principalmente por ser uma ciência abstrata com personagens invisíveis ao olho humano desarmado. A abordagem expositiva, estritamente teórica, descontextualizada, privilegiando a memorização de conteúdos torna sua aprendizagem difícil e desinteressante. A bibliografia acerca desse tema concorda que parte do desinteresse com o ensino de microbiologia advém da falta de abordagem experimental durante a formação dos professores e da falta de recursos das escolas para manutenção de laboratórios de Ciências adequadamente equipados (AZEVEDO e SODRÉ, 2014; ALBUQUERQUE, BRAGA e GOMES, 2013; BÔAS, JUNIOR e MOREIRA, 2014; CASSANTI, 2008).

As dificuldades no ensino de Ciências são confirmadas pelos resultados do Programa de Avaliação Internacional de Estudantes (PISA). Esse programa é vinculado à Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), que avalia o desempenho de estudantes de 15 a 16 anos de idade em Leitura, Matemática e Ciências. A sexta edição (2015) teve, pela segunda vez, o letramento científico como foco da avaliação e seus resultados não

são animadores. Conforme os resultados descritos pela OCDE (2016), nesta área do conhecimento, o desempenho dos alunos brasileiros está abaixo da média dos alunos dos outros países participantes (com média brasileira 23% menor) e não apresenta evolução significativa quando comparado com a última avaliação realizada em 2006.

Portanto, é premente a necessidade de buscar alternativas para a melhoria dos processos educacionais nos ambientes escolares. Pensamos que o desenvolvimento de diferentes estratégias pedagógicas, que promovam um ensino contextualizado, participativo e cativante, possa despertar o interesse dos estudantes na busca pelo conhecimento. Assim, é importante disponibilizar localmente aos docentes, cursos que visem qualificar o ensino de ciências, principalmente a partir das constatações reais das deficiências do grupo de professores engajados na formação continuada. Salientamos ainda que a região de Palmeira das Missões, onde o presente trabalho foi desenvolvido, é carente de investigações e ações dessa natureza, o que torna este estudo ainda mais relevante no contexto social em que se encontra.

1.3 PROBLEMÁTICA

Ensinar sobre Microrganismos tem sido um desafio na Educação Básica. O mundo microbiológico pode ser abstrato para alguns professores, já que nem todos os cursos de formação se ocupam do seu ensino. Estes, com dificuldades na elaboração de estratégias didáticas diferenciadas, acabam promovendo um ensino descontextualizado, teórico e livresco, dificultando a aprendizagem. Com este tipo de ensino, muitos estudantes apresentam concepções incompletas e/ou incoerentes do conhecimento científico e, conseqüentemente, não são capazes de interpretar fenômenos cotidianos relacionados à microbiologia.

A reflexão sobre este tema e a inquietação que promove em relação ao ensino sobre os microrganismos na Educação Básica, resultou no seguinte problema de estudo: A aula experimental é capaz de contribuir para mudar o atual cenário em que se dá o ensino sobre Microrganismos na Educação Básica?

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral

Investigar o potencial das aulas experimentais no desenvolvimento de habilidades cognitivas dos estudantes e na qualificação do ensino de microbiologia na Educação Básica.

1.4.2 Objetivos específicos

- 1 - Investigar a utilização de aulas experimentais e explorar as dificuldades dos professores na realização dessa metodologia para o Ensino sobre Microrganismos na Educação Básica;
- 2 – Investigar as concepções dos professores e estudantes sobre os microrganismos;
- 3 - Verificar o potencial de um curso de formação continuada, sobre aulas experimentais sobre microrganismos, na qualificação da prática pedagógica dos professores;
- 4 - Analisar a efetividade das aulas experimentais no aprendizado dos estudantes sobre os microrganismos e no desenvolvimento de habilidades cognitivas e, no contexto escolar;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 MICROBIOLOGIA

A microbiologia é a ciência que estuda os microrganismos e suas relações. Fazem parte do grupo de microrganismos, aqueles seres que, salvo algumas exceções, não são vistos a olho nu. São eles organismos procariontes (bactérias, arqueobactérias), eucariontes (fungos, algas microscópicas e protozoários) e acelulares (vírus). Os microrganismos foram as primeiras formas de vida na terra a exibirem características básicas de sistemas vivos. Entretanto, seu estudo é relativamente recente, pois iniciou a partir da invenção do microscópio e das observações feitas por Antonie van Leeuwenhoek (1632 –1723) e Louis Pasteur (1822 –1895), no século XVII e XVIII (MADIGAN, MARTINKO e CLARK, 2010; TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

Todos os organismos, desde uma simples bactéria até mamíferos complexos, provavelmente evoluíram a partir de um ancestral celular comum. A árvore filogenética mostra as relações evolutivas entre as três principais linhagens de organismos e sua organização. Atualmente, é realizada por meio das análises de sequências de DNA e proteínas reagrupando os seres vivos por semelhanças moleculares (LODISH, 1995). As macromoléculas que formam os ribossomos, particularmente *RNAs ribossomais* (RNAr) são excelentes ferramentas para determinar relações evolutivas. Filogenias virais também foram determinadas, entretanto, como estes são desprovidos de ribossomos, outras moléculas foram utilizadas para verificar as relações evolutivas (MADIGAN, MARTINKO e CLARK, 2010).

A árvore filogenética da vida claramente sustenta a observação de que os microrganismos eucarióticos foram os ancestrais dos organismos multicelulares, pois os eucariontes microbianos ramificaram-se precocemente na linhagem eucariótica. Dentre outros fatores, a análise do RNAr das mitocôndrias e cloroplastos revelou que estas organelas foram células bacterianas de vida livre, que adotaram uma existência intracelular em células eucarióticas. Ao longo de quatro bilhões de anos, a vida microbiana sofreu alterações evolutivas que levaram à diversidade de espécies existentes e ao alto grau de complexidade dos organismos modernos (MADIGAN, MARTINKO e CLARK, 2010).

Graças a essa diversidade genética, eles estão presentes em qualquer lugar da Terra capaz de sustentar a vida. Isso inclui ambientes com os quais estamos familiarizados, mas também outros considerados inóspitos, onde outras formas de vida não sobreviveriam, estes

são chamados extremófilos. A esterilidade em qualquer tipo de amostra natural é muito rara (TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

2.1.1 Bacteria e Archeobacteria

Os dois Domínios, *Bacteria* e *Archeas*, compreendem uma enorme diversidade de procariotos. As principais diferenças entre eles estão relacionadas à composição da parede celular e variações genéticas.

No Domínio *Bacteria* estão incluídos procariontes com peptidoglicano em sua parede celular, com lipídios de membrana cujas cadeias de carbono lineares estão ligadas ao glicerol por ligação éster, com formilmetionina como primeiro aminoácido da síntese de proteínas, entre outras diferenças ao nível de RNA. Além disso, todos os causadores de doenças e milhares de espécies não patogênicas pertencem a este Domínio. O Domínio *Archeas* inclui procariontes que não têm peptidoglicano nas suas paredes, que tem em sua membrana lipídios compostos de cadeias lineares ligadas ao glicerol por ligação éter, que o primeiro aminoácido da síntese de proteínas é a metionina. Todas as *Archeas* conhecidas atualmente são extremófilas e realizam processos metabólicos incomuns (MADIGAN, MARTINKO e CLARK, 2010).

As células procariontes, podem se apresentar de diversas formas, sendo as mais comuns os cocos, os bacilos e os espirilos. Algumas têm formas não tão comuns como as espiroquetas, apendiculadas, filamentosas, vibriões, quadradas, estrelares. Ainda existem variações dentro dessas formas, como por exemplo, bacilos finos, largos, curtos, longos, bordas retas ou arredondadas. As células de várias espécies procarióticas permanecem unidas em grupos chamados de arranjos, que frequentemente são característicos de determinados gêneros (MADIGAN, MARTINKO e CLARK, 2010). A morfologia celular não é característica trivial das células procariontes, ela corresponde a uma característica geneticamente direcionada, evolutivamente selecionada, a fim de maximizar a adequação da espécie a um habitat particular (YOUNG, 2003).

O tamanho desses seres varia muito, desde 0,2 micrômetros de diâmetro e volume de 0,005 micrômetros cúbicos (*Mycoplasma pneumoniae*), com tamanho de até 750 micrômetros de diâmetro e 200.000.000 micrômetro cúbicos (*Thiomargarita namibiensis*). A dimensão média dos procariotos está em torno de 1 a 2 micrômetros de diâmetro por próximo a seis micrômetros de comprimento (TORTORA, FUNKE e CASE, 2012). A vantagem em ser uma

célula pequena é que apresenta uma maior razão superfície-volume facilitando a troca metabólica, reprodução e adaptação às mudanças ambientais.

A maioria das bactérias reproduz-se assexuadamente, por divisão binária, entretanto são capazes de transferir genes por conjugação, transdução ou transformação que aumentam a variabilidade genética deste grupo. Muitos procariotos multiplicam-se rapidamente, alguns têm um tempo de geração em torno de 20 minutos, como é o caso da *Escherichia coli*. Vários fatores, físicos e químicos, interferem na velocidade de reprodução. O conhecimento desses fatores tem sido utilizado para promover ou impedir o crescimento microbiano (TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

2.1.2 Fungos

Durante muito tempo os fungos foram considerados vegetais e, somente a partir de 1969, passaram a serem classificados em um reino à parte denominado Reino *Fungi*. Os fungos pertencem ao Domínio *Eukarya*, é um grupo grande, diverso e amplamente disseminado de organismos; entre eles, bolores, cogumelos e leveduras. Os habitats dos fungos são diversos, habitam o solo ou mesmo a matéria orgânica desempenhando um papel importante na mineralização do carbono orgânico. Inúmeras espécies são parasitas de plantas e animais, outras estabelecem associações simbióticas com várias plantas auxiliando-as na aquisição de minerais a partir do solo. Muitas espécies beneficiam os seres humanos tendo seus produtos metabólicos utilizados na indústria alimentícia e farmacêutica (DIGHTON, 2016).

Os fungos são quimio-organotróficos, a maioria é aeróbio ou anaeróbio facultativo. Secretam enzimas extracelulares que digerem compostos orgânicos complexos em seus constituintes monoméricos, estes são absorvidos pela célula fúngica e utilizados como fontes de energia, carbono e outros nutrientes (TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

A reprodução da maioria dos fungos é assexuada, por brotamento, crescimento e disseminação de hifas e produção de esporos assexuais. Alguns, em alguma fase do ciclo de vida, produzem esporos como resultado de reprodução sexuada. Normalmente os esporos fúngicos são resistentes à desidratação, aquecimento, congelamento e a alguns agentes químicos (MADIGAN, MARTINKO e CLARK, 2010).

Das mais de 100 mil espécies de fungos já descritas na literatura, apenas cerca de 200 são patogênicas para os homens e animais. Muitas doenças de plantas são causadas por fungos, trazendo grandes prejuízos econômicos. Os fungos também trazem muitos benefícios,

por serem decompositores são importantes na cadeia alimentar reciclando elementos vitais. Além disso, muitas plantas dependem de simbioses com fungos, conhecidas como micorrizas. Os fungos também são utilizados pelos homens na indústria alimentícia e farmacêutica (MADIGAN, MARTINKO e CLARK, 2010; DIGHTON, 2016; TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

2.1.3 Protozoários

Os protozoários são eucariontes unicelulares, quimio-heterotróficos, aeróbios, embora alguns hospedeiros intestinais sejam capazes de viver em anaerobiose. Habitam ambientes aquáticos e terrestres e no estágio de trofozoíto, alimentam-se de bactérias e pequenas partículas nutrientes. Alguns protozoários fazem parte da microbiota normal dos animais. Existem cerca de 20.000 espécies de protozoários, e um número relativamente pequeno provoca doenças em humanos, no entanto, possuem um grande impacto econômico e na saúde (NEVES, 2004).

Apresentam formas variadas, diferentes maneiras de locomoção e reprodução. Alguns são ciliados, outros flagelados e alguns não possuem organelas locomotoras especializadas. Sua reprodução assexuada é por fissão, brotamento ou esquizogonia e algumas espécies se reproduzem sexuadamente por um processo denominado conjugação. Em condições adversas algumas espécies são capazes de produzir uma cápsula protetora denominada cisto. Este permite ao protozoário viver no ambiente até encontrar um novo hospedeiro (NEVES, 2004).

2.1.4 Algas

As algas são eucariontes fotoautotróficos, originaram-se do englobamento e retenção de cianobactérias por uma célula eucariótica heterotrófica. A maioria é aquática, ainda que algumas sejam encontradas no solo ou sobre árvores, desde que exista umidade suficiente. A disponibilidade de água, nutrientes apropriados e comprimento de onda da luz são fatores decisivos para definição de seu habitat (MADIGAN, MARTINKO e CLARK, 2010).

São organismos relativamente simples que não possuem os tecidos (raízes, caules e folhas) típicos de plantas e sua identificação requer exame microscópico. Todas as algas se multiplicam por reprodução assexuada, as unicelulares por mitose e as multicelulares podem fragmentar seus filamentos. Algumas espécies, em diferentes condições, podem se reproduzir sexuadamente, garantindo a diversidade genética do grupo. Têm importante papel na

natureza, fixam o dióxido de carbono em moléculas orgânicas que podem ser consumidas pelos químio-heterotróficos, por isso são importantes na cadeia alimentar aquática. O oxigênio molecular (O_2) é um subproduto de sua fotossíntese (TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

2.1.5 Vírus

Os vírus são entidades infecciosas submicroscópicas e parasitas intracelulares obrigatórios. O que diferencia os vírus de outros grupos de agentes infecciosos é sua organização estrutural simples e seus mecanismos de multiplicação. São entidades acelulares, contém um único tipo de ácido nucleico, DNA ou RNA e dependem completamente da maquinaria celular para replicação (TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

Os vírus têm um espectro de hospedeiro bastante amplo, ou seja, pode infectar células de animais, vegetais, protozoários, fungos e bactérias. No entanto a maioria é espécie-específico, e esta especificidade está relacionada com a disponibilidade de fatores celulares no hospedeiro, necessários para a replicação viral (TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

2.1.6 Importância dos microrganismos

A indústria está cada vez mais confiante na geração de produtos a partir de microrganismos, tais como antibióticos e diferentes enzimas que melhoram o nosso mundo e salvam vidas. Os microrganismos são domesticados usando as ferramentas da biologia molecular para produção de novos materiais. A indústria biotecnológica emprega microrganismos e vírus em inúmeros processos, incluindo a terapia gênica, produção de material biodegradável, produção de medicamentos, produção de alimentos, melhoramento de plantas. A microbiologia hoje tem sido usada extensivamente para melhorar a qualidade da vida humana (SCHAECHTER, KOLTER e RILEY-BUCKLEY, 2004).

Todavia, o papel dos microrganismos e a estrita dependência que a ecologia humana tem destes “seres invisíveis” não é facilmente perceptível mesmo entre as pessoas que estudam, ensinam ou trabalham com ciências.

Na natureza, determinados elementos químicos são reciclados durante os ciclos biogeoquímicos. Os microrganismos no solo são responsáveis por esses ciclos quando decompõem a matéria orgânica para reutilização do carbono, enxofre e nitrogênio pelos outros seres vivos. Esses também são capazes de degradar a matéria orgânica tão logo ela

chegue ao ambiente, entretanto material químico sintético como pesticidas, plásticos são resistentes à degradação pela maioria dos microrganismos (TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

A liberação de resíduos domésticos e industriais nos corpos aquáticos tem efeitos importantes na microbiologia aquática. Um grande número de microrganismos em um corpo de água, geralmente indica a presença de altos níveis de nutrientes nesse ambiente. Nos oceanos, existe uma diversidade microbiana ainda maior, bactérias fotossintéticas são abundantes e formam a base da cadeia alimentar, mas na medida em que a luz vai se tornando escassa e a temperatura vai baixando outros grupos vão tornando-se salientes, dentre eles, as metanobactérias. Águas subterrâneas passam por filtração que remove a maioria dos microrganismos. Assim, a água dos poços profundos e fontes geralmente não são poluídas. Entretanto quando fezes chegam até os corpos de água, essa põe em risco a saúde de quem a ingere. Muitas doenças são transmitidas pela via fecal-oral tais como a cólera, febre tifóide, rotavírus, hepatite A. Os testes indicados para determinar a qualidade microbiológica da água tem como base a presença de organismos indicadores, sendo os coliformes os mais usados. (TORTORA, FUNKE e CASE, 2012)

A água utilizada para consumo humano, após decantação, floculação do material coloidal e filtração é tratada com cloro para matar os microrganismos patogênicos remanescentes (MEYER, 1994; COLI, 2005). Para evitar a contaminação da água é necessário o tratamento dos resíduos líquidos, ou esgotos (VON SPERLING, 1996; TORTORA, FUNKE e CASE, 2012).

O corpo humano é habitado por uma grande diversidade de microrganismos, esse conjunto é chamado de microbioma humano. Um número cada vez maior de estudos tem correlacionado alterações na composição do microbioma com diversas doenças (obesidade, diabetes, distúrbios vaginais e bacterianos da pele, entre outros), levantando a possibilidade de que a manipulação destas comunidades pode ser usada para tratá-las (PARFREY, 2012; CONSORTIUM, 2012).

Os microrganismos que constituem o microbioma humano ou microbiota são adquiridos principalmente durante o nascimento (MA, FORNEY e RAVEL, 2012). A colonização da cavidade oral e o trato gastrointestinal se iniciam pela alimentação, pelo contato com outras fontes do ambiente e pessoas. Os tratos respiratório e urogenital são colonizados ao final de duas semanas de vida. Nesse período, o recém-nascido já comporta quase a totalidade de microrganismos que o acompanharão durante a vida adulta e aos três anos de idade o microbioma se estabiliza, entretanto algumas situações podem provocar

alterações desse microbioma (PARFREY, 2012). A microbiota intestinal, por exemplo, pode variar dependendo do tipo de alimentação, febre, antibioticoterapia, etc. (PENNA, 2000; URSELL, 2012; NELSON, 2015).

A microbiota humana desempenha diferentes funções, tais como: produção de substâncias com atividades antimicrobianas; contribuição nutricional - as vitaminas B e K, são produzidas por microrganismos intestinais e alguns ácidos graxos são produzidos por bactérias comensais da pele (PENNA, 2000); imunestimulação – a grande diversidade microbiana é capaz de induzir o sistema imunológico a produzir anticorpos específicos (KELLY e MULDER, 2012; KAU, 2011; NELSON, 2015).

Assim, a microbiota de um indivíduo é altamente diversa, dependente dos fatores aos quais este está exposto e desempenha função importante na manutenção de um organismo saudável, funcionando como um genoma adicional ao organismo que o suporta.

Em condições especiais, os microrganismos simbiotes podem causar doenças, assim sendo chamados de patógenos oportunistas (MADIGAN, MARTINKO e CLARK, 2010). Acredita-se que o aparecimento das Doenças Infecciosas Emergentes (EID) ocorra devido a fatores socioeconômicos, ambientais e ecológicos como uso de antibióticos e pesticidas, mudanças climáticas, viagens, falta de vacinação e melhoria nos sistemas de notificação. As EID são dominadas por zoonoses (60,3% da EID), a maioria (71,8%) tem origem em animais selvagens (por exemplo, o vírus Ebola), e aumentam significativamente ao longo do tempo (JONES, 2008). Os agentes etiológicos das doenças podem ser transmitidos do reservatório de infecção para um hospedeiro suscetível por três principais vias: contato, veículos ou vetores (SCHAECHTER, 2002).

Com o exposto até agora, pretendemos mostrar que a Microbiologia é a Ciência que estuda os microrganismos e seu papel no mundo. Seu ensino no ambiente formal ocorre dentro da disciplina de Ciências e deve oferecer aos alunos o entendimento dos seres vivos que fazem parte desse grupo, sua importância para a saúde humana e para a manutenção do equilíbrio ecológico, além das diversas aplicações e benefícios, tanto individuais quanto coletivos.

2.2 ENSINO SOBRE MICRORGANISMOS NA DISCIPLINA DE CIÊNCIAS

A democratização do ensino para os cidadãos brasileiros está clara no artigo 205 da Constituição Federal de 1988, cujo texto é

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (BRASIL, 1988).

O Plano Nacional de Educação (PNE) também apresenta metas estruturantes para a garantia do direito à educação básica com qualidade, que dizem respeito ao acesso, à universalização da alfabetização e à ampliação da escolaridade e das oportunidades educacionais (BRASIL, 2014).

A função social da educação assume a igualdade como pressuposto fundamental do direito à educação, sobretudo nas sociedades politicamente democráticas e socialmente desejosas de maior igualdade entre as classes sociais. A educação básica, dentro do artigo 4º da LDB 9394/96¹, torna-se um direito do cidadão e o dever do Estado é de atendê-lo mediante oferta qualificada (CURY, 2008; BRASIL, 2016). Todavia nas avaliações do PISA², desde 2003 até 2015, entre os 70 países integrantes da OCDE, o Brasil vem ocupando as últimas posições no ranking. Nas avaliações de Matemática oscilou entre o 57º e 66º; em leitura entre o 54º e 59º e em Ciências entre as posições 57º e 63º (OECD, 2016).

No Brasil, o ensino de Ciências passou a ter caráter obrigatório nas oito séries do primeiro grau, a partir de 1971, com a Lei no 5.692. Até a promulgação da Lei de Diretrizes e Bases da Educação de 1961, ministravam-se aulas de Ciências Naturais apenas nas duas últimas séries do antigo curso ginásial (BRASIL, 1998).

As Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Fundamental de nove anos (DCNs) incluem o ensino de Ciências da Natureza como componente curricular obrigatório (BRASIL, 2010). Segundo os PCNs³, na educação contemporânea, o ensino de Ciências da Natureza é uma das áreas em que se pode reconstruir a relação ser humano/natureza, contribuindo para o desenvolvimento de uma consciência social e planetária.

Observando as DCNs, o Rio Grande do Sul elaborou os Referenciais Curriculares para as escolas gaúchas, sendo que os mesmos abordam a importância do letramento científico para as pessoas serem consumidoras críticas de conhecimentos, desenvolvendo a habilidade

¹ LDB 9394/96 - Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional. Atualizada até 08/06/2016

² Programa Internacional de Avaliação de Estudantes (PISA) coordenado pela Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). O PISA avalia a proficiência de estudantes, na faixa de 15 anos de idade, em matemática, leitura e ciências. No Brasil, este programa é coordenado pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep).

³ Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs): foram documentos construídos para difundir os princípios da reforma curricular e orientar os professores na busca de novas abordagens e metodologias.

de analisar o tipo de conhecimento gerado e o seu modo de produção pela ciência (SEDUC-RS, 2009).

A escola é a instituição onde ocorre o ensino formal da disciplina de Ciências, tanto para incentivar os estudantes na busca pela carreira científica, o que garante a continuidade da ciência, como também para difundir e incorporar à sociedade, o conhecimento gerado a partir das produções científicas, permitindo que o mesmo seja avaliado ou usado conscientemente.

O aumento do conhecimento científico disponível, atualmente, cria um novo problema para a educação. O primeiro é que é impossível ensinar e aprender tudo, o segundo é definir o que é importante ensinar. Nesse contexto, ensinar diferentes habilidades cognitivas se torna um dos principais objetivos do ensino (DILEKLI e TEZCI, 2016).

Ensina-se Ciências para que os estudantes se transformem e tornem-se agentes de transformação da sociedade e do mundo (CHASSOT, 2006). Cachapuz et al (2005) descreve a importância crescente concedida à educação científica e tecnológica em diversas conferências, trabalhos e órgãos ligados ao tema ao redor do mundo, promovendo reformas educativas que contemplam a alfabetização científica e tecnológica como uma das principais finalidades. Para que problemas sociais e ambientais atuais sejam resolvidos, precisamos de uma geração de cidadãos cientificamente e politicamente alfabetizados, que não se contentem com o papel de "crítico da poltrona" (HODSON, 2003).

Os Referenciais Curriculares para as escolas gaúchas descrevem como função do Ensino de Ciências:

[...] formação de pessoas que possam participar e usufruir das oportunidades, das responsabilidades e dos desafios inerentes a uma sociedade na qual a influência da C&T se torna cada vez mais presente. Para isso, deve-se construir base sólida de noções, ideias, habilidades, conceitos e princípios científicos, garantindo que o aluno se familiarize com o mundo natural, reconheça sua diversidade e sua unidade e possa identificar e analisar processos tecnológicos implementados pela humanidade. Consideramos que tais fundamentos favorecem a tomada de decisões, por parte dos alunos, que sejam subsidiadas em informações e análises bem fundamentadas, afetando favoravelmente suas vidas e organizando um conjunto de valores mediado na consciência da importância de seu próprio aperfeiçoamento e no aperfeiçoamento das relações sociais e nas relações que travamos com a natureza e seus recursos (SEDUC-RS, 2009, p. 49).

Os termos alfabetização e letramento científico vêm sendo utilizados no Brasil de forma ampla e com sentidos variados, tanto nos documentos oficiais emitidos pelos diferentes órgãos quanto no âmbito acadêmico, nos livros didáticos e nas práticas pedagógicas.

A OCDE afirma que para um indivíduo ser cientificamente letrado, ele precisa:

[...] ter capacidade de usar o conhecimento científico para identificar questões e tirar conclusões baseadas em evidências, a fim de compreender e ajudar a tomar decisões sobre o mundo natural e as mudanças feitas a ele por meio da atividade humana (OECD, 2000, 2003).

O letramento científico é avaliado pelo PISA através de três competências: explicar fenômenos cientificamente; avaliar e planejar experimentos científicos e interpretar dados e evidências cientificamente. Tais competências exigem conhecimento de conteúdo, procedimental e epistemológico (OECD, 2015). Os resultados das avaliações em Ciências são distribuídos em uma escala de sete níveis de proficiência (1b, 1a, 2, 3, 4, 5 e 6). De acordo com a OCDE, os estudantes com proficiência no nível 1b provavelmente conseguem resolver as tarefas desse nível, mas têm baixa probabilidade de completar as dos níveis superiores da escala. O nível 6 inclui as tarefas mais desafiadoras em termos de conhecimentos e habilidades. Os estudantes com valores de proficiência localizados nesse nível têm alta probabilidade de realizar as tarefas desse e dos outros níveis da escala. O nível 2 é considerado o básico esperado para que o indivíduo seja capaz de participar plenamente da vida social, econômica e cívica das sociedades modernas em um mundo globalizado (OECD, 2016).

Na avaliação de Ciências do PISA 2015, a média geral da OCDE foi 493. A média mais alta, de 556, foi dos estudantes de Singapura. Os estudantes brasileiros ficaram com nota abaixo da média dos países participantes da OCDE, com 401 pontos, sendo que 56,6% dos participantes ficaram abaixo do nível 2 de proficiência. A percentagem de estudantes, acima deste nível foi de 43,2. Muito poucos alunos (0,02%) brasileiros têm alto desempenho em ciência (nível 6). O desempenho médio dos estudantes brasileiros melhorou desde 2006, quando era 390, atingindo seu auge em 2012 (405) e decaindo levemente no PISA mais recente (chegando a 401), resultados semelhantes ocorreram a outros países pertencentes ao grupo (OECD, 2016).

Como pontos fortes, os estudantes brasileiros, participantes do PISA, demonstram competência para explicar fenômenos cientificamente com conhecimento de conteúdo, em respostas do tipo múltipla escolha simples. Entretanto, os pontos fracos desses estudantes se encontram na competência de interpretar cientificamente dados e evidências com conhecimento procedimental em respostas do tipo aberta e múltipla escolha complexa (BRASIL, 2016).

O desempenho de um aluno brasileiro, de nível socioeconômico mais elevado, em Ciências é, em média, 27 pontos superiores ao de um aluno com um nível socioeconômico menor, o que equivale a aproximadamente ao aprendizado de um ano letivo. Entre os países da OCDE, a média é de 38 pontos. Agravando esse quadro, o Brasil tem um percentual de 43% de alunos entre os 20% mais desfavorecidos na escala internacional de níveis

socioeconômicos do PISA, uma parcela muito superior à média de 12% de alunos nesta faixa entre os países da OCDE (BRASIL, 2016).

Nessa conjuntura, é urgente a necessidade de renovar o ensino de Ciências. Embora muito tenha sido alcançado, ainda há motivos para preocupação. Muitos estudantes ainda não aprendem muito do que é essencial: seu conhecimento científico e sua capacidade de usar esse conhecimento de forma efetiva ficam aquém de nossas intenções. Sua compreensão da natureza e dos métodos da ciência são muitas vezes incoerentes, distorcidas e confusas. A motivação para a ciência que é tão aparente nos primeiros anos de escolaridade, muitas vezes se dissipa a medida que os alunos progridem na escola, levando muitos a abandonar a ciência na primeira oportunidade (HODSON, 2003). Visões empobrecidas e distorcidas da ciência geram desinteresse dos estudantes, além de gerarem obstáculos para sua aprendizagem (CACHAPUZ, CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2005).

A distância entre as expectativas e a realidade da contribuição da educação científica para a formação de cidadãos conscientes tem redirecionado a atenção dos pesquisadores para a educação científica com intuito de promover mudanças no ensino de Ciências.

Pesquisadores têm buscado investigar as concepções epistemológicas sobre Ciências e têm percebido que professores e cidadãos apresentam visão inadequada e mesmo incorreta da ciência (PÉREZ et al, 2001). O conhecimento científico é considerado individualista e elitista, atóxico, rígido, algorítmico e infalível, aproblemático e ahistórico, acumulativo (BRASIL, 1998). Tais concepções aparecem associadas entre si, como exteriorização de uma imagem da ciência, que tem sido socialmente aceita e expressa pela maioria dos professores. Assim, a imagem de Ciências, tida pelos docentes, não se distancia muito daquela expressada por qualquer cidadão. Obter um melhor entendimento da atividade científica é de extrema importância, principalmente para aqueles responsáveis pela educação científica de futuros cidadãos (CACHAPUZ, CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2005).

Nas últimas décadas, a formação de professores, os currículos e programas instituídos, as características das disciplinas que os compõem, os conteúdos a serem trabalhados nessas disciplinas e as propostas de mecanismos de avaliação, foram sendo cada vez mais analisados e estruturados (NARDI e ALMEIDA, 2016). Várias propostas metodológicas surgiram a partir de pesquisas acerca do processo de ensino e aprendizagem, muitas reunidas sob a denominação de construtivismo (BRASIL, 1998).

O reconhecimento do aluno como sujeito responsável pelas suas aprendizagens e construtor do seu conhecimento é devido, principalmente, ao modelo piagetiano. As concepções construtivistas, de que as preconcepções orientam e determinam a compreensão

dos alunos, impactaram fortemente o ensino de ciências (PIAGET e DELVAL, 1970). Promover a (re)construção do conhecimento a partir de conflitos entre os construtos pessoais e científicos torna-se necessário (AUSUBEL, NOVAK e HANESIAN, 1978). Entretanto, fomentar esse processo de reconstrução de conhecimento do aluno não é tarefa fácil para o professor.

Embora, atualmente, sejam as perspectivas-cognitivo construtivistas as que mais influenciam as concepções de ensino-aprendizagem nas Ciências, ainda existem, embora de forma dissimulada, algumas tendências que privilegiam o ensino por transmissão de saberes.

Segundo os PCNs, embora diversas propostas tenham tentado renovar conteúdos e métodos, poucas chegam às salas de aula, onde, na realidade, persistem velhas práticas (BRASIL, 1998).

Para concretizar um ensino investigativo, ligado a conteúdos do cotidiano e interesses pessoais do aluno, são necessárias mudanças de atitudes, de processos e de metodologias, que cabe ao professor promover (VASCONCELOS, PRAIA e ALMEIDA, 2003). Assim, a transdisciplinaridade, a abordagem de situações problema, a importância do pluralismo metodológico e a necessidade de uma avaliação formadora são aspectos a desenvolver e a mobilizar por esta nova perspectiva de ensino (CACHAPUZ, CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2005). Contudo, o desafio está instalado: de que sociedade precisamos, que escola precisamos ter, como serão os professores para nela atuar?

Em diversas pesquisas, buscando entender as concepções dos estudantes sobre os microrganismos, têm-se observado a existência de lacunas, obstáculos, concepções incompletas e/ou incoerentes sobre o conhecimento científico, aspectos que tornam impossível interpretar os fenômenos relacionados ao tema (ALBUQUERQUE, BRAGA e GOMES, 2013; AZEVEDO e SODRÉ, 2014; BODELIER, 2011; BRUM e DA SILVA, 2015; BYRNE e SHARP, 2006; CARVALHO, MAFRA e LIMA, 2015; CARNEIRO, 2012; DE ARAÚJO e DO NASCIMENTO, 2013; JONES e RUA, 2006; SILVA e BASTOS, 2012).

O conhecimento dos estudantes, de diferentes idades, acerca desses seres vivos, provém principalmente de suas experiências cotidianas ou influência da mídia, sendo concepções negativas as mais evidenciadas. Essas concepções também estão presentes naqueles estudantes que já tiveram a oportunidade de estudar esse “conteúdo” na educação formal. (CARVALHO, MAFRA e LIMA, 2015; PAULA, 2011; MAFRA, LIMA e CARVALHO, 2013; AZEVEDO e SODRÉ, 2014; ALBUQUERQUE, BRAGA e GOMES, 2013).

Em uma pesquisa feita com professores de Ciências e agentes de saúde, somente 40% dos professores afirmaram que as bactérias são encontradas em todos os locais propostos (solo, água, ar, dentro de animais e em plantas) e apenas 20% dos agentes de saúde compartilham esses conhecimentos (DE ARAÚJO e DO NASCIMENTO, 2013). Já em outro trabalho, enfatizando a relação dos microrganismos com o corpo humano, realizado com alunos do Ensino Fundamental, quando estes foram questionados sobre os lugares onde os microrganismos são encontrados no corpo humano, eles responderam que estão presentes em órgãos externos como: pele, unhas, pés e mãos e no interior do corpo: sangue, saliva, vias respiratórias, dentes e intestino (ZOMPERO, 2009).

Outro estudo, sobre conceito de microrganismos, realizado com alunos de terceiro ano do Ensino Médio, evidenciou a falta de entendimento dos mesmos (48% dos entrevistados) a respeito dos microrganismos e de sua importância para o ser humano (ALBUQUERQUE, BRAGA, e GOMES, 2013). Esses dados concordam com estudo de AZEVEDO e SODRÉ, (2014), em que 44% das respostas dos alunos do 3º ano do Ensino Médio não demonstraram conhecimento científico abrangente do conceito de microrganismos. Neste mesmo estudo, os estudantes não souberam a classificação biológica dos organismos microscópicos e nem reconheceram os microrganismos como seres vivos.

Concepções de bactérias e doenças de veiculação hídrica também foram relatadas a partir de um grupo de agentes de saúde e professores. Os resultados revelaram que os dois grupos entendem a relação entre água contaminada e doenças. Entretanto, nem todos souberam conceituar bactérias, identificar sua ubiquidade e saber que nem todas causam doenças (DE ARAÚJO e DO NASCIMENTO, 2013). Nesse contexto, uma pesquisa identificou que 45% dos estudantes avaliados pensam que a cárie é causada por vermes e não por bactérias (BRUM e SCHUHMACHER, 2014). Alguns desses estudos relatam resultados contraditórios, que pode ser explicado por serem grupos em contextos sociais diferentes. O que salienta a importância da realização de ações locais para melhorar o Ensino de Ciências.

Essas concepções podem ser consideradas lacunas, ou mesmo ponto de partida para a compreensão do tema, pois devido a sua característica “invisível”, os microrganismos são entidades abstratas e, em grande parte, ausentes na conceituação da natureza (BARBERÁN, 2016), por isso precisamos incorporá-los nestas narrativas. Não obstante, apesar da sua relevância, o seu ensino tem sido falho, uma vez que os alunos demonstram apenas conhecimento de senso comum e não são capazes de explicar o mundo microbiano ao seu redor usando os óculos da ciência (BYRNE e SHARP, 2006; CARNEIRO, 2012; SILVA e

BASTOS, 2012; MAFRA, LIMA e CARVALHO, 2013; CÂNDIDO, SANTOS e MEDEIROS, 2015).

Oda e Delizoicov (2011) buscaram entender como a Microbiologia é trabalhada em cursos de formação de professores no Brasil, por meio da exploração das ementas e planos de ensino em quatorze diferentes universidades públicas. Neste estudo observaram que uma das principais características deste ensino é a descontextualização dos conteúdos.

[...] a disciplina de microbiologia tem forte viés médico, abordagem disciplinar e conceitual, ausência de história e filosofia das ciências nos conteúdos propostos e concepções de ensino pouco afinadas com as orientações dos documentos oficiais, particularmente os referentes às licenciaturas... (ODA & DELIZICOV, 2011)

Apesar do discurso construtivista, muitos professores ainda praticam exclusivamente a transmissão do saber que consta nos livros, tendo como único recurso o quadro, o giz e o livro didático (LAJOLO, 1996; NETO e FRACALANZA, 2003). Essas estratégias são insuficientes em assegurar que os aprendizes realmente aprendam os conceitos científicos e saibam usa-los (LABURÚ, ARRUDA e NARDI, 2003). As dificuldades de compreensão do conteúdo e falta de estrutura das escolas foram relatadas serem as principais dificuldades dos professores no ensino de microbiologia (AZEVEDO e SODRÉ, 2014; SILVA e BASTOS, 2012).

2.3 FORMAÇÃO DE PROFESSORES

A formação de professores da Educação Básica tem sido objeto de reflexões e tornou-se prioridade na Educação Brasileira, principalmente, a partir da aprovação da LDB. A partir de então, o país tem formulado diversos diplomas legais que disciplinam a formação inicial dos professores (Parecer CNE/CP 09/2001; Resolução CNE/CP 01/2002 e Resolução CNE/CP 01/2006). Essa formação tem acontecido principalmente nas universidades, com intuito de garantir conhecimentos teóricos sólidos, vínculo à pesquisa, relação ao cotidiano dos espaços educacionais, além de possibilitar a troca de experiências e conhecimento entre diversas áreas (DE MELLO e CURY, 2014).

Principalmente, durante os cursos de formação inicial são constituídos os saberes profissionais dos futuros docentes. Nestes cursos, o ensino das disciplinas das diferentes áreas disciplinares é organizado de modo fragmentado, sobretudo entre as disciplinas chamadas de específicas e as pedagógicas. Em um trabalho de análise de cursos de licenciatura em todo o país, Gatti e Nunes (2009) observaram que, na maior parte dos ementários analisados, não

houve articulação entre as disciplinas específicas e pedagógicas, embora as pedagógicas apareçam, na maior parte dos currículos, desde o início do curso. Provavelmente isto esteja relacionado ao processo de formação dos formadores que é baseado na autoformação e em saberes alicerçados na experiência e no autodidatismo (RODRIGUES, DEÁK e GOMES, 2016).

Os professores entendem que precisam de formação adequada, entretanto não demonstram consciência das suas insuficiências, pois expressam concepções espontâneas do ensino e pouca familiaridade com as contribuições da pesquisa e inovação didática (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2011, p. 14).

Muitos autores vêm discutindo sobre os saberes necessários à formação docente (TARDIFF, 2014; SHULMAN, 1986; CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2011). 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. Baseado nessa premissa, o autor caracteriza os saberes docentes em: saber curricular, saber experiencial, saber da formação profissional e saber disciplinar. Perrenoud (2000) elenca dez áreas de competência fundamentais para o saber docente, que são: organizar e animar situações de aprendizagem; gerir a progressão da aprendizagem; conceber e fazer evoluir dispositivos de diferenciação; envolver os alunos em sua aprendizagem e seu trabalho; trabalhar em equipe; participar da gestão da escola; informar e envolver os pais; servir-se das novas tecnologias; enfrentar os deveres e os dilemas éticos da profissão e gerir sua própria formação contínua.

Ainda sobre os elementos fundamentais ao exercício da profissão docente, Carvalho e Gil-Pérez (2011) elencaram oito elementos que são: conhecer a matéria a ser ensinada; saber preparar atividades; saber dirigir a atividade dos alunos; saber avaliar, aprender a pesquisar e utilizar resultados de pesquisas; conhecer e questionar o pensamento docente espontâneo; adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem de Ciências; saber analisar criticamente o ensino. Estas competências e habilidades devem ser desenvolvidas tanto nos cursos de formação inicial, quanto nos de formação continuada.

Dentre os saberes necessários à docência, um sólido conhecimento do conteúdo a ser ensinado é de fundamental importância. Cunha e Krasilchik (2000) desenvolveram uma pesquisa em que professores ministravam cursos para outros professores. Os professores ministrantes, não percebendo as próprias lacunas, mostraram-se assustados com as deficiências de conteúdos de seus colegas e com o passar do tempo de curso identificaram neles, as mesmas lacunas. A colaboração entre os pares permite ao professor, ver nos outros

as mesmas dificuldades que ele tem e isso traz efeitos positivos. O apoio fornecido pelo grupo fomenta o desenvolvimento cognitivo, mas especialmente o afetivo. Neste mesmo trabalho, constataram que as pesquisas sobre concepções alternativas, embora já cubram um amplo espectro de conteúdos, não chegam até os professores e, quando chegam, não determinam nenhuma reflexão e conseqüentemente nenhuma mudança em suas práticas. Recomendam que os cursos para o Ensino Fundamental sejam organizados nas escolas, abrangendo conteúdos específicos, conciliando atividades transponíveis para a sala de aula e fundamentação teórica.

Muitos trabalhos, que investigam a influência do conhecimento disciplinar, relatam que a carência de conhecimento da matéria a ser lecionada afeta diretamente a aprendizagem do aluno, já que o professor não consegue desenvolver atividades inovadoras, transformando-se num mero transmissor dos conteúdos do livro didático (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2011).

Nessa perspectiva, os cursos de formação continuada têm o papel de garantir a atualização dos professores e de suprir deficiências dos cursos de formação (CUNHA e KRASILCHIK, 2000). A tomada de consciência dos problemas educacionais pelo professor evolui na medida em que este amplia e aprofunda a sua compreensão sobre os aspectos envolvidos com o lecionar. Procurar por diferentes visões teóricas, é uma atitude produtiva, pois elas podem trazer relevantes contribuições à compreensão do fenômeno educativo. Um professor deve entender que cada aluno, cada sala de aula, cada momento é um desafio complexo onde pode haver situações imprevisíveis. Ao adotar uma postura que promova a prática pluralista estará defendendo uma forma mais eficiente para dar conta das metamórficas, complexas e heterogêneas condicionantes envolvidas com a sala de aula. (LABURÚ, ARRUDA e NARDI, 2003).

A preparação dos futuros professores tem sofrido críticas quanto à sua efetividade (CARVALHO e GIL-PÉREZ, 2011; SCHNETZLER, 2000; SILVA e SCHNETZLER, 2001). Segundo Carvalho e Gil-Pérez (2011), há necessidade de um profundo conhecimento da matéria a ser lecionada, mas principalmente a integração do saber científico com a apropriação de uma concepção do ensino/aprendizagem das Ciências e também com a prática pedagógica. Para uma formação docente mais adequada, faz-se necessário que tal problema seja resolvido, entretanto na realidade da formação inicial atual, ter profundo conhecimento de todos os “conteúdos” a serem lecionados, diante de cursos de formação inicial tão generalistas, é realmente uma tarefa difícil.

No currículo das Ciências Biológicas, o ensino da Microbiologia também necessita de propostas inovadoras. Além do ensino dos conteúdos microbiológicos, metodologias

diversificadas e apropriadas para o seu ensino devem ser priorizados. Os futuros professores só serão capazes de superar o padrão de aula desinteressante, que hoje está presente na maioria das escolas, a partir do momento em que começarem a ser instigados a fazê-lo.

2.4 ALTERNATIVAS METODOLÓGICAS E AULA EXPERIMENTAL

A eficácia do processo de ensino é resultado do agir do professor, que de forma organizada, planeja e desenvolve suas aulas conjugando os objetivos, os conteúdos e os métodos. O professor, ao dirigir e estimular o processo de ensino em função da aprendizagem dos alunos utiliza intencionalmente um conjunto de ações, passos, condições externas e procedimentos, a que chamamos método de ensino (LIBÂNEO, 2011, p. 150).

A escolha do método de ensino depende dos objetivos, do conteúdo, do grupo, do tempo, dos recursos disponíveis, assim como dos valores e convicções do professor. Todos esses fatores são colocados na sala de aula e influenciam o aprendizado, bem como a decisão do emprego da estratégia metodológica para o ensino.

Os Referenciais Curriculares para escolas gaúchas expõem que para que os conhecimentos científicos sejam compreendidos pelos alunos é necessário desenvolver algumas habilidades frequentemente associadas à área de Ciências da Natureza (SEDUC-RS, 2009), tais como:

- a) observar o ambiente com o planejamento de saídas de campo;
- b) coletar e organizar material, classificando-o por categorias ou temas;
- c) planejar e executar pesquisas, a partir de situações-problema, nos moldes das Ciências;
- d) elaborar projetos, considerando a definição do problema, hipótese, objetivos, metodologia, obtenção e análise dos resultados, conclusões, comunicação e intervenção;
- e) realizar experiências e usar instrumentos de observação (microscópio) e de medida (termômetro, balança, cronômetro, etc.), com registro dos dados para posterior análise e sistematização;
- f) analisar criticamente notícias da mídia com base em conhecimentos científicos;
- g) debater temas polêmicos e atuais, sobre os quais os alunos possam argumentar e tomar decisões qualificadas, bem como respeitar as opiniões divergentes;
- h) levantar hipóteses sobre determinado fato, fenômeno ou para a solução de um problema;
- i) apresentar os resultados obtidos nas pesquisas e projetos, expondo as ideias individuais ou do grupo, usando recursos audiovisuais, modelos, maquetes e informática; generalizar, estender determinado conceito a um conjunto de situações;

- j) trabalhar cooperativa e solidariamente nos diversos projetos e pesquisas que articulem vários conhecimentos, primando pela execução individual das tarefas e a organização das conclusões.

Para tal, as escolas deveriam possuir laboratórios de Ciências bem equipados e recursos financeiros para mantê-los.

Os estudantes variam em suas preferências, motivações, habilidades mentais, ritmos de aprendizagem, persistência e experiências vividas. Esta imensa diversidade faz com que a utilização de uma única metodologia para o ensino seja questionada, uma vez que, os indivíduos reagem e são afetados diferentemente pelas ações dos professores (LABURÚ, ARRUDA e NARDI, 2003).

O uso de procedimentos instrucionais mais variados pode reduzir esse problema. Diferentes padrões motivacionais de instrução da ciência foram mostrados por Kempa e Dias (1990). São eles os executores, os curiosos, os cumpridores de tarefas e os sociais. Para os executores, não há identificação de qualquer preferência. Os curiosos acham melhor aprender a partir de livros, por descoberta, e fazer mais atividades práticas. Os cumpridores de tarefas preferem um ensino didático convencional, com experimentos sustentados por instruções enquanto os sociais mostram maior afinidade por atividades em grupo (KEMPA e DIAZ, 1990a; KEMPA e DIAZ, 1990b).

A mesma diversidade de cultura, forma de aprender e experiência de vida constatada entre os estudantes, é evidenciada entre os professores, onde se pode incluir a diversidade devida à própria cultura científica. Consequentemente, uma postura metodológica não deveria ser entendida como definitiva e de caráter geral, principalmente porque não há verdades pedagógicas únicas, aplicáveis a todo e qualquer indivíduo. A constatação mais imediata que se pode fazer dentro de uma sala de aula é a que não existem procedimentos metodológicos que satisfaçam a todos os alunos; a aprendizagem é um fenômeno complexo e depende, dentre outros, de fatores psicológicos e sociais que, por sua vez estão ligados às faixas etárias dos estudantes. Assim, as escolhas metodológicas a serem feitas pelo professor dependem, também, de quem se quer atingir na sala de aula (LABURÚ, ARRUDA e NARDI, 2003).

Nesse contexto surge a aprendizagem significativa como processo através do qual uma nova informação (um novo conhecimento) se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não-literal) à estrutura cognitiva do aprendiz (MOREIRA, 2011). Quando o aluno consegue conectar uma nova informação ao seu conhecimento prévio em assuntos relacionados (subsunçores), ele estará construindo significados pessoais para essa informação. Em uma aprendizagem significativa o aluno desenvolve a capacidade de transferir o conhecimento

aprendido e utilizá-lo em contexto diferente daquele em que o aprendizado aconteceu (TAVARES, 2008).

A essência do processo da aprendizagem significativa está, portanto, no relacionamento não-arbitrário e substantivo de ideias simbolicamente expressas a algum aspecto relevante da estrutura de conhecimento do sujeito, isto é, a algum conceito ou proposição que já lhe é significativo e adequado para interagir com a nova informação. É desta interação que emergem, para o aprendiz, os significados dos materiais potencialmente significativos. É também nesta interação que o conhecimento prévio se modifica pela aquisição de novos significados (MOREIRA, 2011, p. 2).

A aprendizagem (significativa) pode ser interpretada sob a ótica da teoria da Epistemologia Genética de Piaget (MOREIRA, 2011). Esta considera que a aprendizagem decorre da reestruturação cognitiva, resultante do equilíbrio dessa estrutura após uma situação que tumultua os esquemas existentes. Na medida em que o sujeito constrói e equilibra novos esquemas de assimilação, estes o levam a adaptar-se à nova situação, ou seja, a construir um novo conhecimento (PIAGET e DAEIR, 1969). O ensino deve desencadear o desequilíbrio desses esquemas (VILLANI e CABRAL, 1997; POSNER, 1982). Esta ativação deve estar de acordo com o nível de desenvolvimento cognitivo do sujeito para que não o desestime ao invés de promover a aprendizagem (MOREIRA, 2011).

A assimilação e a acomodação piagetiana podem ser interpretadas em termos de dar significados por subordinação ou por superordenação. A equilibração piagetiana em termos de aprendizagem significativa, não quer dizer que os esquemas de Piaget e os subsunçores de Ausubel sejam a mesma coisa. Trata-se somente de uma analogia que permite dar significado ao conceito de aprendizagem significativa em um enfoque piagetiano (MOREIRA, 2011).

O conhecimento científico que queremos ensinar na ciência escolar é consensualmente acordado. Entretanto, quando o ensino de ideias abstratas está envolvido, aula expositiva simplesmente não funciona. O aluno deve desempenhar um papel ativo na "aceitação" do novo conhecimento e usá-lo para "construir significado". Nessa visão essencialmente construtivista da aprendizagem, o conhecimento que queremos que os alunos construam já deve ser conhecido pelo professor. Aprender ciência na escola não é somente descobrir ou construir ideias desconhecidas e sim entender um fenômeno ou resolver um problema com ajuda de alguém que já o conhece.

Várias estratégias de ensino têm sido estudadas com o objetivo de alcançar a aprendizagem. A aprendizagem ativa é proposta como uma alternativa para os problemas no ensino de Ciências. É definida como um método instrucional que engaja ativamente os estudantes no processo de aprendizagem e os faz refletir sobre o que estão fazendo. Prince (2004) classifica a aprendizagem ativa em:

a) Aprendizagem colaborativa quando pequenos grupos de estudantes trabalham juntos em prol de um objetivo comum;

b) Aprendizagem cooperativa pode ser definida como uma forma estruturada de trabalho de grupo onde os alunos perseguem objetivos comuns enquanto são avaliados individualmente;

c) Estudo Baseado em Problema (PBL) é um método de ensino em que problemas relevantes são introduzidos no início do ciclo de instrução e usados para contextualizar e motivar para a aprendizagem que se segue (PRINCE, 2004).

Krasilchik (2008) afirma que dentre as modalidades didáticas existentes, aulas práticas e projetos são adequados para vivenciar o método científico. Essas metodologias melhoram o desempenho dos estudantes, quando comparadas com aulas expositivas, em todos os níveis de ensino, tipos de cursos e tamanhos de turma, sendo especialmente benéficas em turmas menores (FREEMAN, 2014). Atividades práticas baseadas na resolução de problemas e experimentação são estratégias de aprendizagem ativa que produzem maior envolvimento dos estudantes com a ciência (HOFSTEIN e LUNETTA, 2004; GALIAZZI e GONÇALVES, 2004; CARVALHO, ANNA MARIA PESSOA DE, 2004; FOLMER, BARBOSA, *et al.*, 2009; ROCHA, 2005; DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990) e são ferramentas de ensino excepcionais para a microbiologia (SCHAECHTER, KOLTER e RILEY-BUCKLEY, 2004; JOHAN, CARVALHO, *et al.*, 2014). Assim, Lunetta et al (2007) define aulas práticas como:

[...] experiências de aprendizagem, nas quais os alunos interagem com materiais ou com fontes secundárias de dados para observar e compreender o mundo natural (por exemplo: fotografias aéreas para examinar características geográficas lunares e terrestres; Estrelas e atmosferas, imagens de sonar para examinar sistemas vivos) (LUNETTA, HOFSTEIN e CLOUGH, 2007, p. 394).

Existe um elenco de práticas realizadas desde o início do ensino da História Natural. Campos e Nigro (1999) classificam as atividades práticas em:

1. Demonstrações práticas são atividades realizadas pelo professor, às quais o aluno assiste a maior parte do tempo sem poder intervir.
2. Experimentos ilustrativos: são atividades que o aluno pode realizar e que cumprem as mesmas finalidades das demonstrações práticas.
3. Experimentos descritivos: atividades realizadas, que nem sempre o professor tem obrigação de dirigir. Os alunos têm contato direto com coisas ou fenômenos que precisam ser apurados, sendo comuns ou não no nosso dia-a-dia.
4. Experimentos investigativos: envolvem obrigatoriamente a discussão de ideias e a elaboração de hipóteses explicativas e experimentos, com a finalidade de testá-las, fazendo com que o aluno desenvolva a criticidade, assim trabalhando como os cientistas.

Os autores ainda destacam que no experimento investigativo, o aluno deve construir hipóteses e estratégias para testar, analisar, discutir e comunicar os resultados. Nesse tipo de aula o aluno comporta-se ativamente na realização da atividade.

Mais do que treinar especialistas em Ciências, o laboratório deve, agora, ajudar os cidadãos a entenderem sobre Ciências e desenvolverem habilidades úteis na avaliação científica das situações diárias da vida (HOFSTEIN e KIND, 2012). A compreensão do trabalho prático como estratégia para o ensino de Ciências tem evoluído gradativamente ao longo dos anos. Seu desenvolvimento está relacionado às mudanças dos objetivos do ensino de Ciências, ao desenvolvimento das teorias de aprendizagem em Ciências, às mudanças na visão e entendimento sobre a investigação científica e mais recentemente, às mudanças em relação à tecnologia educacional.

Após a Primeira Guerra Mundial, devido ao rápido aumento do conhecimento científico, os laboratórios das escolas passaram a serem usados, principalmente, como um local para confirmação de informações aprendidas anteriormente em palestras ou em livros didáticos. Após a reforma da educação científica, na década de 1960, nos Estados Unidos, no Reino Unido, e com a instituição da LDB no Brasil, as propostas para renovação no ensino de Ciências orientavam a envolver os alunos em investigações, descobertas, inquéritos e atividades de resolução de problemas,

Ao longo dos anos, o laboratório de Ciências foi extensiva e amplamente pesquisado e centenas de trabalhos de pesquisa e dissertações de doutorado foram publicados em todo o mundo (HOFSTEIN e LUNETTA, 2004, LAZAROWITZ e TAMIR 1994). Entretanto, essa aceitação do trabalho prático foi contrastada com desafios e sérias questões sobre sua eficiência e benefícios (Hofstein e Lunetta 2004, Hodson 1993, Millar, 1989). Para muitos professores (e, muitas vezes, desenvolvedores de currículo), o trabalho prático significa atividades tipo receita que os alunos seguem sem o engajamento mental necessário. Segundo os PCNs (2008), durante a década de 80, pesquisas sobre o ensino de Ciências Naturais revelaram que a experimentação, sem uma atitude investigativa mais ampla, não garante a aprendizagem dos conhecimentos científicos, o que muitos professores já tinham percebido. Aulas em que os alunos têm oportunidade de planejar um experimento, fazer perguntas, fazer hipóteses e planejar um experimento de novo para verificar ou rejeitar sua hipótese, acontece mais raramente - e quando isso acontece, a aprendizagem é muito discutida (HOFSTEIN e KIND, 2012).

A maior mudança, para o objetivo do trabalho prático, foi quando os pesquisadores passaram a enfatizar, como principal objetivo dessa metodologia, a manipulação de ideias e não de equipamentos. Entretanto, a maioria das experiências de Ciências nas escolas, ainda hoje, são atividades “hands-on”, mas não “minds-on”. Este problema advém dos medos dos professores de perder o controle da aula, dando responsabilidades aos seus estudantes. Esse tipo de atividade em que o aluno não precisa refletir sobre sua ação é um grande problema no trabalho prático, demonstrando a ideia de senso comum da investigação científica como sendo um método passo a passo. Isso tem levado os pesquisadores de educação em Ciências a analisar essa prática e apresentar alternativas nos processos investigativos como: o uso da tecnologia; a argumentação epistemológica; o desenvolvimento de habilidades de metacognição e o conhecimento procedimental. As alternativas proeminentes, não somente combinam a perspectiva sociocultural da ciência, mas também pensam em novos objetivos para seu ensino como uma importante fonte de habilidades de conhecimento para o cidadão (HOFSTEIN e KIND, 2012).

A utilização de atividades experimentais no ensino de Ciências tem sido investigada exaustivamente nos últimos trinta anos. Existem muitos artigos e livros defendendo a experimentação no ensino de ciências, entretanto o modo como essas atividades são propostas e executadas nas salas de aula e nos laboratórios tem sido ponto de discórdia entre muitos pesquisadores (HOFSTEIN e KIND, 2012; DILLON, 2008; MILLAR, 2004; GIL PEREZ, 1999).

A participação ativa do aluno no processo de construção do conhecimento, tendo o professor como mediador, marcou a postura do ensino construtivista. A participação ativa do estudante no seu aprender desenvolve nele habilidades cognitivas de: resolver situações problemáticas, prever respostas, testar hipóteses, argumentar, discutir com os pares, podendo atingir a compreensão do conteúdo. Assim, investir na proposição da experimentação como metodologia de ensino, pode contribuir para o desenvolvimento dessas habilidades cognitivas (SUART e MARCONDES, 2009). As Habilidades Cognitivas podem ser definidas em duas categorias: as *habilidades cognitivas de ordem baixa* (LOCS: *Lower Order Cognitive Skills*) e as *de ordem alta* (HOCS: *Higher Order Cognitive Skills*) (ZOLLER, 1993).

Segundo Suart (2009) as habilidades cognitivas de baixa ordem são caracterizadas por capacidades tais como: conhecer, recordar/relembrar a informação ou aplicar conhecimento ou algoritmos memorizados em situações familiares e resolução de exercícios; já as de alta

ordem são referidas como aquelas capacidades orientadas para a investigação, resolução de problemas (não exercícios), tomada de decisões, desenvolvimento do pensamento crítico e avaliativo. Tanto habilidade de baixa quanto de alta ordem podem ser ensinados juntas na sala de aula, para um determinado indivíduo a necessidade de usar uma ou outra habilidade dependerá da natureza da tarefa e da história intelectual da pessoa (LEWIS e SMITH, 1993). Estes autores definem que a habilidade de alta ordem ocorre quando uma pessoa toma novas informações e informações armazenadas na memória e inter-relaciona e/ou reorganiza e estende esta informação para alcançar um propósito ou encontrar possíveis respostas em situações desconcertantes.

Assim, atividade experimental, baseada na resolução de problemas, tem sido apontada como alternativa que desperta o interesse e a curiosidade do aluno pelos eventos da natureza. Entretanto, a sua realização exige recursos e competência técnico-científica. Para isso, os cursos de formação de professores também devem incluir, em seus currículos, essa modalidade de atividade, valorizando e vivenciando a atividade científica de forma libertadora e criativa, para que assim o ensino de Ciências seja mais próximo da verdadeira ciência (FOLMER, BARBOSA, *et al.*, 2009; ROCHA, 2005). Investigação refere-se a diversas atividades pelas quais os alunos podem investigar o mundo natural, propor ideias, explicar e justificar as afirmações baseadas em evidências e, no processo, sentir o espírito da ciência (HOFSTEIN e LUNETTA, 2003). Estes autores definem atividade ativa de Ciências como experiências de aprendizagem em que os alunos interagem com materiais e/ou com modelos para observar e compreender o mundo natural.

Galiazzi e Gonçalvez (2004) apontam para importância de explorar e enriquecer as concepções dos professores sobre a experimentação, com o intuito de ultrapassar visões simplistas que ainda caracterizam essa atividade, como validação e comprovação da teoria; como elemento de motivação; como meio de captar e formar jovens cientistas.

Muitos autores têm discutido os objetivos das aulas experimentais (HOFSTEIN e LUNETTA, 2003; GALIAZZI, 2001; DILLON, 2008; LUNETTA, HOFSTEIN e CLOUGH, 2007), já que a sua explicitação pelos professores é importante para a orientação, tanto do professor quanto dos alunos, no processo. Os alunos usualmente não têm ideia clara sobre o objetivo das aulas experimentais, acreditando ser a manipulação de dados ou os resultados corretos da questão proposta pelo professor, ou seja, para os estudantes aulas no laboratório servem para manipular equipamentos e não ideias (HOFSTEIN e LUNETTA, 2003).

Os quatro principais objetivos citados por Dillon (2008), para o ensino experimental são: incentivar a observação e descrição; criar representações reais dos fenômenos; despertar e manter o interesse dos alunos pela ciência; promover o raciocínio lógico.

Krasilchik (2011) relata que aulas de laboratório são insubstituíveis nos cursos de Biologia, onde desempenham as seguintes funções:

Permitem que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos. Na análise do processo biológico, verificam concretamente o significado da variabilidade individual e a consequente necessidade de se trabalhar sempre com grupos de indivíduos para obter resultados válidos. Além disso, somente nas aulas práticas o aluno enfrenta os resultados não previstos, cuja interpretação desafia sua imaginação e raciocínio (KRASILCHIK, 2011, p. 88).

Embora haja consenso sobre a importância das aulas práticas no ensino de Ciências, existe uma preocupação crescente com a sua não realização pelos professores (DILLON, 2008). Tão prejudicial quanto não trabalhar aulas práticas é fazê-lo de forma desorganizada, sem objetivos definidos, o que provavelmente levaria o aluno a uma visão deformada do significado da experimentação no trabalho científico.

É necessário identificar quais estratégias são capazes de provocar nos alunos a curiosidade para o entendimento do que é Ciências e como fazer ciência. Para que as atividades práticas não deixem de acontecer, o professor deve lançar mão de instrumentos pedagógicos que os auxiliem tanto no sentido de compreender a real importância destas atividades e como realizá-las, mas também aprender a elaborar aulas mais atrativas com materiais de baixo custo, o que é absolutamente possível (ALBUQUERQUE, BRAGA e GOMES, 2013).

Alunos concluintes do Ensino Médio sugerem que a compreensão de assuntos de microbiologia se daria melhor se as aulas incluíssem: aulas em laboratórios, utilização de microscópios, uso de televisores e projetores, debates sobre o tema em sala de aula, uso de modelos para visualização e amostras vivas, entre outros (ALBUQUERQUE, BRAGA e GOMES, 2013). Embora todos esses estudos já sejam bem divulgados, ainda há lugar para as críticas ao ensino de Ciências centrado na memorização dos conteúdos⁴, ao ensino enciclopédico e fora de contexto social, cultural ou ambiental, que resulta em uma aprendizagem momentânea, para a prova, que não se sustenta a médio ou longo prazo (BRASIL, 1998).

⁴ Conteúdo de ensino é o conjunto de conhecimentos habilidades, hábitos, modos valorativos e atitudinais de atuação social, organizados pedagógica e didaticamente, tendo em vista a assimilação ativa e aplicação pelos alunos na sua prática de vida (LIBÂNEO, 2011).

Algumas pesquisas têm proposto e avaliado o uso de metodologias alternativas no ensino de microbiologia em diferentes níveis educacionais. Como exemplo destas, cita-se o uso de microrganismos de pelúcia para aumentar o interesse, o engajamento e a retenção do conteúdo (WEBB, 2016), palestras (ABRAHAMSEN, 2004; WEBB, 2016), experimentos (ITO, 2013; CINDY R. CISAR e BANZIE, 2010), grupos de estudo (GULATI, 2004), salas de aula transformadas em laboratórios (MUÑOZ-JORDÁN, 2004), aulas de campo (JOHAN, CARVALHO, *et al.*, 2014), desenvolvimento de material de baixo custo para uso na aula (SCHARFENBERG e MARQUARDT, 2015) e atividades interativas (ROBERTSON-ALBERTYN, HARDEE e STANLEY-WALL, 2016; MARLOW, 2013).

Embora os diferentes trabalhos demonstrem a eficácia de tais metodologias na aprendizagem, o desenvolvimento de aulas práticas de microbiologia não acontece com frequência nas escolas. As causas mais citadas pelos professores são a falta de material na escola (equipamentos e reagentes), falta de conhecimento disciplinar, de tempo, de laboratório e o número elevado de estudantes por turma (AZEVEDO e SODRÉ, 2014; BÔAS, JUNIOR e MOREIRA, 2014; CASSANTI, 2008).

Considerando a necessidade de buscar alternativas que auxiliem os professores a desenvolver um ensino mais efetivo sobre os microrganismos e os estudantes a entenderem melhor a microbiologia e sua relação com o mundo natural a sua volta, neste trabalho usamos a experimentação para atingir tais metas.

Há poucos exemplos de sucesso da implementação de projetos ou experimentos investigativos como parte do currículo de ciências, com grande número de professores e alunos envolvidos. Os professores sentem dificuldade para ajudar os alunos com ideias suficientes para o desenvolvimento de projetos. É fácil a atividade se tornar rotineira no contexto da "educação de massa", e se tornar algo muito diferente do que foi originalmente previsto quando foi incluído no currículo (MILLAR, 2004).

Muitos intérpretes da obra de Piaget (por exemplo, Robert Karplus 1977) inferiram que o trabalho com objetos concretos (fornecido em experiências práticas) é uma parte essencial do desenvolvimento do pensamento lógico, principalmente na fase prévia ao desenvolvimento de operações formais (HOFSTEIN e KIND, 2012).

Nos anos finais do Ensino Fundamental, as crianças estão em transição entre as fases operatório concreto e operatório formal e já apresentam condições cognitivas de realizar experimentação. Essa estratégia de ensino pode promover o "desequilíbrio cognitivo" necessário para a aprendizagem. Não usá-la pode representar um subaproveitamento das capacidades do aluno. Com efeito, na fase operatório formal o sujeito inicia o pensamento

hipotético-dedutivo e torna-se capaz de desenvolver raciocínios experimentais, é capaz de dissociar fatores isolando uma das variáveis para estudar seu efeito (PIAGET e DELVAL, 1970).

Dentre as estratégias didáticas indicadas para o desenvolvimento dos conteúdos de Ciências nos PCNs, a experimentação tem lugar de destaque:

Em Ciências Naturais são procedimentos fundamentais aqueles que permitem a investigação, a comunicação e o debate de fatos e ideias. A observação, a experimentação, a comparação, o estabelecimento de relações entre fatos ou fenômenos e ideias, a leitura e a escrita de textos informativos, a organização de informações por meio de desenhos, tabelas, gráficos, esquemas e textos, a proposição de suposições, o confronto entre suposições e entre elas e os dados obtidos por investigação, a proposição e a solução de problemas, são diferentes procedimentos que possibilitam a aprendizagem (BRASIL, 1998, p. 29).

Entretanto, neste documento é enfatizada a importância de que essas atividades não se limitem a manipulações de equipamentos, vidrarias e reagentes e sim, sejam um espaço de reflexão, desenvolvimento e construção de ideias ao lado do conhecimento de procedimentos e de atitudes guiadas por uma problematização.

Como nas outras metodologias didáticas, a proposição é dependente do referencial teórico previamente conhecido e trabalhado pelo professor, da idade dos estudantes, entre outros fatores. Os PCNs descrevem as diversas formas possíveis de o professor organizar um experimento: demonstração; experimentos com protocolos definidos; experimentos elaborados pelos próprios alunos. Nesta última, em que a autonomia do aluno torna-se mais ampla ao elaborar o experimento, as exigências e os desafios aumentam, tanto para o próprio aluno quanto para o professor.

Outro ponto salientado é a ideia do experimento que dá “certo” ou “errado”. É no momento da discussão dos resultados que se deve investigar a atuação das variáveis, interpretando cada resultado.

Para seu sucesso, a experimentação deve ser bem planejada, com objetivo definido e embasamento teórico e, sempre observando as normas de segurança. Os conhecimentos microbiológicos são construtos teóricos e assim os experimentos sempre estarão vinculados às teorias, pois estas não são observáveis, mas interpretadas, preditas ou inferidas (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004).

Nas Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN+), destinadas ao Ensino Médio, também se destaca a experimentação como estratégia privilegiada no ensino de Biologia:

A experimentação faz parte da vida, na escola ou no cotidiano de todos nós. Assim, a ideia de experimentação como atividade exclusiva das aulas de laboratório, onde os alunos recebem uma receita a ser seguida nos mínimos detalhes e cujos resultados já são previamente conhecidos, não condiz com o ensino atual. As atividades

experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. Os caminhos podem ser diversos, e a liberdade para descobri-los é uma forte aliada na construção do conhecimento individual. As habilidades necessárias para que se desenvolva o espírito investigativo nos alunos não estão associadas a laboratórios modernos, com equipamentos sofisticados. Muitas vezes, experimentos simples, que podem ser realizados em casa, no pátio da escola ou na sala de aula, com materiais do dia-a-dia, levam a descobertas importantes (BRASIL, 2005).

Existe um discurso de que, apesar da importância da experimentação para o ensino de Ciências, principalmente de microbiologia, tal metodologia não é, de fato, praticada nas escolas, por motivos já citados anteriormente. Como forma de incentivar a aula experimental de microbiologia, nas escolas públicas de Palmeira das Missões, realizamos o presente trabalho.

3 METODOLOGIA E RESULTADOS

Sob a ótica das ciências sociais, para compreender fenômenos sócio-educativos e a transformação da realidade, podemos criar situações artificiais e observar comportamentos diante das tarefas definidas (GÜNTHER, 2006). Esse tipo de metodologia tem sido apropriada para estudar o que realmente acontece com os estudantes ao se usar uma metodologia de ensino como a aula experimental (HOFSTEIN e KIND, 2012). Neste trabalho, procuramos caracterizar o cenário do ensino sobre microrganismos, tanto na perspectiva dos professores, quanto dos estudantes da Educação Básica, no município de Palmeira das Missões-RS.

Sendo a pesquisa um processo ativo, não totalmente controlável ou previsível, seu percurso, muitas vezes, requer ser reinventado a cada etapa, sendo que cada resultado originou novos questionamentos, e para que estes pudessem ser respondidos, metodologias diferentes foram necessárias. As diferentes metodologias, utilizadas em cada fase desse trabalho, estão detalhadamente descritas nos referidos artigos/manuscritos, entretanto, nesse momento, faremos uma breve descrição para uma melhor contextualização do leitor. Durante o texto, utilizamos tanto o “eu”, quanto o “nós”, por, ora estar me referindo às produções coletivas e diálogos com os pares e ora estar indicando trechos que fazem parte apenas da minha trajetória (MORIN, 1997).

Na primeira fase desse trabalho, buscamos entender como as aulas práticas são capazes de colaborar com a aprendizagem dos estudantes sobre os fungos. Para tal, desenvolvemos uma Oficina, com cinco aulas, em que estudantes de 7ª série, foram sujeitos do processo. Todas as aulas foram realizadas no contra-turno e aconteceram fora da sala de aula. Os sujeitos envolvidos nessa fase do trabalho foram 30 estudantes de uma turma de 7ª série (penúltima turma no sistema de série da escola), de uma escola pública, vinculada à Universidade por fazer parte do PIBID, assim como estudantes do curso de Ciências Biológicas, também vinculados ao PIBID. A avaliação da eficiência da Oficina foi realizada por meio da análise dos diálogos dos estudantes, registrados em um diário de campo. Os dados dessa primeira etapa geraram um artigo intitulado “*Promovendo a aprendizagem sobre fungos por meio de atividades práticas*” publicado na revista *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial II, 2014, p. 798–805.

A partir das observações nos encontros com os alunos, e das discussões com o grupo sobre a importância dessas atividades para o bom aprendizado dos estudantes, surgiram

questionamentos sobre como o Ensino sobre Microrganismos esta acontecendo e como poderíamos melhorar essa realidade.

Na segunda fase, almejamos entender o Ensino sobre Microrganismos na visão dos professores, bem como propor uma alternativa metodológica para que estes, em seus locais de trabalho, conseguissem melhorar o seu ensino. Assim planejamos um curso de formação continuada com aulas Experimentais de Microbiologia.

Para execução dessa etapa, contatamos com a 20ª Coordenadoria Estadual de Educação (CRE) que atende a 28 municípios da Região Norte do Rio Grande do Sul. Segundo dados disponibilizados pela 20ª CRE, na cidade de Palmeira das Missões, existem 14 estabelecimentos de Ensino Fundamental e 27 professores de ciências em exercício. Após contato e esclarecimento sobre os objetivos e funcionamento do curso de formação proposto, a CRE enviou convite para todas as escolas da cidade. Não houve seleção, assim 15 professores de sete diferentes escolas aderiram espontaneamente ao projeto.

O curso aconteceu quinzenalmente, no laboratório de microbiologia da Universidade Federal de Santa Maria *campus* de Palmeira das Missões, totalizando 40 horas de atividades. Durante os diálogos com os professores, estes manifestaram a necessidade de que as aulas experimentais fossem de fácil execução, com material acessível e que disponibilizássemos, ao final do curso, material laboratorial básico e também de apoio pedagógico. Para atender essa demanda, conforme as atividades foram sendo realizadas, foram descritas e por fim compiladas em uma cartilha (Desvendando o Micromundo: Os Seres Invisíveis). A cartilha foi disponibilizada aos professores, junto com um kit de material de laboratório.

Durante os encontros, as informações foram coletadas por meio de registros em diários de campo e também de respostas a questionários. Os mesmos foram avaliados pela técnica de Análise de Conteúdo de Bardin (2011) e assim, essa etapa do trabalho resultou no manuscrito descrito nesse documento intitulado “*Ensino de microbiologia para educação básica no contexto da formação continuada*”, submetido à Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias no dia 03 de novembro de 2015.

As reflexões resultantes das falas e experiências descritas pelos professores, durante o curso de formação, despontaram dúvidas sobre a influência da aula experimental na aprendizagem do aluno e sua dinâmica no contexto escolar. Estes questionamentos deram origem à terceira fase desse trabalho.

Na terceira fase, com propósito de explorar o uso da aula experimental como proposta didática para o Ensino sobre Microrganismos, no contexto escolar, realizamos a Oficina Micromundo, em duas escolas públicas de Palmeira das Missões. As escolas não tinham

vínculo com o PIBID, e os professores das turmas trabalhadas não participaram do curso de formação. Assim, tanto a escola quanto os professores, estavam tendo contato pela primeira vez com esse tipo de projeto. Após a análise do PPP (Plano Político Pedagógico das escolas), optamos por trabalhar com turmas de 6º anos (40 alunos) e 8º anos (30 alunos), totalizando 70 estudantes. Segundo o PPP, no 6º ano, os estudantes estão iniciando o estudo dos seres vivos, e no 8º ano, já devem o ter concluído. Aperfeiçoamos e utilizamos seis aulas da cartilha: *Desvendando o Micromundo: Os Seres Invisíveis*.

Em acordo com as equipes diretivas e as professoras de ciências das turmas, a oficina foi realizada durante o período de ciências. Assim, as três primeiras aulas foram realizadas nas escolas e a última no laboratório de Microbiologia da Universidade, em função da não existência de microscópios nas escolas.

Na Escola 1, com laboratório (Fig. 1), o material era organizado nas bancadas, quando o sinal batia para troca de períodos, os alunos se dirigiam ao laboratório e todo o material estava pronto para iniciarmos as atividades.

Na Escola 2, que não possui laboratório, o material para os experimentos eram organizados nas classes (Fig. 2), assim, quando o sinal batia para a troca de períodos, os alunos precisavam esperar para que trouxéssemos o material e organizássemos em cima das mesas. Ao finalizar o período de aula, toda a sala precisava estar organizada para que o próximo professor pudesse continuar com suas atividades.

Figura 1. Laboratório de Ciências da Escola 1.



Fonte 1: foto próprio autor

Para avaliar a eficiência da metodologia proposta, as concepções dos estudantes foram verificadas antes e depois da oficina, por meio de questionários. As respostas foram categorizadas, utilizando SPSS (Statistic Package for the Social Science) e seguindo as orientações da técnica de Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011). Para o entendimento de como as aulas experimentais influenciam na construção do conhecimento científico, utilizamos como pressuposto teórico a Teoria da Equilibração de Piaget.

Figura 2. Experimentos sendo realizados nas classes dentro da sala de aula, na Escola 2



Fonte: foto tirada pelo autor

Com os resultados dessas análises, concluímos que aulas experimentais realmente colaboram para o aprendizado de Microbiologia. Assim, foi escrito o manuscrito, intitulado “*Experimentação melhora a aprendizagem de microbiologia no ensino fundamental*”, aceito para publicação na revista Contexto & Educação.

Apesar dos resultados deste artigo evidenciarem que a participação dos estudantes em aulas experimentais sobre microrganismos, melhoram seu desempenho em avaliações sobre esse tema, surgiu o questionamento de como esse aprendizado se processa em longo prazo.

Dessa forma, o terceiro manuscrito, em fase de redação, teve intuito de verificar se os principais conceitos discutidos durante a oficina Micromundo, no 6º ano, continuavam a fazer parte da estrutura cognitiva dos estudantes, quando estes estavam no 8º ano escolar.

Para tal, dezoito meses após o término das oficinas, retornamos às duas escolas e utilizamos o mesmo instrumento de coleta já aplicado anteriormente, com 54 estudantes dos 8º anos, destes, 22 haviam realizado a oficina Micromundo e 32 não haviam tido contato com aulas experimentais de microbiologia. O desempenho dos estudantes neste teste, chamado de LP (longo prazo) foi comparado com o desempenho dos mesmos estudantes enquanto esses estavam no 6º ano e fizeram pré, oficina e pós-testes descritos no Manuscrito 2. O desempenho destes estudantes também foi comparado com o desempenho de estudantes que não tiveram contato com aula experimental de microbiologia, mas faziam parte da mesma realidade escolar.

Os dados foram analisados usando o Software Estatístico Prisma por ANOVA de uma via, seguido de Bonferroni *Pos Hoc* quando apropriado. Para todos os testes o *p-valor* foi menor que 0,05. Os dados dos testes estão representados como média \pm desvio padrão ($p \leq 0.05$) e os gráficos foram criados usando o GraphPad Prisma 6.0.

Artigo 1: Promovendo a aprendizagem sobre fungos por meio de atividades práticas
Publicado

Ciência e Natura, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial II, 2014,
p. 798–805

Revista do Centro de Ciências Naturais e Exatas – UFSM

ISSN impressa: 0100-8307 ISSN on-line: 2179-460X

DOI: <http://dx.doi.org/10.5902/2179-460X>

“Promovendo a aprendizagem sobre fungos por meio de atividades práticas”

“Promoting learning about fungi through of practice activities”

Chantele Santos Johan*¹, Michele Soares Carvalho², Regiane Zanovello³,
Ronaldo Prado de Oliveira⁴, Tânea Maria Bisognin Garlet⁵,
Nilda Berenice de Vargas Barbosa⁶, Terimar Ruoso Moresco⁷

^{1,2,3,4} Acadêmicos do curso de Ciências Biológicas, bolsista PIBID UFSM, RS, Brasil.

⁵ Docente de Botânica do Departamento de Zootecnia e Ciências Biológicas - CESNORS/UFSM, RS, Brasil

⁶ Docente de Bioquímica do Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular do CCNE/UFSM

⁷ Docente de Microbiologia do Departamento de Ciências da Saúde do CESNORS/UFSM - Palmeira das Missões, RS, Brasil

Resumo

Os fungos são organismos presentes no cotidiano dos indivíduos e, por isso, faz-se necessário que este tema seja abordado de maneira mais efetiva durante o ensino fundamental. Neste trabalho, é apresentada uma sequência de cinco atividades sobre fungos para ser desenvolvida em forma de oficinas com estudantes da sétima série de uma escola pública de Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brasil. Nelas, foram utilizadas diferentes abordagens que enfatizam o trabalho em equipe e o lúdico, com o objetivo de proporcionar um melhor desenvolvimento do tema. As atividades foram propostas por acadêmicos de Ciências Biológicas, bolsistas do Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)-UFSM. É apresentada uma discussão sobre a importância das atividades práticas e alguns conceitos-chave para o ensino de ciências. Ao finalizar as oficinas, os alunos demonstraram uma maior compreensão do conhecimento sobre os fungos evidenciada em suas falas. Sabendo que cada sujeito apresenta formas de aprendizagem diferenciadas, é fundamental que os educadores utilizem, em suas práticas pedagógicas, metodologias distintas, a fim de contemplar a aprendizagem para um maior número de educandos.

Palavras-chave: Ensino de Ciências, atividade prática, fungos.

Abstract

Fungi are organisms present in daily life and, therefore, it is necessary that this issue be addressed more effectively during elementary school. In this work, a sequence of activities about fungi is shown to be developed in basic education. First, a discussion of the importance of the practical activities in science teaching, are then exposed five activities in fungi, developed by students of the seventh grade in a public school in Palmeira das Missões, Rio Grande do Sul, Brazil. The activities have different approaches that emphasize teamwork and playfulness with the goal of providing a better development of the theme. The activities have been proposed by undergraduates of Biological Sciences, the Programa Institucional de Bolsa de Iniciação à Docência (PIBID)-UFSM. At the end of the workshop, it became clear that each subject has different ways of learning, so it is essential that educators use in their teaching practices, different methodologies in order to contemplate the vast numbers of learners.

Keywords: Teaching of Science, practical activity, fungi.

3.1.1 Introdução

O Reino Fungi faz parte do Domínio Eukarya (CAVALIER-SMITH, 1998) e neste grupo estão incluídas espécies que produzem estruturas reprodutivas visíveis a olho desarmado como os cogumelos, mas também muitas formas de vida microscópicas como bolores e leveduras (RAVEN et al., 2007). Os fungos são fundamentais para estabelecer o equilíbrio ambiental, pois atuam como seres decompositores na cadeia alimentar. Devido à sua grande importância ecológica e econômica, o potencial destes organismos é explorado pela humanidade desde os seus primórdios, (TORTORA et al., 2010). Espécies de fungos podem ser patogênicas para os animais (incluindo o homem) e vegetais causando grandes perdas econômicas. No entanto, também existem muitas espécies com potencial econômico, já que são capazes de produzir substâncias úteis para o homem.

A relevância dos fungos para o planeta e seus habitantes é notória, assim percebe-se a importância de discussões sobre esses organismos para próximo dos alunos, pois, segundo Chassot (2006), quando o cidadão é capaz de dominar os conhecimentos científicos e tecnológicos necessários para desenvolver-se na vida diária, este pode ser considerado alfabetizado cientificamente. A Educação em Ciência deve dar prioridade à formação de cidadãos cientificamente cultos, capazes de participar ativa e responsabilmente na sociedade, além de serem capazes de compreender os fenômenos naturais, entender e controlar o ambiente, seja ele natural ou tecnológico (DELIZOICOV et al., 2011; CHASSOT, 2006). Cachapuz et al.(2011) afirmam que embora exista uma grande distância entre o que os cientistas sabem e o que o público sabe, o ensino fundamental pode ser a única oportunidade para que conhecimentos básicos de ciências sejam apresentados à maioria da população em nosso país. Dessa forma, é preciso valorizar a ciência considerando-a como um instrumento de mudança que deve ser de domínio público, tendo-se obviamente a necessidade de divulgá-la, pois a ciência não é parte da cultura do nosso povo como, por exemplo, é o futebol (PAVÃO e FREITAS, 2011).

Segundo Silva et al. (2009), a forma como o tema “Reino Fungi” vem sendo tratado pelos professores nas aulas de biologia, assume uma abordagem exclusivamente expositiva, com supervalorização dos conteúdos conceituais e descritivos, enfocando a sua classificação, morfologia, e reprodução. Nessa perspectiva, identificam-se problemas referentes à contextualização deste tema e os alunos associam os fungos apenas às doenças por eles causadas, esquecendo-se das suas ações de importância na natureza, inclusive de suas relações com os demais seres vivos. Estes pressupostos são incorporados na vida do sujeito desde seus primeiros anos de vida e por não serem compatíveis com novos conceitos científicos tornam-se os principais obstáculos para o seu aprendizado. Considerando que as aulas devem ser vistas como um processo em que educar não se limita a repassar informações ou mostrar apenas um caminho, é preciso oferecer várias ferramentas para que o aluno possa escolher aquele que for compatível com sua visão de mundo (BALBINOT, 2005).

Dentre os problemas enfrentados pela escola na atualidade, está à carência estrutural, o que colabora com um ensino de ciências alheio à experimentação. Assim, os laboratórios de ciências não têm sido ambientes frequentados pelos estudantes, locais estes, que deveriam estar disponíveis para que os estudantes pudessem praticar ciência, instigar sua curiosidade e tentar responder perguntas sobre fenômenos cotidianos (AXT e MOREIRA, 1991). Conforme ressaltam Afonso & Leite (2000), “usar o laboratório não é só por si melhor do que não o usar, a sua utilidade depende, acima de tudo, do modo como é usado”. É preciso inovar e ousar para permitir que o aluno construa seus saberes, com alegria e prazer, possibilitando a criatividade, o relacionamento e o pensar criticamente no que faz (BALBINOT, 2005). Laburu & Arruda (2003) já defendiam uma proposta metodológica pluralista para a educação científica, pois “partem do pressuposto de que todo processo de ensino-aprendizagem é altamente complexo, mutável no tempo, envolve múltiplos saberes e está longe de ser trivial”.

As atividades lúdicas, quando contextualizadas, permitem a interação entre os sujeitos, para que o aluno sintam-se entusiasmado a aprender novos conceitos científicos, sobre fungos, por exemplo. Estes conteúdos, não devem ser trabalhados somente de forma teórica nas salas de aula, é importante a utilização de metodologias diferenciadas. Como ressalta Pacheco (1997), o uso de atividades práticas é importante no processo de ensino-aprendizagem, pois podem atuar como ferramentas pedagógicas instigantes, visto que despertam nos alunos a motivação para a aprendizagem. Para Hofstein e Lunnetta (1982), as principais funções das aulas práticas no Ensino de Ciências são: despertar e manter o interesse dos alunos; envolver os estudantes em investigações científicas; desenvolver a capacidade de resolver problemas, compreender conceitos básicos e desenvolver habilidades.

O objetivo deste artigo é propor e discutir sobre um conjunto de atividades pedagógicas desenvolvidas para propiciar, aos estudantes, uma visão abrangente e científica sobre os fungos e a sua importância no contexto científico-social, econômico e ambiental.

3.1.2 Metodologia

Trata-se de uma proposta envolvendo uma sequência de atividades pedagógicas tendo como tema principal 'Fungos: heróis ou vilões', composta por cinco diferentes oficinas conforme consta no Quadro 1. Os sujeitos foram os estudantes da 7ª série, do Colégio Estadual Três Mártires, de Palmeira das Missões, município situado no norte do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. As atividades aconteceram no Laboratório de Microbiologia (CEMICRO), nos campos e áreas reflorestadas da Universidade Federal de Santa Maria – *campus* de Palmeira das Missões (UFSM) e também no laboratório de Ciências do Colégio Estadual Três Mártires de Palmeira das Missões.

Quadro 1. Oficinas realizadas com os estudantes sobre Fungos: heróis ou vilões e os locais onde as mesmas foram

	Atividade	Local
1ª	Observação microscópica dos diferentes bolores presentes em alimentos em processo de degradação.	CEMICRO/UFSM-PM
2ª	Experimento sobre fermentação utilizando <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	Laboratório da escola
3ª	Saída de campo em busca da observação de fungos macroscópicos presentes nos campos e áreas florestadas.	UFSM-PM
4ª	Confecção de modelos didáticos dos fungos macroscópicos	Laboratório da escola
5ª	Encerramento da oficina com o jogo didático "Trilha da Microbiologia"	Laboratório da escola

Primeiramente, os participantes se reuniram no laboratório da escola para socialização da proposta. Os sujeitos foram convidados a participar voluntariamente destas atividades didáticas formando uma turma de 30 alunos.

A oficina totalizou aproximadamente 10 horas de atividades (duas horas diárias), distribuídas ao longo de cinco semanas. As atividades foram elaboradas e mediadas por acadêmicos do Curso de Ciências Biológicas da UFSM, orientadas pela professora de microbiologia da mesma instituição e supervisionadas pelo professor de Ciências da escola. Todos os envolvidos nas atividades eram participantes do Programa de Bolsa Iniciação à Docência (PIBID) UFSM - Ciências Biológicas – CESNORS/PM.

A primeira atividade teve como objetivo mostrar aos estudantes sobre existência de um mundo que não pode ser visto a olho nu e que os fungos fazem parte deste mundo. Para isto, os estudantes foram levados até o laboratório da universidade, onde tiveram acesso aos microscópios e foram orientados sobre sua importância, funcionamento e manipulação. Os alunos utilizaram

alimentos embolorados, como pães e frutos para obterem as amostras para análise. Com bastante cuidado, utilizando uma alça de platina, colocaram parte da estrutura do fungo em uma lâmina e em seguida uma gota de água sobre a amostra. Cobriram com lamínula e observaram em aumento de 400 vezes.

Na realização da segunda atividade, cujo tema foi fermentação, explorou-se a utilidade dos fungos para a indústria e há quanto tempo os mesmos têm sido utilizados pelos homens para produção de alimentos como o vinho e o pão. Esta atividade foi realizada no laboratório da escola, já que o mesmo possui um espaço organizado e estruturado para realização de atividades práticas pelos professores. Como material utilizou-se três garrafas plásticas de refrigerante, água, açúcar, fermento biológico e bexigas plásticas. No primeiro recipiente, misturou-se água fria e fermento biológico, no segundo, água quente (em torno de 40°C), fermento biológico e sal e no terceiro, água morna (aproximadamente 30°C), fermento biológico e açúcar. Todos os recipientes foram fechados com uma bexiga.

A primeira etapa da terceira atividade foi a visita dos acadêmicos aos campos e áreas florestadas, para verificar quais oportunidades educacionais o local oferece. Após isto, os alunos da escola foram levados até o local e orientados a fazer a observação dos fungos em seu habitat natural com o objetivo de encontrar diferentes espécimes de fungos e discutir sobre suas estruturas, modo de vida e reprodução. Esta atividade teve duração de um turno.

Na quarta atividade, os alunos confeccionaram modelos didáticos dos fungos que observaram na saída de campo. Essa atividade foi realizada no laboratório da escola e os modelos foram confeccionados com massa de biscoito e tinta guache, após, os modelos ficaram expostos no laboratório de ciências da escola. Esta atividade teve o intuito de que os alunos representassem aquilo que haviam aprendido sobre a morfologia dos fungos.

Para finalizar a oficina, foi utilizado um jogo didático, no qual os assuntos discutidos no decorrer das atividades foram revistos de forma lúdica e prazerosa, estabelecendo uma análise geral sobre o que foi estudado e uma abordagem final sobre o tema. O material do jogo era constituído de: um tabuleiro contendo uma trilha, cartelas contendo perguntas sobre os fungos e um dado para cada grupo. Para jogar, os estudantes foram separados em grupos e receberam o material. No tabuleiro havia espaços com interrogações e à medida que os alunos jogavam o dado, teriam que responder uma das perguntas se esse caísse nas interrogações.

A avaliação da oficina foi baseada na análise dos comentários dos estudantes registrados nos diários de campo, o qual de acordo com Triviños (1987) são anotações não formais, diferentes de entrevistas ou questionários, realizadas sobre o cenário onde a pesquisa acontece.

Desse modo, os diários de campo dos acadêmicos foram objeto de análise.

3.1.3 Resultados e discussão

As pessoas constroem representações mentais para captar o mundo exterior. Estas representações têm papel fundamental na aprendizagem dos conceitos, assim é necessário o entendimento das concepções e modos de raciocínio dos alunos para poder abordar os conceitos com modelos pedagógicos mais adequados. As representações modificam com as experiências vivenciadas, sendo elas boas ou ruins e, de acordo com Moreira (1996) as representações mentais, são maneiras de “re-presentar” internamente o mundo externo, por isso, este trabalho, apresenta diferentes metodologias e leva os alunos para diferentes ambientes, pois acredita que quanto maior for o contato dos alunos com diferentes situações envolvendo os fungos, mais representações mentais sobre este tema os alunos serão capazes de ter.

Para Ferracioli (1999), é na adolescência que é alcançada a capacidade de abstração, surgindo o período das operações formais. Sua característica geral é o modo de raciocínio, que não se baseia apenas em objetos ou realidades observáveis, mas também em hipóteses, permitindo, dessa forma, a construção de reflexões e teorias. Ao trabalhar os conteúdos de microbiologia, manifestam-se dificuldades de aprendizagem, visto que muitos dos saberes científicos desta área são abstratos e difíceis de serem compreendidos somente com as aulas tradicionais, principalmente se estas estiverem descontextualizadas da realidade do aluno. Tal preocupação tem surgido recentemente, devido à necessidade de se ensinar ciência a todos os cidadãos, para que estes sejam capazes de compreender a própria ciência, a tecnologia e o ambiente, as relações entre eles e suas implicações na sociedade (CACHAPUZ, 2000). É diante desta necessidade que se evidencia a importância da aplicação de metodologias diferenciadas, principalmente no ensino de ciências, visto que, nesta disciplina, os estudantes procuram explicações para fenômenos naturais e suas relações.

Para realizar a primeira atividade, os estudantes foram levados até a universidade, (com consentimento dos pais e da equipe diretiva da escola, bem como com o acompanhamento do professor de ciências da turma). Na universidade, os estudantes foram recepcionados no laboratório e orientados pelos acadêmicos de Ciências Biológicas. Estavam eufóricos com o laboratório e realizaram todas as atividades com empenho e atenção. A turma ficou aproximadamente duas horas realizando observações de diferentes bolores ao microscópio e dialogando sobre o que estavam observando. A manifestação mais comum foi de surpresa com a quantidade de bolor nos alimentos além de asco ao manipular os alimentos mofados. Conforme relato de aluno, *“Quando eu pensava em fungos imaginava que só existiam cogumelos e frieiras”* também ao olharem no microscópio, afirmavam ter enxergado estruturas que nem imaginavam existir. Além disso, acreditavam que nos alimentos, os bolores estavam restritos à parte que podiam visualizar, não tendo ainda a percepção de que os fungos desenvolvem-se por meio de hifas que penetram profundamente o alimento. Este conhecimento prévio demonstrado pelos alunos pode ser aprofundado após a execução desta atividade, pois eles puderam perceber de forma mais concreta, visualizando os bolores como estruturas mais complexas do às que imaginavam. A apropriação deste novo saber significa uma oportunidade de desenvolvimento cognitivo e este, por sua vez, uma constante busca de equilíbrio, ou seja, a adaptação dos esquemas existentes ao mundo exterior (FERRACIOLI, 1999). Para Piaget (1982), a adaptação é o equilíbrio entre a assimilação da experiência às estruturas dedutivas e a acomodação dessas estruturas aos dados da experiência.

Vale ressaltar que estas concepções não são alteradas de forma imediata, mas a partir deste estudo, os alunos possuem mais elementos para incluir no seu conhecimento e melhorar seus conceitos sobre os fungos. Além disso, o docente tem o papel de auxiliar na tarefa de formulação e de reformulação de conceitos, servir como mediador do saber, ativando o senso comum por meio da apresentação do tema articulando esses conhecimentos à nova informação, fazendo uso de recursos didáticos que facilitem a compreensão do conteúdo pelo aluno.

A atividade sobre fermentação foi realizada no laboratório da escola com duração de aproximadamente duas horas. Os estudantes fizeram as *“misturas”* de acordo com a orientação dos acadêmicos. Aguardaram cerca de 40 minutos e iniciaram as observações; os dois primeiros recipientes não demonstraram alteração na forma da bexiga. No entanto, no terceiro recipiente, o acúmulo de gás na bexiga ficou evidente após ter transcorrido este tempo, o que permitiu aos alunos visualizarem o aumento de tamanho da bexiga que o fechava, sugerindo que, neste recipiente, ocorreu a metabolização dos açúcares e consequente produção de gás carbônico. Os estudantes perceberam e comentaram que *“os fungos precisam de açúcar para crescer”*, ficaram surpresos e curiosos com o aumento da bexiga quando comparada com as demais e questionavam o porquê deste fenômeno. A partir deste experimento, foram explorados os fatores que influenciam no crescimento e metabolismo dos fungos bem como a importância dos seus produtos para as indústrias alimentícias e de medicamentos, com o objetivo de desmistificar a crença de que os fungos são somente agentes causadores de doenças. Para Krasilchik (2011), os laboratórios têm lugar garantido nas aulas de

Biologia, entretanto sua função é muito maior do que somente “expor” um fenômeno, este tipo de modalidade didática permite que os alunos tenham contato direto com fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismo, o que de acordo com Carvalho (1999), permite que o aluno saia de uma postura passiva e comece a agir sobre seu objeto de estudo. Marandino et al.(2009) enfatiza a importância de deixar evidente que a experimentação escolar não tem a mesma finalidade que a experimentação científica. Embora não seja desprovida de método, é resultado da adaptação de conteúdos e procedimentos para atender a finalidade da aprendizagem.

O conhecimento científico precisa passar por um processo de transformação em conhecimento escolar, pois os processos de produção destas formas de conhecimento escolar se inter-relacionam, mas não se sobrepõem, tendo cada uma suas peculiaridades. Essa transformação do saber científico em saber escolar, é conhecida como “transposição didática” foi proposta por Chevallard em 1985 e pretende adequar o conhecimento acadêmico às possibilidades cognitivas dos alunos, levando em consideração elementos internos e externos como, por exemplo: força política, religiosidade, força de mercado. É importante que se atente às “deformações” sofridas pelo saber científico para que este não seja despersonalizado e tampouco descontemporizado (ASTOLFI & DEVELAY, 1990). O conhecimento experimental diretamente relacionado ao conhecimento científico também sofre estas transformações até chegar ao saber ensinado através da experimentação em aula, levando consigo a responsabilidade de orientar o aluno para deduzir o conhecimento a partir dessas práticas.

Segundo Bevilacqua & Silva (2007), para que o pensamento científico seja incorporado pelo educando como uma prática de seu cotidiano é preciso que a ciência esteja ao seu alcance, que o conhecimento tenha sentido e possa ser utilizado na compreensão da realidade que o cerca. Seguindo o pensamento deste autor, realizou-se a saída de campo como terceira atividade desta sequência didática com o objetivo de encontrar diferentes espécies de fungos e discutir sobre suas estruturas, modo de vida e reprodução (Figura 1).

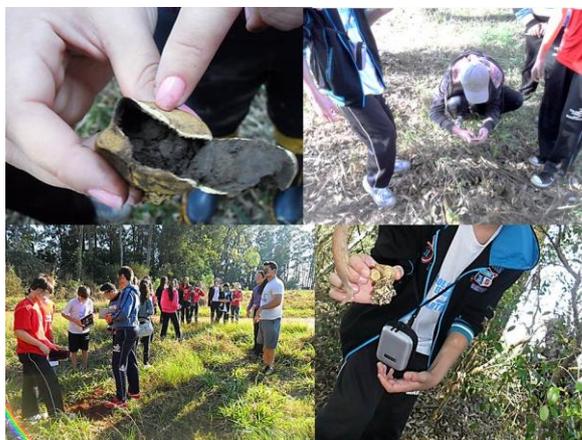


Figura 1. Saída de campo.

Os alunos estavam à vontade e procuravam sozinhos os fungos no ambiente além de comentarem e chamarem a atenção dos colegas e acadêmicos quando encontravam algum espécime diferente e novo mostrando-se empolgados e surpresos com as observações, tirando fotos e registrando em seus diários de campo suas observações.

Além de favorecer a observação, esta atividade permitiu a discussão das estruturas morfológicas dos fungos e, contribuiu também, para a reflexão sobre como e porque eram ali encontrados. Os alunos também comentaram que *“nunca haviam percebido os fungos no ambiente e que a partir de agora iriam sempre percebê-los no ambiente”*.

Esta modalidade didática tem sido utilizada para designar uma modalidade específica de atividade extraescolar com maior deslocamento (Fernandes, 2007) e traz vantagens ao estudante, além

daquelas relacionadas aos ganhos cognitivos, acentuando também o desenvolvimento de atitudes de afetividade, trabalho em equipe e promoção de atitudes favoráveis à preservação ambiental.

Segundo Mendes e Munford (2005), na prática de ensino, busca-se a integração entre a prática e os conhecimentos teóricos, através de sua aplicação, reflexão, debate e reelaboração. Tendo em vista este pensamento, percebeu-se que durante a atividade, a maioria dos participantes estava motivada, pois constantemente discutiam sobre o que encontravam no ambiente e estavam de alguma forma colocando em prática o saber adquirido.

É indispensável destacar a importância que o docente responsável por tal atividade tenha domínio sobre o tema abordado, pois no decorrer da caminhada várias formas de fungos foram encontradas surgindo diversos questionamentos por parte dos alunos. Desta forma, faz-se necessário que o responsável tenha um conhecimento prévio para estimular o debate, embasar o saber e incentivar os alunos a buscar resposta.

O professor deve buscar a atualizar seus conhecimentos, o desenvolvimento e a descoberta de novos materiais e metodologias e atividades pedagógicas além da reflexão constante, através de leituras, pesquisas e troca de experiências sobre sua atividade. Segundo Tardif et al. (1991), o exercício cotidiano da profissão docente exige “uma cota de improvisação e de habilidade pessoal, bem como a capacidade de enfrentar situações mais ou menos transitórias e variáveis”. O professor deve julgar e fazer escolhas difíceis, que são auxiliadas pelos saberes que ele possui (GAUTHIER et al., 1998).

Dentro desse contexto, a saída de campo em busca de fungos macroscópicos, possibilitou a criação de um ambiente investigativo em que o aluno desenvolveu não somente a capacidade de reconhecê-los na natureza, mas, sobretudo, de refletir e investigar as diversas hipóteses envolvidas nas relações destes organismos com o ambiente, participando como agentes ativos na construção do próprio conhecimento.

Com o intuito de representar o que haviam observado sobre a morfologia dos fungos na saída de campo, na terceira atividade, os alunos foram instigados a confeccionar modelos didáticos (Figura 2). Lembrando que os cogumelos e a maioria das estruturas visíveis são relacionadas a reprodução, os alunos construíram modelos representacionais tridimensionais dos espécimes observados. O professor acompanhou, deu sugestões, auxiliou e conduziu os alunos.



Figura 2. Confeção de modelos didáticos.

Durante a construção de um modelo, o discente pode utilizar sua imaginação e tentar se aproximar ao máximo da realidade. A partir dessa construção, da observação e das explicações vistas em aula e fora dela, ele poderá criar e/ou recriar seus modelos mentais.

De acordo com Giordan & Vecchi (1996), um modelo é uma construção, uma imagem analógica que permite materializar uma ideia ou um conceito, tornando-os melhor assimiláveis.

Já Krasilchik (2011) aponta problemas que o professor enfrenta ao trabalhar com modelo didático, ele precisa fazer com que o aluno entenda que os modelos são simplificações de uma

estrutura ou mesmo representam estágios de algum processo biológico, que é dinâmico, para diminuir essas limitações é importante que o aluno construa seu próprio modelo.

A última atividade foi um jogo didático na forma de tabuleiro contendo perguntas sobre o assunto (figura 3).



Figura 3. Jogo didático.

Após a aplicação do recurso didático, os alunos demonstraram que a alternativa didática oportunizou um espaço lúdico de conhecimento, percebido por meio dos comentários: *“o jogo foi muito legal”, “foi divertido”, “tiramos dúvidas” ou, ainda, “relembrei várias coisas”, “pude aprender várias coisas”*. Assim, além do jogo ser um recurso pedagógico instigante e significativo para a aprendizagem, sua utilização é uma alternativa viável e passível de ser desenvolvida, auxiliando na planificação do aprendizado dos alunos quando justaposto ao ensino e revisão dos conhecimentos sobre Fungos. O jogo pode ser utilizado como promotor de aprendizagem das práticas escolares, possibilitando a aproximação dos alunos ao conhecimento científico, levando-os a ter uma vivência, mesmo que virtual, de solução de problemas que são muitas vezes próximas da realidade que o homem enfrenta ou enfrentou (CAMPOS et al. 2003)

Os resultados deste trabalho concordam com Miranda (2001) quando afirma que:

mediante diferentes atividades didáticas, vários objetivos podem ser atingidos, relacionados à cognição (desenvolvimento da inteligência e da personalidade); afeição (desenvolvimento da sensibilidade e da estima e atuação no sentido de estreitar laços de amizade e afetividade); socialização (simulação de vida em grupo); motivação (envolvimento da ação, do desafio e mobilização da curiosidade) e criatividade (p. 64-66).

Lunetta (1991) acrescenta que estas atividades ajudam no desenvolvimento de conceitos científicos e permitem que os alunos aprendam como abordar objetivamente o seu mundo e como desenvolver soluções para problemas complexos. Podem, ainda, segundo Souza et al. (2008) ser vistas como facilitadoras do ensino uma vez que o aluno procura algo que ele mesmo possa elaborar ou manipular, tornando o aprendizado mais prazeroso e agradável.

Essas alternativas didáticas permitem que a aprendizagem ocorra de maneira mais simples, desprendida, possibilitando aos alunos a construção do conhecimento de uma forma mais interativa e divertida, contribuindo para a alfabetização científica.

3.1.4 Conclusões

Em uma sala de aula é perceptível que nem todos os indivíduos aprendem da mesma forma, por isso propõe-se a utilização de diferentes metodologias didáticas a fim de sensibilizar um maior número de alunos quanto interesse pelo conhecimento, envolvendo, também, sua dimensão emocional, como social e afetiva.

Embora seja difícil prever o momento em que essa aprendizagem se consolidará, foi notório através das manifestações dos alunos que, no decorrer da oficina, demonstraram uma maior compreensão do conhecimento sobre os fungos, desde os conhecimentos científicos até sua importância no cotidiano. Foi possível trabalhar vários conceitos (importância ecológica e médica,

importância industrial, estruturas, fisiologia e reprodução, modo de vida), procedimentos (formulação de perguntas e respostas, visualização e identificação dos fungos) e atitudes (adoção de atitudes preventivas de hábitos de higiene e preservação ambiental) as quais acreditamos que contribuíram para o desenvolvimento não só cognitivo como também social e ético dos alunos.

5. Agradecimento

A CAPES pelo o apoio financeiro e pelas bolsas de estudo. Aos alunos do Colégio Estadual Três Mártires pela participação e ao professor de ciências Alexandre Bacega pelo apoio.

3.1.5 Referências

- AFONSO, A.; LEITE, L. Concepções de futuros professores de Ciências Físico-Químicas sobre a utilização de atividades laboratoriais. **Revista Portuguesa de Educação**, Portugal, v. 13, n. 1, p. 185-208, 2000.
- ASTOLFI, J. P. & DEVELAY, M. **A didática das Ciências**. 16 ed. São Paulo: Papirus, 1990.
- AXT, R; MOREIRA, M. A, O ensino experimental e a questão do equipamento de baixo custo. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 13, n. 4, 1991, p. 97-10.
- BALBINOT, M. C. Uso de modelos, numa perspectiva lúdica, no ensino de ciências. Anais do IV encontro Ibero-Americano de coletivos escolares e redes de professores que fazem investigação na sua escola. Lageado-RS: UNIVATES, 2005. Não paginado.
- BEVILACQUA, G. D. & SILVA, R. C. **O ensino de Ciências na 5ª série através da experimentação**. Ciências & Cognição: 2007
- CACHAPUZ, A. F. **Perspectivas de Ensino**. Porto: Eduardo & Nogueira, 2000. 79p.
- CACHAPUZ, A.; GIL- PÉREZ, D.; CARVALHO, A. M. P de.; PRAIA, J. e VILCHES, A. (org.). **A necessária renovação do ensino das ciências**. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- CACHAPUZ A.; PRAIA, J.; JORGE, M. **Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico**. Ciência & Educação, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.
- CAMPOS L.; BORTOLOTO, T.; FELÍCIO, A.; **A produção de jogos didáticos para o ensino de ciências e biologia: uma proposta para favorecer a aprendizagem**. UNESP, São Paulo: 2003.
- CAVALIER-SMITH, T. A revised six-kingdom system of life. **Biology Review Cambridge**, Phil. Soc. 73, 203-266, 1998.
- CARVALHO, A. M. P. **Termodinâmica: um ensino por investigação**. São Paulo: Feusp, 1999.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 4 ed. Ijuí: Ed., 2006.
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J.; PERNAMBUCO, M.; **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2011.
- FERNANDES, K. O. B; MESQUITA, W. R. ; SILVA, N. P. ; FERREIRA, M. S. **Memórias do Projeto Fundação Biologia nos anos de 1980/90: investigando ações curriculares na formação docente**. In DORVILLÉ, L.F.M. et al (Org.) Anais do IV Encontro Regional de Ensino de Biologia da Regional RJ/ES. Rio e Janeiro: UFRJ:SBEEnBio RJ/ES, 2007.
- FERRACIOLI, L. Aprendizagem, desenvolvimento e conhecimento na obra de Jean Piaget: uma análise do processo de ensino-aprendizagem em Ciências. **Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos**, Brasília, v. 80, n. 194, p. 5-18, jan./abr. 1999.

- GAUTHIER, C.; MARTINEAU, S; DESBIENS, J.; **Por uma teoria da pedagogia:** pesquisas contemporâneas sobre o saber docente. Ijuí: Ed. UNIJUÍ, 1998. 457p.
- GIORDAN A; VECCHI G. **Do saber:** das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. Porto Alegre: Artmed; 1996.
- HOFSTEIN, A. & LUNNETA, V. N. The Role of the Laboratory in Science Teaching: Neglected Aspects of Research. **Review of Educational Research**. 52(2):201-217, USA, Summer, 1982.
- KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 4 ed. rev. e ampl., 3ª reimp., São Paulo: Ed. USP, 2011.
- LABURU, E; ARRUDA, S. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência e educação**, v.9, n.2, p. 247-260, Nov. 2003.
- LUNETTA, V. N. Atividades práticas no ensino da Ciência. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 2, n. 1, p. 81-90, 1991.
- MARANDINO, M.; SELLES, S.; FERREIRA, M.; **Ensino de Biologia:** histórias e práticas em diferentes espaços educativos. São Paulo: Cortez, 2009.
- MENDES, R. & MUNFORD, D. **Dialogando saberes:** pesquisa e prática de ensino na formação de professores de ciências e biologia. Ensaio, Belo Horizonte, v. 7, n. 3, p. 4 -12, 2005.
- MIRANDA, S. **No fascínio do jogo, a alegria de aprender.** In: *Ciência Hoje*, v.28, 2001, p. 64-66.
- MOREIRA, M. **Modelos mentais.** Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre, v. 1, n. 3, pp. 193-232, 1996.
- PACHECO, D. A. **Experimentação no Ensino de Ciências.** *Ciência & Ensino*, Campinas, vol. 2, 1997.
- PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. **Quanta ciência há no ensino de ciências?** São Paulo: EdUFSCa, 2011.
- PIAGET, J. **Psicologia e Pedagogia.** Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1982.
- RAVEN, P. H. EVERT, R.F. & EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal.** 7ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2007.
- SILVA, J.C.; MACÊDO, P. B.; COUTINHO, A. S.;
- SILVA, C. H., RODRIGUES, C. W. M., OLIVEIRA, G. F., ARAÚJO M. L. F., **Estudando fungos a partir de uma prática problematizadora e dialógica:** Relato de uma experiência no ensino médio em uma escola pública. Universidade Federal Rural de Pernambuco: 2009.
- SOUZA, D. C.; PIGOZZO G. L. de; JÚNIOR, A. F. N. **Produção de Material Didático-Pedagógico Alternativo para o Ensino do Conceito Pirâmide Ecológica:** um Subsídio à Educação Científica e Ambiental. 2008.
- TARDIF, M.; LESSARD, C.; LAHAYE, L.; **Os professores face ao saber:** esboço de uma problemática do saber docente. *Teoria e Educação*, Porto Alegre, n.4, p.215-233, 1991.
- TORTORA, B. F., FUNKE, B.R., CASE, C.L. **Microbiologia.** 10 ed. São Paulo: Artmed, 2010.
- TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

3.2 Manuscrito 1: Ensino de microbiologia para educação básica no contexto da formação continuada.

Enviado para avaliação da Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias

Data do envio: 03 de novembro de 2015

Atualmente: encontra-se em processo de avaliação externa

ENSINO DE MICROBIOLOGIA EXPERIMENTAL PARA EDUCAÇÃO BÁSICA NO CONTEXTO DA FORMAÇÃO CONTINUADA

Terimar Ruoso Moresco¹, Michele Soares Carvalho², Vanessa Klein³, Ana de Souza Lima⁴, Nilda Vargas Barbosa⁵ e João Batista da Rocha⁶

¹Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciência Química da Vida e Saúde, Santa Maria, Brasil. Email: terimarm@hotmail.com. ²Universidade Federal de Santa Maria, Graduação em Ciências Biológicas, Palmeira das Missões, Brasil. Email: michelecarvalho@hotmail.com. ³ Universidade Federal de Santa Maria, Graduação em Química, Santa Maria, Brasil. Email: vanessaklein7@gmail.com. ⁴ Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciência Química da Vida e Saúde, Santa Maria, Brasil. Email: anabiolima@gmail.com. ⁵ Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-graduação em Educação em Ciência Química da Vida e Saúde, Santa Maria, Brasil. Email: nbarbosa@yahoo.com.br, jbrocha@gmail.com.

Resumo: O ensino sobre microrganismos na educação básica, tem se mostrado bastante desafiador e investigar o potencial de uma proposta de formação continuada sobre aulas experimentais de microbiologia, na qualificação do ensino sobre microrganismos, foi à questão norteadora dessa pesquisa. Para tal, realizamos um curso, no formato de oficinas com aulas experimentais, para um grupo de 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. Os dados coletados para caracterizar a situação didático-pedagógica mostram 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 deste cenário, utilizou-se o espaço da formação continuada para realização das oficinas. Observou-se que a formação continuada possibilitou que os professores relembassem alguns conhecimentos científicos e construíssem outros relacionados aos microrganismos. Foi possível perceber que os mesmos realizaram os experimentos aprendidos nas oficinas e utilizaram tanto a cartilha quanto o kit microbiológico em suas escolas. Conclui-se que o ensino de microbiologia experimental no contexto da educação continuada, além de ser um importante recurso didático, pode colaborar na superação dos obstáculos inerentes ao próprio processo de construção do conhecimento sobre microrganismos e assim qualificar o Ensino de Ciências na Educação Básica.

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

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

Abstract: The teaching about microorganisms in Elementary School has been very challenging and to investigate the potential of a continuous training proposal on experimental microbiology classes in the qualification of teaching about microorganisms was the guiding question of this research. To do this, we

conducted workshops with experimental classes about microorganisms for a group of 15 science teachers in the microbiology laboratory of UFSM / RS-Brazil. During the process, the teachers answered questionnaires, performed experiments of microbiology; set up a kit with material needed to carry out these experiments in schools and received a booklet containing the description of them. The data collected to characterize the didactic-pedagogical situation show that the teachers believe that the experimental classes have as main objectives the motivation and the learning of scientific concepts. It was also possible to verify that most of the teachers do not perform microbiology classes experimental due to lack of material, knowledge and time for preparation and execution. After the characterization of this scenario, it was used the space of the continuous formation for elaboration and execution of the workshops. It was observed that continuing education enabled teachers to recall some scientific knowledge and to construct others related to microorganisms. It was possible to notice that they carried out the experiments learned in the workshops and used both the booklet and the microbiological kit in their schools. It is concluded that the teaching of experimental microbiology in the context of continuing education, besides to be an important didactic resource, can collaborate in overcoming the obstacles inherent to the own process of knowledge construction about microorganisms and thus qualify the Science Education in Elementary School.

Key words: teaching of microbiology; experimental class; Teachers training program.

Introdução

O Ensino Básico na grande maioria dos países da América do Sul tem sido precário (PISA, 2015) e no caso específico do Brasil, existem sérios problemas nas áreas das ciências, linguagem e matemática. São várias as razões que levam 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 extremamente abstratos 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 et al., 2014).

Como consequência dos problemas citados acima, pesquisas apontam 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 et al., 2011). Com o ensino de ciências não é diferente e esforços vêm 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) sugere que os trabalhos dos pesquisadores em Ensino de Ciências sejam centrados na

elaboração de modelos 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 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).

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 et al. 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. Além disso, 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.

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 et al., 2011).

O laboratório é um dos ambientes disponíveis para mudar o cenário do ensino de ciências. Nele podem ser realizadas aulas experimentais que, quando bem elaboradas e com objetivos claros, desenvolvem nos jovens estudantes suas habilidades investigativas, o entendimento de conceitos e do processo científico, o gosto pelo trabalho em equipe e pela ciência (Dillon, 2008; Lunetta, 2007; Hosftein 2004). Esta metodologia se mostra como instrumento eficaz no ensino sobre microrganismos, contextualizando o estudo destes seres vivos.

Muitos autores vêm discutindo sobre os saberes necessários à formação docente (Tardiff, 2014; Shulman, 1986). 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 & 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 & 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, realizaram-se, com o 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 – LP e 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 2) 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;

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, investigaram-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 1), as quais permitiam inferir conhecimento sobre áreas específicas da microbiologia:

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.

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 as informações do mesmo poderiam ser utilizadas em uma aula sobre os 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: $\% \text{ código} = \frac{\text{número de citações do código}}{\text{total de respondentes}} \times 100$.

A partir 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 e organizadas em uma cartilha foram realizadas durante as oficinas (tabela 2) e tiveram como objetivo familiarizar os professores com o laboratório, discutir conceitos de microbiologia inerentes a cada um dos experimentos e construir um kit com o material necessário para a realização das aulas executadas durante as oficinas.

DESVENDANDO O MICROMUNDO		
1º Encontro	Diálogo com os professores	Organização do cronograma Discussão sobre a importância da experimentação para o ensino de ciências

		Leitura do 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.

Tabela 2 - Atividades desenvolvidas em cada uma das oficinas

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

Em maio de 2013, aproximadamente um ano e meio após o término das oficinas, os professores participantes do curso, responderam um questionário para verificar a importância e influência das oficinas na prática pedagógica e se o material disponibilizado foi utilizado com os alunos. 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.

O questionário online, auto aplicável, foi desenvolvido utilizando a ferramenta *Forms do Google Docs*. O convite para acessar o link com o 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 conhecimentos 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 et al., 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 caráter 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 et al., 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 (Krasilchik, 2011; Dillon, 2008; Hofstein e Lunetta).

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 à 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).

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.

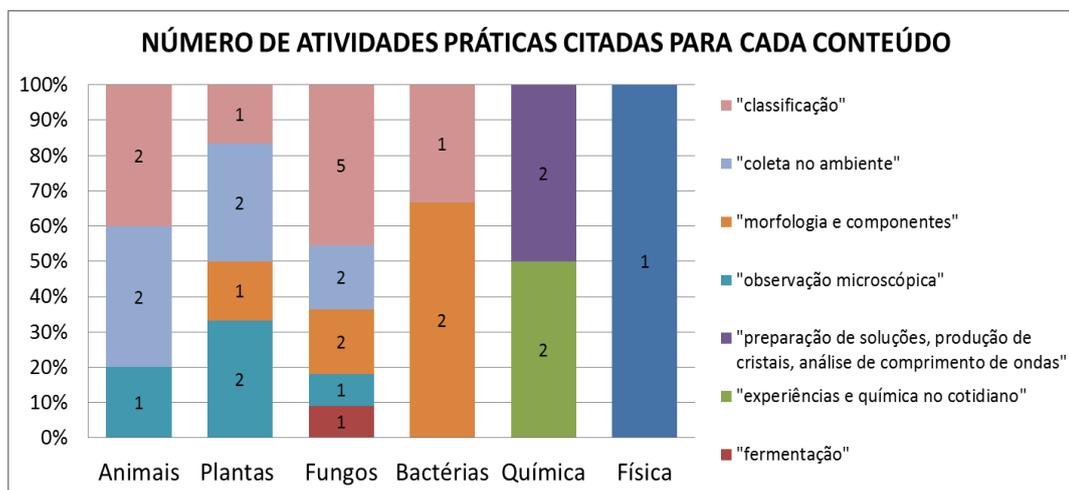


Figura 1 - Respostas dos professores a questão "Quais são as atividades práticas que você realiza para cada um dos conteúdos citados?".

*Os números dentro das colunas indicam o número de professores que respondeu cada uma das atividades. Fonte: elaborado pelos autores.

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 et al (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,p107).

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 cientista. 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 (Rocha e Soares, 2005; Folmer et al., 2009).

Com relação à 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.

Perceberam-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 et al., 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 (Rocha e Soares, 2005; Folmer, 2009; Figueira e Rocha, 2013). 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 et al., 2009; Sepel et al., 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.

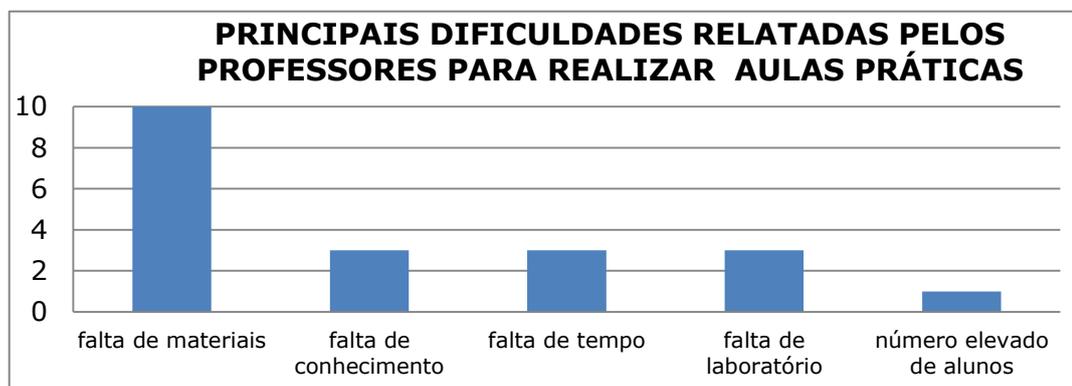


Figura 2 - Dificuldades encontradas pelos professores para realizar aulas prática.

Em outro estudo, professores associam a não realização de aulas experimentais ao laboratório escolar mal equipado (Silva e Bastos, 2012; Krasilchik, 2011). 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.

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.

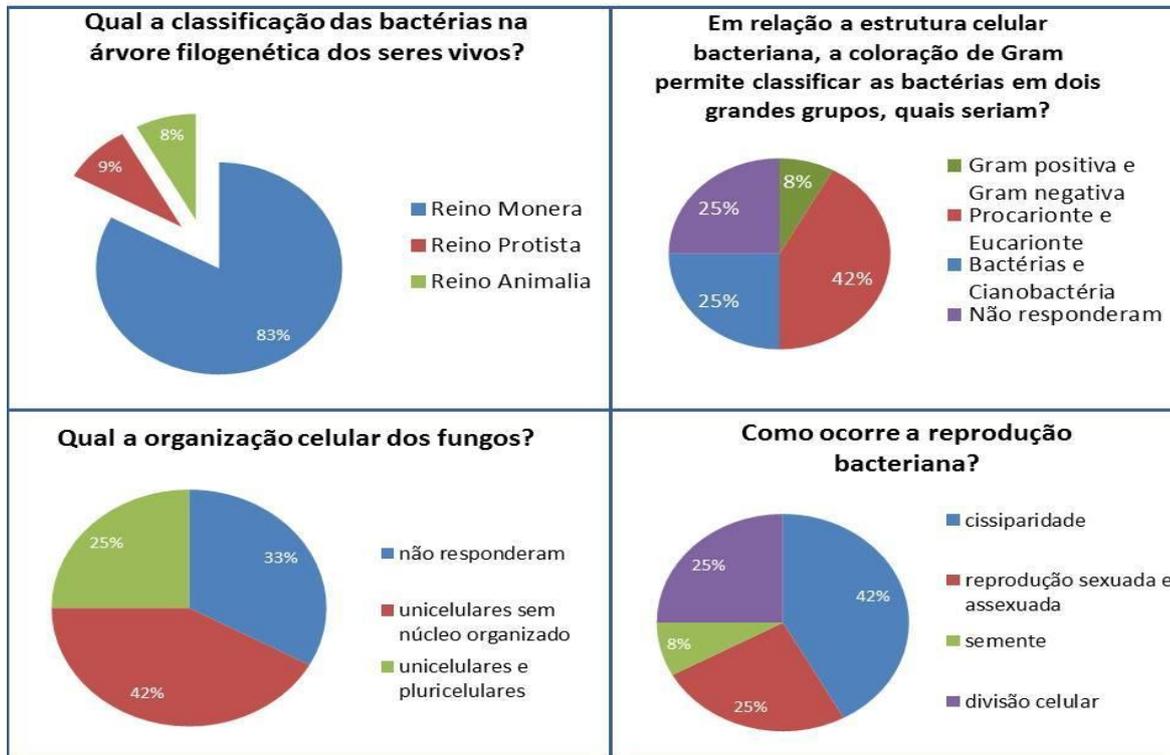


Figura 3 - Respostas dos Professores às questões sobre organização celular dos procariontes e eucariontes, classificação, fisiologia e reprodução microbiana

Sobre a reprodução microbiana foi possível observar erros conceituais importantes. Ao serem questionados sobre 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 à 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 esta presente no cotidiano dos professores e estudantes, como por exemplo, nas bulas dos antibióticos e resultados de exames médicos.

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.

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 à 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 dificuldades foi elaborada e executada a oficina seguinte.



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

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.



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

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.

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 feita anteriormente. Quando os professores foram coletar microrganismos no ambiente, foi possível perceber a indecisão dos mesmos na escolha do local de coleta, devido à 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 deixou evidente que a formação proporcionada auxiliou de forma significativa os professores a relembrem 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.

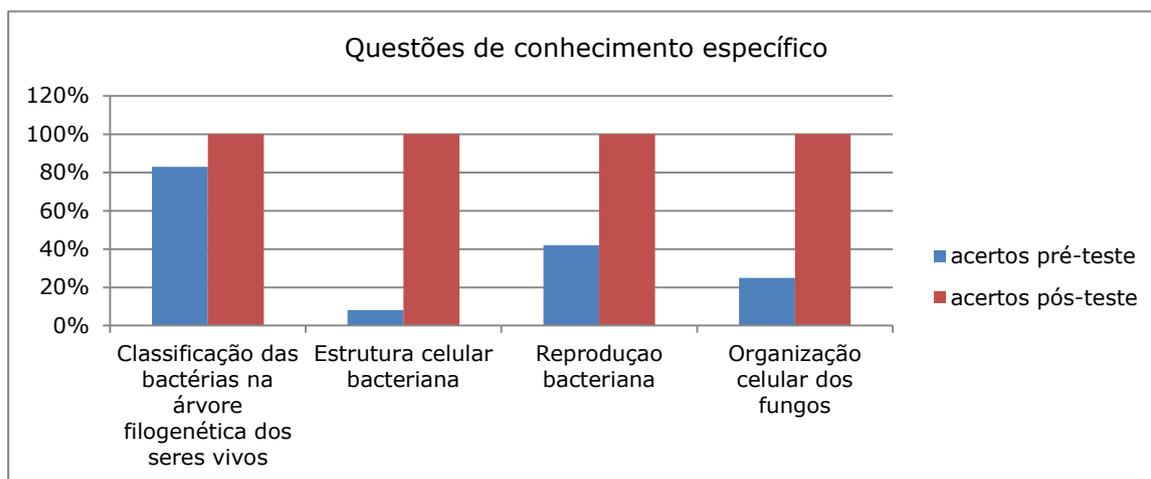


Figura 6 - Mudanças conceituais importantes sobre microrganismos

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 às 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).

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.

Implicações

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.

A formação continuada demonstrou ser solo fértil para desenvolver, nos professores da educação básica, o gosto pela experimentação que se acredita 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 significativa 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.

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*. Florrianópolis.

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*, vol. 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.;& 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: ed 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., & 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. *REEC: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 8(1), 13.

Galiazzi, 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 atratividade 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*, v17, n.2, p. 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., & 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*, Vol. 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*, OEDC 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*, v. 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 ciencias: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor ds 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, Alexandre e AXT, Barbara. (2009) Donos do mundo. Superinteressante, São Paulo, n.286, p.52-59, ago.

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

3.3 Manuscrito 2: O ensino de microbiologia e a experimentação no ensino fundamental.

Submetido à revista Contexto & Educação

ISSN: 2179-1309

Aceito para publicação no dia 07/12/2016

O ENSINO DE MICROBIOLOGIA E A EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO FUNDAMENTAL

RESUMO

Com este estudo objetivamos explorar a eficiência do uso da experimentação, como proposta para o aprendizado de conceitos sobre microrganismos. Para tanto, uma oficina com atividades experimentais, Micromundo, foi realizada com 70 alunos do ensino fundamental. A oficina teve seis atividades experimentais sobre conceitualização, nutrição, ubiquidade, antimicrobianos, importância e observação dos microrganismos. A eficiência desta estratégia foi avaliada por meio das diferenças entre as respostas dos alunos a questionários realizados antes e depois da oficina. As explicações dos estudantes foram analisadas e categorizadas conforme o grau de entendimento. Com esta análise observamos que as aulas experimentais foram eficientes para o aprendizado de conceitos sobre os microrganismos, melhorando em 66,67% o desempenho dos estudantes. Portanto, atividades experimentais são estratégias indispensáveis para melhorar o aprendizado de microbiologia. Em consequência legitimamos a necessidade de organização de espaços adequados e aperfeiçoamento dos professores para real implementação desse tipo de prática nas escolas.

Palavras-chaves: Educação em Microbiologia. Experimentação. Estratégia Didática. Ensino Fundamental

MICROBIOLOGY TEACHING AND EXPERIMENTS IN ELEMENTARY EDUCATION

ABSTRACT

This study aimed to explore the efficiency of the use of experimentation, as a proposal for learning concepts about microorganisms. Workshop with experimental activities, Micromundo, was carried out with 70 students of elementary school. The workshop had six experimental activities about conceptualizing, nutrition, ubiquity, antimicrobials, importance and observation of microorganisms. The efficiency of this strategy was assessed by the students' answers to questionnaires conducted before and after the workshop. The explanations of students were analyzed and categorized according to the degree of understanding. With this analysis we observed that experimental classes were efficient for learning concepts about microorganisms, improving by 66,67% the performance of the students. Therefore, experimental activities are indispensable strategies to improve learning of microbiology. Consequently was legitimized the need to organize appropriate spaces and further training teachers for actual implementation of this practice in schools.

Keywords: Microbiology Education. Experimentation. Didactic Strategy. Elementary School.

Introdução

Muito temos debatido sobre a situação da educação em nosso país e reconhecemos que existe uma grave crise em todos os níveis do sistema educacional. As avaliações do PISA (Programme for International Student Assessment) refletem e respaldam essa preocupação. Na avaliação de Ciências, do ciclo de 2012, 61% dos estudantes demonstraram ter letramento científico limitado, ou seja, “ter conhecimento científico tão limitado que pode ser aplicado apenas a algumas poucas situações conhecidas” (OECD, 2013).

Dentre as várias áreas da ciência, a microbiologia é uma das que permeia o cotidiano, uma vez que os microrganismos são ubíquos e exercem incontáveis influências na sociedade. Dentre elas, são importantes para a sustentabilidade do ecossistema global (BODELIER, 2011), para saúde e sobrevivência dos seres humanos (ROBERTSON-ALBERTYN, HARDEE e STANLEY-WALL, 2016; CONSORTIUM, 2012), são responsáveis por doenças e perdas econômicas (FISHER, 2012), são a raiz da árvore da vida e a matriz que suporta a biosfera. Portanto, é imperativo educar os jovens para compreender os microrganismos (SCHAECHTER, KOLTER e RILEY-BUCKLEY, 2004).

A Sociedade Americana de Microbiologia (ASM), traçando as diretrizes para o século XXI destaca, dentre outras prioridades, a necessidade de promover o letramento sobre microbiologia. Devido a sua característica “invisível”, os microrganismos são entidades abstratas e, em grande parte, ausentes na conceituação da natureza (BARBERÁN, 2016), por isso precisamos incorporá-los nestas narrativas. Essa característica privilegia abordagens de ensino expositiva, teórica, livresca, descontextualizada e desinteressante (AZEVEDO e SODRÉ, 2014). Não obstante, apesar da sua relevância, o seu ensino tem sido falho, os alunos demonstram apenas conhecimento de senso comum e não são capazes de explicar o mundo microbiano ao seu redor usando o óculo da ciência (BYRNE e SHARP, 2006; SILVA e BASTOS, 2012; CARNEIRO, 2012; MAFRA, LIMA e CARVALHO, 2013; CÂNDIDO, 2015).

Várias estratégias de ensino têm sido estudadas com o objetivo de melhorar a aprendizagem. As estratégias de aprendizagem ativa, como a experimentação, têm sido apontadas por alcançarem o maior envolvimento dos estudantes com a ciência (HOFSTEIN e LUNETTA, 2004; GALIAZZI e GONÇALVES, 2004; CARVALHO, ANNA MARIA PESSOA DE, 2004; FOLMER, BARBOSA, *et al.*, 2009; ROCHA, 2005; DELIZOICOV e ANGOTTI, 1990) (LUNETTA, HOFSTEIN e CLOUGH, 2007). Entretanto, várias são as causas do ensino por experimentação não ser frequente nas escolas e, dentre as mais lembradas pelos professores estão a falta de material na escola, de conhecimento disciplinar, de tempo, de laboratório e o número elevado de estudantes por turma.

De acordo com Piaget e Delval (1970), nos anos finais do ensino fundamental, as crianças estão em transição entre as fases operatório concreto e operatório formal do seu desenvolvimento e já apresentam condições cognitivas de realizar aula experimental. Essa estratégia de ensino pode promover o "desequilíbrio cognitivo" necessário para a aprendizagem. Não usá-la pode representar um sub-aproveitamento das capacidades do aluno. Com efeito, na fase operatório formal o sujeito inicia o pensamento hipotético-dedutivo e torna-se capaz de desenvolver raciocínio experimental, já que é capaz de dissociar fatores isolando uma das variáveis para estudar seu efeito (PIAGET e DELVAL, 1970). Muitos intérpretes da obra de Piaget (por exemplo, Robert Karplus, 1977) inferiram que o trabalho com objetos concretos (fornecido em experiências práticas) é uma parte essencial do desenvolvimento do pensamento lógico, principalmente na fase prévia ao desenvolvimento de operações formais (HOFSTEIN e KIND, 2012).

Para seu sucesso, a experimentação deve ser bem planejada, com objetivo definido e embasamento teórico. Os conhecimentos microbiológicos são construtos teóricos e assim os experimentos sempre estarão vinculados às teorias, pois estes construtos não são observáveis, mas interpretados, preditos ou inferidos (GALIAZZI e GONÇALVES, 2004). Nos documentos oficiais essa metodologia tem sido explicitada como forma de construção de conteúdos procedimentais, tão importantes quanto os conceituais (GALIAZZI, 2001; BRASIL, 1997).

As aulas experimentais podem ser do tipo aberta, quando o estudante ajudar a organizar o experimento (ROCHA, 2005), ou estruturada, quando o estudante recebe um protocolo (HOFSTEIN e KIND, 2012). Ao oferecer um protocolo definido ou guia de experimento, os desafios estão em interpretar o protocolo, organizar e manipular os materiais, observar os resultados e checá-los com os esperados (BRASIL, 1997, p. 123).

Considerando o limitado letramento científico dos jovens brasileiros sobre ciências, particularmente microbiologia, nosso objetivo com este trabalho foi explorar a eficácia da experimentação, como proposta pedagógica para a aprendizagem sobre os microrganismos.

Metodologia

A oficina Micromundo é uma sequência de aulas experimentais sobre os microrganismos, realizadas com estudantes do ensino fundamental de escolas públicas. A avaliação da eficiência da aprendizagem foi realizada por meio da análise e categorização das respostas aos pré e pós-testes.

Sujeitos: Quatro grupos de estudantes contribuíram para esse trabalho, sendo duas turmas do 6º e duas de 8º anos, totalizando 70 estudantes de duas escolas públicas do interior do Rio Grande do Sul. A Escola 1, de Ensino Fundamental, Médio Politécnico e Magistério, localiza-se no centro da cidade, atende aproximadamente 800 alunos e seu IDEB é 4,9 (MEC, 2016), o indicador de nível socioeconômico (INSE) é alto e o indicador de formação docente é 51 (INEP, 2016). A Escola 2, de Ensino Fundamental, localizada em um bairro da periferia, recebe aproximadamente 370 alunos, embora não tenha dados oficiais do INSE nem do indicador de formação docente, possui condição socioeconômica menos favorável que a da Escola 1 e seu IDEB é 4,1 (MEC, 2016). As equipes, diretiva e de professores, foram consultadas e assentiram com a participação, assinando um convênio com o grupo pesquisador. Obtivemos a concordância dos responsáveis pelos estudantes para que os mesmos participassem do projeto, por meio de um termo de consentimento.

Através de consulta ao PPP (Projeto Político Pedagógico) das escolas, verificamos que o ensino dos “seres vivos” ocorre no 6º ano e no 7º ano. Optamos por realizar a oficina antes dos estudantes terem esse conteúdo de forma formal (6º ano) e após seu ensino (8º ano). Não foi escolhido o 5º ano devido aos mesmos ainda estarem na unidocência.

Pré e pós-testes: Sete blocos de questões compunham o instrumento (anexo 1), sendo que cada bloco buscava um entendimento conceitual específico. O instrumento foi validado através da discussão junto a três professores universitários de microbiologia e um pedagogo de uma das escolas. O escore geral dos validadores foi 49, nota considerada máxima. Dentre os professores, dois consideraram as questões pertinentes e afirmaram que os alunos conseguiriam respondê-las, uma vez que este conhecimento foi trabalhado desde o sexto ano, talvez não com a mesma profundidade de um especialista. Um professor achou algumas questões complexas apresentando dificuldades para os alunos respondê-las. Os estudantes responderam a um pré-teste na semana anterior ao início da oficina e o pós-teste um mês após o seu término. Os dados coletados foram digitados, categorizados e analisados utilizando o SPSS (Statistical Package for the Social Sciences). Com o objetivo de produzir padrões de explicação, categorizamos os dados seguindo as orientações propostas para análise de conteúdo de Bardin (2011).

As categorias propostas demonstram um nível crescente na compreensão dos conceitos sobre os microrganismos. Nível 0 (N0) – grupo com respostas incorretas, ou em que os estudantes responderam não sei ou não responderam. Nível 1 (N1) – grupo com respostas que demonstraram conhecimentos obtidos a partir de vivências diárias, diretamente ligados aos objetos concretos do mundo, concepções espontâneas. Nível 2 (N2) – grupo com respostas em que os estudantes manifestam algum nível de entendimento, com respostas parcialmente corretas ou com uso de palavras inadequadas. Nível 3 (N3) – grupo com respostas que demonstram algum nível de abstração e generalização, com linguagem científica adequada, cuja compreensão aproxima-se daquelas descritas na literatura científica. Em questões cujas respostas eram sim ou não, foi atribuído zero (0) à resposta incorreta e um (1) à resposta correta. Teste não paramétrico de Wilcoxon foi feito para amostras relacionadas e, para amostras não relacionadas, utilizamos o teste de Mann-Whitney, considerando como significativo para $p \leq 0,05$.

Realização da oficina

Foram realizadas quatro aulas (encontro) de dois períodos cada, sendo que três aulas aconteceram na escola e uma no laboratório de microbiologia da universidade (tab. 3.4). A maioria dos experimentos precisou de um tempo mínimo de 24 horas entre o momento da realização e o momento da observação e discussão dos resultados, devido à espera pelo crescimento dos microrganismos. Assim, o experimento foi realizado em uma aula e a discussão, na aula seguinte.

Quadro 1. Cronograma da Oficina Micromundo

Aula	Experimento
1ª aula	Experimento 1. De onde surgem os microrganismos?
	Experimento 2. Do que se alimentam os microrganismos?
2ª aula	Discussão dos Resultados do Experimento 1
	Experimento 3. Microrganismos no ambiente
	Experimento 4. Como podemos matar os microrganismos?
3ª aula	Discussão dos Resultados dos Experimentos 1 e 2
	Experimento 5. Fermentação
4ª aula	Observação de microrganismos ao microscópio

Descrição das aulas realizadas durante a Oficina

A estrutura didática de cada experimento foi organizada em três fases:

1º Fase – Contextualização – Por meio de questionamentos sobre situações cotidianas, buscamos entender as concepções, vivências e dúvidas dos estudantes sobre os microrganismos. As concepções espontâneas foram consideradas no entendimento de suas limitações e na interação com os conceitos científicos sobre os microrganismos. Nesta fase o aluno entende sua necessidade de aquisição de outros conhecimentos para resolver problemas cotidianos. Essa discussão aconteceu, tendo como referência implícita, o problema associado com a aula experimental que se seguiu, bem como o conhecimento gerado como resposta a esse problema.

2º Fase – Experimentação – Nesta fase, o aluno realizou o experimento para estudar um problema específico. Para execução, organizamos o material nas bancadas e cada grupo de três alunos conduziu o seu, sempre com a supervisão de um monitor. Inicialmente, orientamos o trabalho para o grande grupo, utilizando o quadro e demonstrando as técnicas de manipulação mais complexas. Em seguida, cada grupo recebeu um Roteiro da Aula, impresso, contendo as orientações para o registro e discussão dos resultados.

3º Fase – Discussão dos resultados – Os alunos receberam seus experimentos, fizeram as anotações que julgaram pertinentes e discutiram os resultados com o pequeno grupo. Por fim, cada grupo socializou seu resultado e respondeu a questão inicial. Os conhecimentos necessários ao entendimento do experimento, e os conhecimentos prévios, foram postos em confronto e organizados em conjunto para compreensão do problema em questão.

Em uma das escolas, a oficina aconteceu no laboratório. Na outra escola, os experimentos foram feitos na sala de aula, onde foram organizadas bancadas com as classes. Todo o material e os reagentes precisaram ser levados, já que nenhuma das escolas dispunha de tal material. Para prevenirmos acidentes, utilizamos material plástico, microrganismos não patogênicos e durante os experimentos reforçamos a importância dos cuidados para manipulação segura do material.

Os experimentos foram sistematizados para construir com o aluno o entendimento de que os microrganismos são seres vivos, formados por células, invisíveis a olho nu, ubíquos e congregam vários grupos de seres vivos. Nutrem-se principalmente de matéria orgânica e precisam de diferentes fatores físicos e químicos para seu crescimento e são seres vivos importantes para manutenção da vida no planeta (anexo 2).

Resultados e Discussão

A base de dados utilizada para a construção foi as respostas dadas pelos alunos aos questionários pré e pós-teste realizados na Oficina Micromundo. Assim sendo, a análise dos resultados dos 140 testes (70 pré e 70 pós-teste) é exposta em sete blocos.

BLOCO 1 - Existência de seres vivos microscópicos:

A crença na inexistência de seres vivos invisíveis a olho nu por 17,1% dos estudantes é uma lacuna importante a ser superada no ensino de microbiologia, já que é um conhecimento fundamental para a conceituação da natureza. Após a oficina esse percentual caiu pra 12,9%. O percentual de estudantes que soube exemplificar esses seres aumentou de 50% para 68,6% ($p=0,004$) após a oficina (Fig. 1Figura). Os exemplos também foram mais complexos, enquanto que, antes da oficina, os estudantes somente citaram micróbios e bactérias, após, outros exemplos foram lembrados, como: microrganismo, fungos, fermento, vírus e protozoários. O termo microrganismo, que havia sido citado por 13% dos estudantes, passou a ser lembrado por 44%.

Embora não tenha sido realizado nenhum experimento específico sobre higiene, houve aprendizagem sobre a relação entre procedimentos cotidianos de higiene e os microrganismos (Fig. 1Figura).

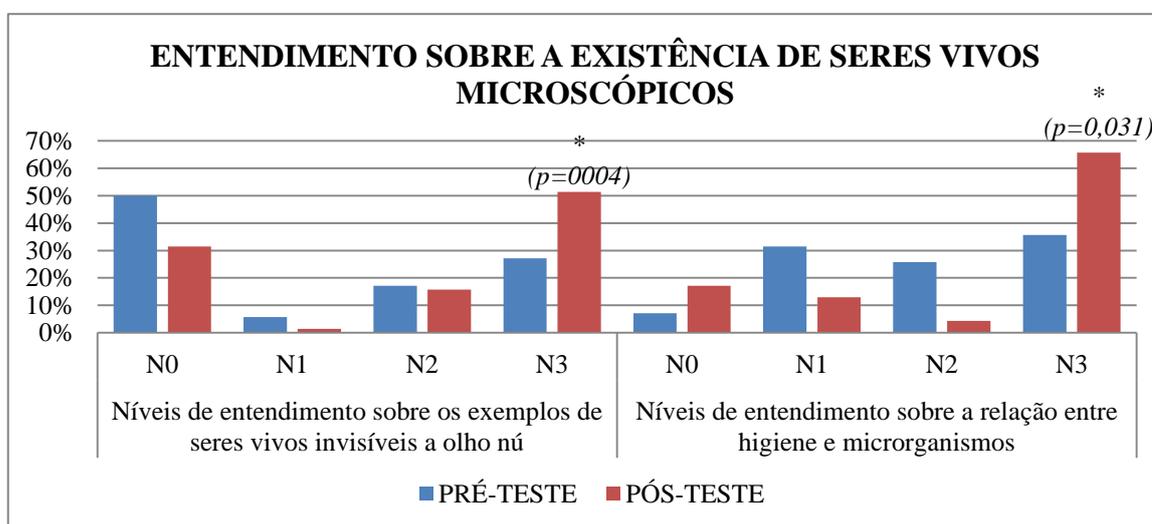


Figura 1. Entendimento sobre exemplos de seres vivos microscópicos e relação entre higiene e microrganismos. Dados apresentados a partir do percentual de respostas em cada categoria (N0, N1, N2 e N3) nos pré-teste e pós-teste. $n=70$. * $p<0,05$ em relação ao pré-teste.

A maioria (65,7%) dos estudantes articulou a necessidade de diminuir a carga microbiana da pele e mucosas com a rotina de higiene pessoal. Antes da oficina apenas 35,7% dos alunos haviam feito essa relação ($p=0,031$), concordando com os dados de Goldschmidt et al. (2015) de que as crianças aprendem por repetição, mas não necessariamente compreendem a verdadeira importância de manter estes hábitos.

BLOCO 2 - Conceito de microrganismos, micróbio e relação entre eles;

Conforme mostra a figura 2 (Figura 2), antes da oficina, no pré-teste, a maioria dos estudantes não soube descrever o conceito de micróbios (65,7%), microrganismos (62,9%) e a relação entre eles (92%). Estas respostas foram agrupadas no N0 e não houve diferença significativa entre as respostas dos estudantes do 6º e 8º anos. As respostas agrupadas na N1 demonstraram entendimento próximo do senso comum, e descreveram como microrganismos/micróbios: “Um tipo de ser presente no mundo”, “Larvas”, “Corpos invisíveis a olho nu”, “Moléculas pequenas”, “Partículas”, “São umas coisas que temos no corpo”, “Pequenos elementos que estão em tudo o que fazemos”, “Coisas que a gente não vê”, “Seres pequenos que vivem em células”, “Micróbios multicelulares”.

Alguns fizeram descrições de microrganismos/micróbios parcialmente corretas, agrupadas na Categoria N2: “Células”, “Micróbios”, “Fungos”, “Seres vivos que ajudam ou prejudicam no modo de defesa do nosso corpo contra bactérias”, “Seres vivos pequenos que vivem em vários lugares”, “Pequenos seres que vivem em nosso organismo”, “São germes”, “Organismos pequenos”, “Seres vivos compostos por células”, “Bichinho pequeno que deixa sua boca podre”, “Organismos que existem no ar”, “Microbactérias que temos no corpo”, “São vírus que podem ser transmitidos ao comermos ou até encostarmos em algo”, “São germes que provocam doenças”, “Bactérias que prejudicam nosso corpo”.

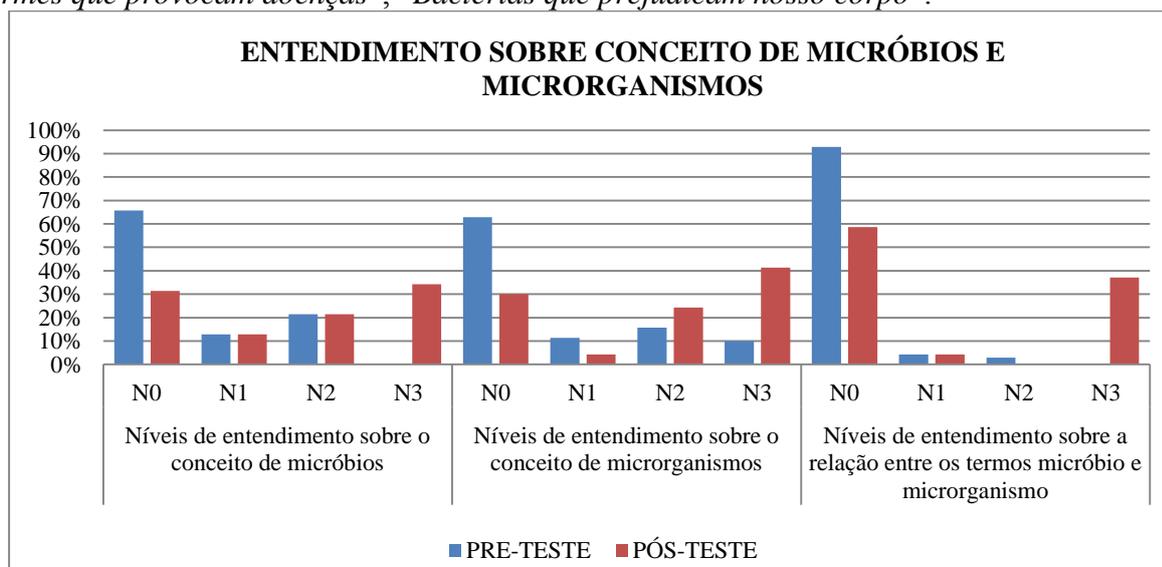


Figura 2. Conceito de micróbios, microrganismos e a relação entre os dois. Dados apresentados a partir do percentual de respostas em cada categoria (0, 1, 2, 3) no pré e pós-teste. n=70. *p<0,05 em relação ao pré-teste.

Apenas 10% descreveram o conceito correto de microrganismos e nenhum estudante descreveu o conceito correto de micróbios. Na Categoria N3, as respostas foram: “Organismos que não podem ser vistos a olho nu”, “Pequenos seres vivos que fazem o bem e o mal”, “Seres vivos que se alimentam de nutrientes, conhecidos como fungos, bactérias, etc.”, “Bactérias, fungos, algas e protozoários, são pequenos seres vivos”, “Bichinhos que podem ser vistos com microscópio”, “É o nome científico dos micróbios”, “Seres unicelulares que não podem ser vistos a olho nu”.

Antes da oficina, a grande maioria dos alunos pensava que os micróbios eram capazes de causar doenças e os microrganismos não, ou que são seres vivos de tamanhos diferentes. Entretanto, é preocupante que um conhecimento adquirido fora do ambiente escolar, arraigado no indivíduo, seja tão difícil de ser reconstruído com bases científicas. Em uma investigação sobre conceito de microrganismos, realizado com alunos de terceiro ano do ensino médio, os

autores concluíram que 48% têm conceitos errados ou não sabem responder sobre o tema (ALBUQUERQUE, BRAGA e GOMES, 2013).

A experimentação melhorou significativamente ($p=0,000$) o percentual de estudantes com respostas N3 sobre o que são microrganismos (de 10% para 41,4%), micróbios (de 0% para 34,3%) e a relação entre os dois (0% para 31,1%).

Após a oficina, os estudantes argumentaram que “*micróbios e microrganismos são termos diferentes utilizados para designar um grupo de seres vivos que não podem ser vistos a olho nu*”, ou ainda que “*o termo micróbio é mais popular entre os indivíduos leigos e o termo microrganismos é usado no meio escolar e acadêmico*”.

BLOCO 3 - Ubiquidade dos microrganismos:

Embora o entendimento de que os microrganismos são capazes de crescerem em diversos ambientes ter sido expresso pela maioria dos estudantes, muitos associavam ambientes aparentemente limpos à esterilidade. Com isso foi possível compreender os limites da compreensão em relação a conceitos como limpeza, assepsia, desinfecção e esterilidade e colonização termos frequentemente encontrados no cotidiano.

Conforme mostra a Figura 3, antes da oficina, um percentual de estudantes acreditava que não existiam microrganismos em alguns locais específicos. Com a realização do Experimento 3, muitos estudantes conseguiram modificar suas concepções, sabendo que nesse caso, as concepções espontâneas dos estudantes são incompatíveis com a concepção científica e que deverão ser substituídas.

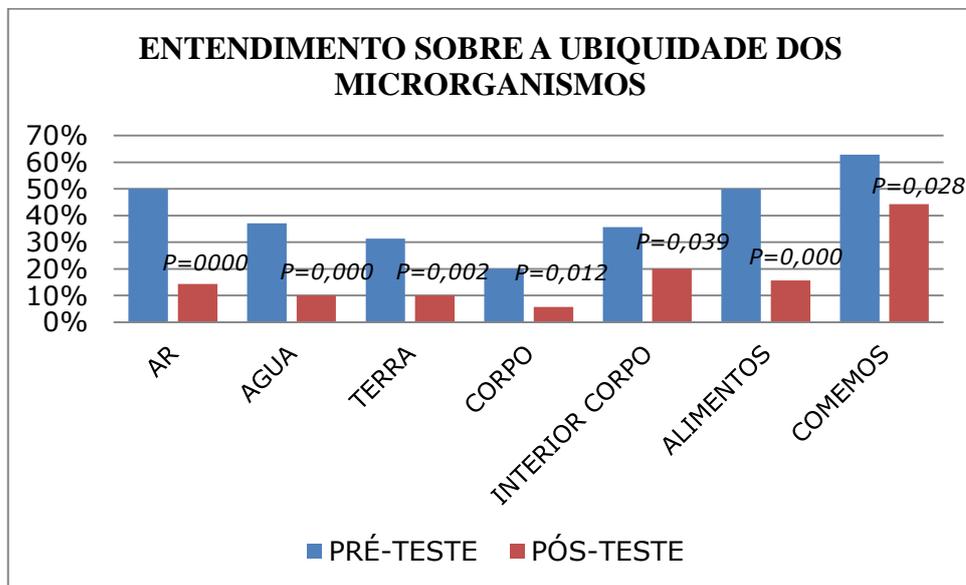


Figura 3. Ubiquidade dos microrganismos. n=70. Dados apresentados a partir do percentual de respostas em cada categoria no pré-teste e pós-teste. * $p<0,05$ em relação ao pré-teste.

BLOCO 4 - Fatores importantes para o crescimento microbiano:

O que os micróbios precisam para viver?

Antes da oficina, 50% dos estudantes não souberam responder a esta questão ou deram respostas incorretas (N0). Foram agrupadas na Categoria N1, mencionando que os micróbios precisam de “*sujeira*”, “*ferida*”, “*poluição*”, “*Comida*”, “*Células vivas*”, “*Nosso ser ou o que ele come*”, “*De ser vivo*”, “*Restos de alimentos*”, 15% das respostas.

Depois das aulas experimentais, principalmente a de cultivo dos microrganismos, diminuiu para 20% ($p=0,000$) o percentual das respostas N0 (Fig. 4). Pelo menos um fator importante para o crescimento microbiano passou a ser relatado por 25% dos estudantes, tendo assim suas respostas agrupadas na Categoria N2. Respostas agrupadas na Categoria N3 foram apontadas por 11% dos estudantes, que mencionaram dois ou mais fatores importantes para o desenvolvimento dos microrganismos, como por exemplo, “Calor, água e alimentação”, “Nutrientes e temperatura adequada”, “Calor baixo e proteínas”, “Lugar fechado e quente”, “Comida, ar e não muito frio”, ou “Alimento orgânico”.

Do que os micróbios se alimentam? Ao investigarmos as concepções prévias dos alunos verificamos que 47% não souberam responder a essa questão (N0), 19% das respostas ficaram na Categoria 1, como, por exemplo, se alimentam de “sujeira”, “coisas estragadas”, “lixo”, “sangue”, “terra”. Pouquíssimos estudantes demonstraram entendimento passível de serem agrupados nas Categorias 2 (6%) e 3 (1%) (Fig. 4).

A preparação do meio de cultura para cultivo microbiano, com material conhecido dos alunos, colaborou para aumentar para 19% ($p=0,000$) o percentual de estudantes com respostas na Categoria N3, afirmando que os microrganismos se alimentam de “matéria orgânica” ou que “fazem decomposição”.

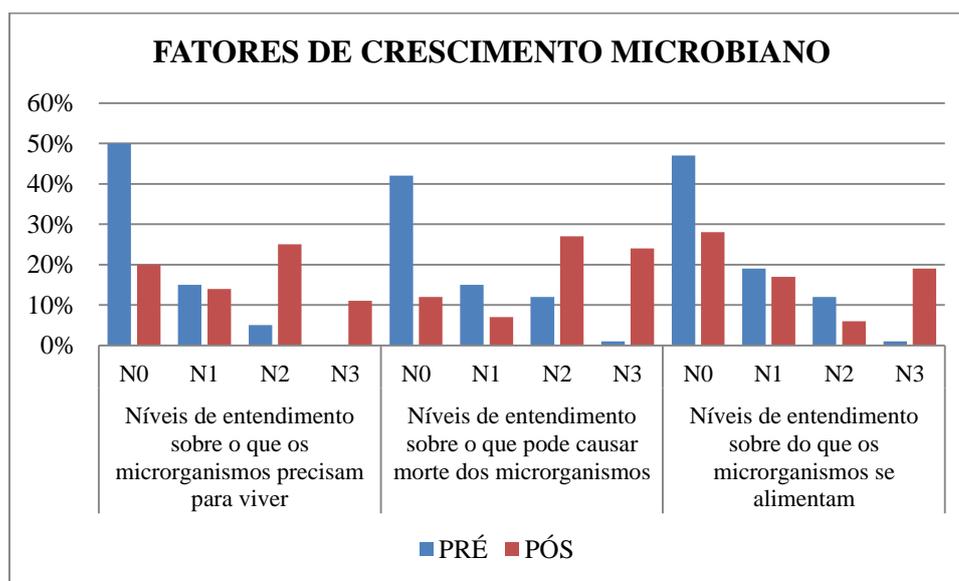


Figura 4. Fatores de crescimento microbiano. Dados apresentados a partir do percentual de respostas em cada categoria (N0, N1, N2, N3) no pré-teste e pós-teste. $n=70$. $*p<0,05$ em relação ao pré-teste.

O que pode causar a morte dos micróbios? Antes da oficina, 42% dos estudantes não souberam responder essa questão (N0). Um único estudante demonstrou entendimento (N3) sobre os fatores que levam a morte desses seres. Após as atividades experimentais, a compreensão de que existem fatores físicos e químicos capazes de matar microrganismos melhorou significativamente ($p=0,000$), e somente 12% dos estudantes não souberam responder (N0). Um alto percentual (38,6%) soube citar pelo menos um fator físico ou químico capaz de matar os microrganismos, como por exemplo, “calor”, “álcool”, “vinagre”, “falta de oxigênio”, “falta de alimentos”, “produtos antissépticos”, “desinfetantes”, “antimicrobianos”. O percentual de estudantes capaz de descrever dois ou mais fatores com poder antimicrobiano (N3) subiu de 1 para 19%.

Em relação à aprendizagem sobre os fatores importantes para o crescimento dos microrganismos, observamos que os alunos demonstravam pouco ou nenhum conhecimento para interagir com o conhecimento escolar. Foi notório que a participação ativa dos alunos, ao realizarem os experimentos de preparação de meio de cultura, cultivo de bactérias e fungos do ambiente, teste de antimicrobianos, invocou alguns conceitos relacionados aos fatores necessários à vida de qualquer ser vivo. Essas concepções foram fundamentais como ligações para o entendimento dos microrganismos como seres vivos e, portanto, portadores dessas mesmas necessidades.

BLOCO 5 - Importância dos microrganismos:

Por que é importante estudar os micróbios? Como pode ser observado na figura 5, no pré-teste, 52,9% dos estudantes não souberam explicar o porquê de se estudar microbiologia (N0) e 22,9% deram respostas como: “*Obtermos conhecimento*”, “*Saber sobre eles*”, “*Saber se eles podem ser bons*”, “*Gosto de aprender*”, “*Porque é uma coisa interessante*”, agrupadas na Categoria N1. As respostas de 21,4% dos estudantes agrupadas na Categoria N2 descreveram: “*Porque são seres vivos*”, “*Vencer eles e ter uma cidade sem micróbios*”, “*Para achar a cura para doenças*”, “*Sabermos dos perigos que causam*”, “*Porque nos fazem mal*”, “*Para não pegar nenhum*”, “*Saber combatê-los*”, “*Para não sermos contaminados*”, “*Para proteger nossa saúde*”, “*Prevenção*”, “*Relacionado à doença*”, “*Sabermos dos perigos que causam*”, “*Prevenir doenças*”, “*Entender as doenças e prevenir para que os micróbios não afetem nosso corpo*”.

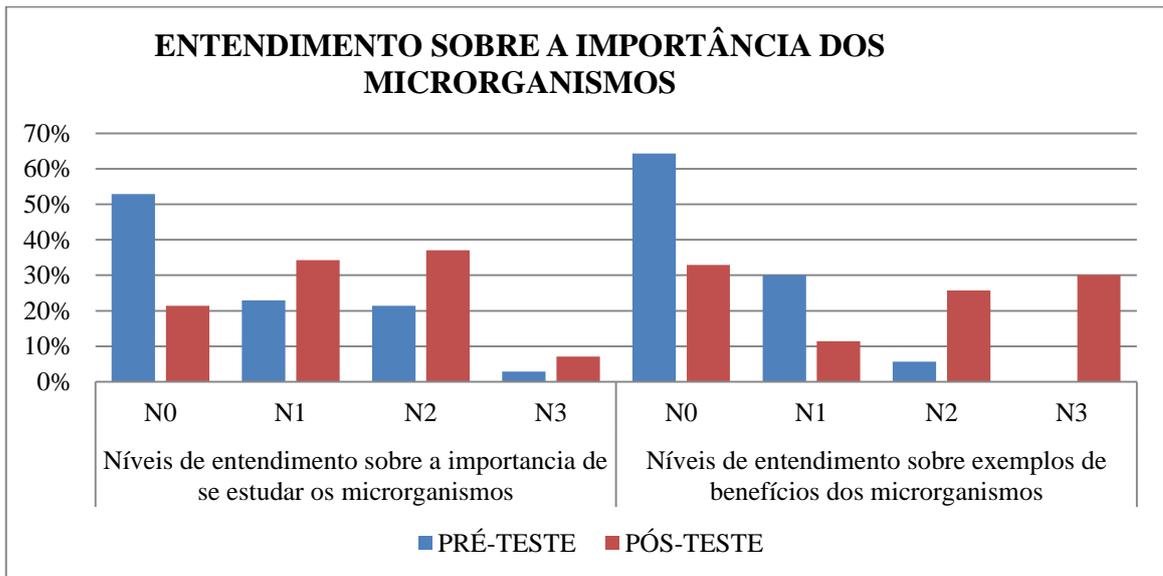


Figura 5. Importância dos microrganismos. Dados apresentados a partir do percentual de respostas em cada categoria (0, 1, 2, 3) no pré-teste e pós-teste. n=70 *p<0,05 em relação ao pré-teste.

Estes mencionaram os microrganismos como causadores de doenças. Deixando clara a inexistência de concepções acerca da sua função na natureza. Outros estudos recentes sobre a mesma temática também fizeram as mesmas constatações (SILVA e BASTOS, 2012; BRUM e DA SILVA, 2015). Provavelmente esse resultado se deva a grande influência da mídia sobre as concepções dos alunos (BRUM e DA SILVA, 2015).

Será que eles fazem alguma coisa boa? Exemplifique: Ao pedir algum exemplo de benefício dos microrganismos, 64,3% dos estudantes não souberam responder, 30% deram respostas como: “*Eles matam elementos ruins*”, “*Sustentar o corpo*”, “*Combatem os*

micróbios”, “*Podem nos ajudar a matar doenças e vírus*”, “*Alguns fazem o bem*”, “*Protegem o corpo*”, “*Protegem nosso corpo*”, “*Ajudam no nosso corpo*”.

Após as aulas experimentais, principalmente da aula sobre fermentação, quando vários exemplos de utilização dos microrganismos foram discutidos, o percentual de alunos que soube a importância de se estudar microbiologia melhorou consideravelmente ($p=0,000$), 25,7% passaram a citar pelo menos um exemplo de benefícios dos microrganismos sendo categorizadas como N2 ($p=0,000$). Lembraram-se de mais de um exemplo, como: “*Nos protegem das bactérias ruins*”, “*Alimentos*”, “*Remédios*”, “*Pão*”, “*Fermento*”, “*Proteger e produzir alimentos*”, “*Decomposição*”, “*Iogurte*”, “*Avisam quando alimento estragou*”, “*Ajudam a digerir os alimentos*”, “*Decomposição e fabricação de alguns alimentos*”, “*O fermento, por exemplo, produz um gás carbônico que faz o pão que comemos crescer*”, “*Fermentam e ajudam meio ambiente*”, 30% dos alunos, cujas respostas foram agrupadas na Categoria N3.

BLOCO 7 - Noções sobre células:

O que é uma célula? Antes da oficina, 70% dos estudantes não demonstraram entendimento conceitual sobre célula. Vários alunos (20%) relacionam a célula somente com a constituição do próprio corpo. Somente 10% descrevem que as células formam todos os seres vivos. Ao final da oficina, 28,6% dos estudantes ($p=0,020$), passaram a compreender a célula como estrutura presente em todos os seres vivos. Outro estudo que também identificou conceitos não compatíveis com o saber científico sobre células atribuiu à falta de conhecimento da Teoria Celular (SEPEL, 2009).

A compreensão de que os microrganismos são seres vivos e por isso, formados por células foi investigada por meio de duas questões objetivas. A primeira delas pedia que os alunos marcassem com um x as alternativas que acreditassem conter um ser vivo. A segunda questão pedia para que os alunos marcassem as alternativas que contivessem seres formados por células.

Como mostra a Figura 6, alguns alunos, independente da série, afirmaram que micróbios, bactérias, microrganismos e mofos não são seres vivos nem são formados por células.

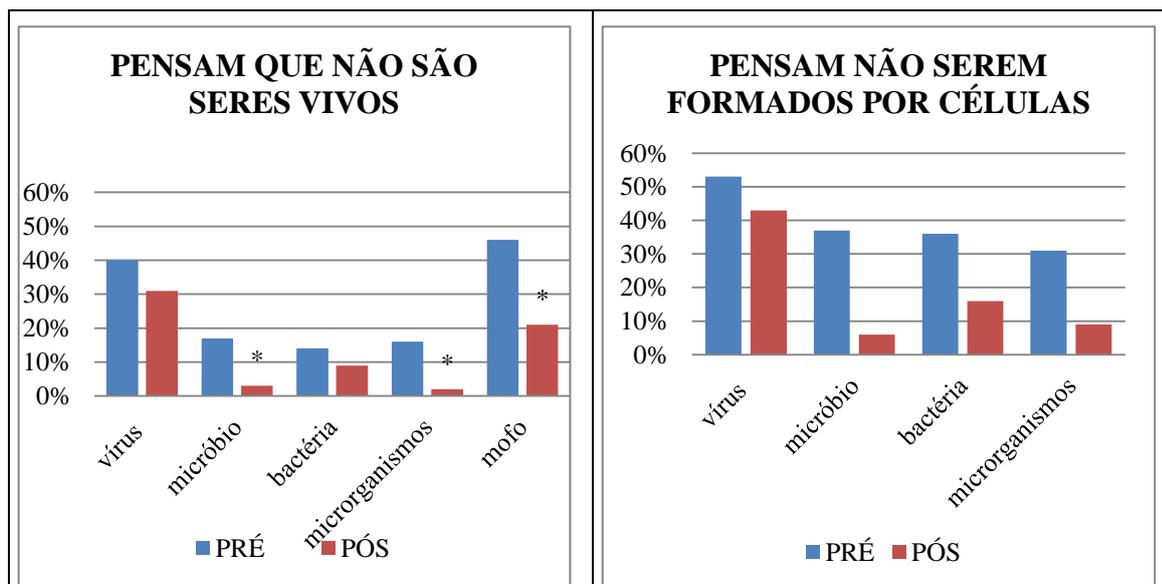


Figura 6 - Microrganismos como seres vivos. Entendimento sobre classificação e estrutura celular dos microrganismos. A. alunos que negam a relação desses organismos com os seres vivos. B. alunos que negam esses organismos serem formados por células. * $p<0,05$ em relação ao pré-teste.

Um dado impressionante é que 46% dos estudantes não entendem que o mofo é um ser vivo, esse percentual diminuiu para 21% ($p=0,000$) após a oficina, mas permaneceu alto. Percebe-se que um conceito básico de que os microrganismos são seres vivos formados por células ainda não foi construído por muitos estudantes do 6º e do 8º anos. Esse dado é preocupante, pois sabemos que conceitos alicerçadores da ciência são necessários para que o aluno seja capaz de analisar e interpretar fenômenos.

DESEMPENHO GERAL DO ALUNO

Houve uma melhora significativa no escore geral dos estudantes após a oficina. No pré-teste, a média geral dos alunos foi de $18,0 \pm 6,0$ e após a oficina $30,4 \pm 9,2$ ($p=0,000$), melhorando em 66,67% (Figura 7). Apenas dois alunos não melhoraram suas notas no pós-teste, a reelaboração de algum conceito foi observada nos outros 97% dos alunos, que ao descreverem seu entendimento sobre os microrganismos, aproximaram-se das definições presentes na literatura científica, embora com palavras de seu próprio vocabulário. Esse efeito positivo aconteceu pela participação ativa na construção do conhecimento (FREEMAN, 2014); pela interação com os colegas, professores ou outros materiais de pesquisa (DA SILVA e DORNFELD, 2016); pela construção de “memória episódica” que pode dar suporte ao desenvolvimento de conhecimento conceitual (WHITE, 1991).

Nesta pesquisa no pré-teste 57% dos alunos ficaram abaixo da média de 18,01. No pós-teste, houve um aumento da média para 30,4, quando 45,7% dos alunos ficaram abaixo desta média e 10% continuaram abaixo da média do pré-teste (18,1). Mostrando que mesmo com todo o esforço do professor em realizar práticas de ensino diferenciadas, alguns alunos não têm melhora significativa nos escores dos testes. O envolvimento e as atitudes dos alunos durante as aulas influenciam a decisão do professor em preparar atividades diferenciadas. O professor, muitas vezes, deseja realizar esse tipo de atividade, mas se desmotiva com a falta de interesse de alguns alunos em detrimento daqueles interessados. Constatamos que a maioria dos estudantes melhorou o aprendizado.

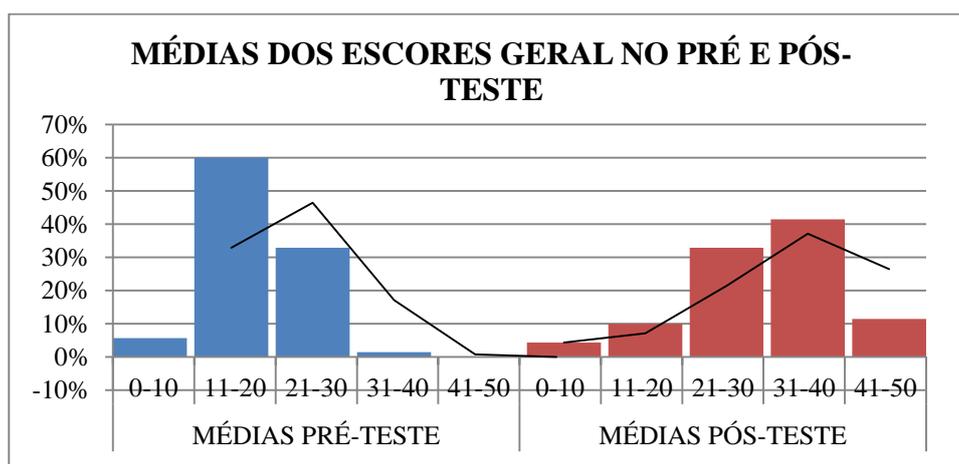


Figura 7- Médias dos escores obtidos a partir do somatório das notas de todos os participantes da Oficina. n=70

Em todas as turmas percebemos interesse e motivação, da maioria dos estudantes, pelas atividades, com os questionamentos sempre ligados a questões de saúde. Alguns alunos, que não mostravam interesse durante os experimentos na escola, ficaram mais animados com a

visita à universidade. Conforme relato dos estudantes, a maioria nunca havia tido contato com um laboratório até a Oficina Micromundo.

Não foi observada diferença significativa entre as médias dos estudantes do 6º e 8º anos. Conforme mostra a Figura 3.19, foi possível observar que houve diferença significativa entre os escores das escolas, tanto no pré-teste quanto no pós-teste ($p=0,040$). Provavelmente esse resultado se deva a diferenças no nível socioeconômico dos estudantes de cada uma delas concordando com os dados dos Relatórios do ENEM (INEP 2016).

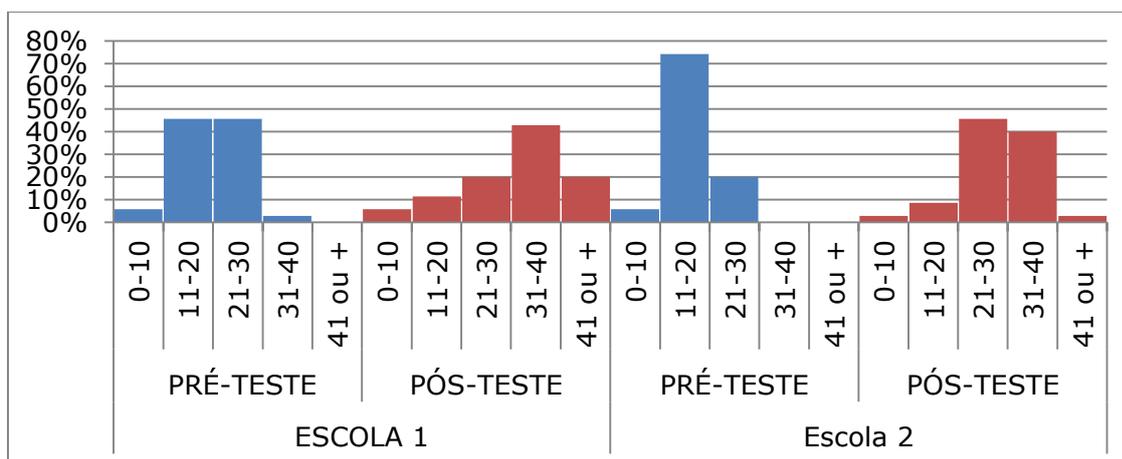


Figura 8 - Percentual de estudantes categorizados conforme a nota, do pré e pós-teste para cada escola.

3.3.1 Considerações Finais

A experimentação por si só não é garantia de aprendizagem. Durante uma aula experimental, vários são os meandros para o seu sucesso como metodologia de ensino. É importante privilegiar o raciocínio crítico, estimular a criatividade, observação, e não somente a ação mecânica. O desenvolvimento cognitivo é favorecido pela dinâmica do trabalho e discussão em grupo, pois junto com a aprendizagem propiciam sentimentos de alegria, bem estar e felicidade (DA SILVA e DORNFELD, 2016). Para Gaspar (2005), as vantagens da estratégia experimental estão na discussão da ideia central do experimento, na riqueza da interação social que ela desencadeia e na possibilidade de propiciar um maior envolvimento, estimulando-o a arriscar previsões, o que dificilmente acontece nas aulas teóricas.

A partir da análise dos questionários do pré-teste, percebemos que os estudantes foram capazes de resgatar conceitos, presentes na sua estrutura cognitiva, sobre o mundo microbiano. Entretanto foi evidente que a maioria era incompleta ou incompatível com os saberes científicos. Os experimentos de microbiologia provocaram um conflito entre esses conceitos e os problemas apresentados. Nesse espaço de desequilíbrio criamos condições para novos esquemas que levaram a aprendizagem.

Percebemos que é comum que os alunos continuem argumentando, sobre as atividades diárias envolvendo microrganismos, usando as suas concepções alternativas, embora saibam o conhecimento científico envolvido nessas ações. Por exemplo, ainda que entendam que o apodrecimento das frutas é um processo de decomposição causado por fungos e bactérias, não vão usar essa linguagem cotidianamente. Ou mesmo sabendo da existência de diferentes grupos de seres vivos referidos por micróbios continuam generalizando esse termo. Supostamente o cenário apresentado nesse trabalho é o mesmo de muitas outras escolas, ou seja, o conhecimento dos alunos sobre microbiologia é resultado de um ensino baseado na memorização de conteúdos. Entretanto, na medida em que novos conceitos vão sendo incorporados às estruturas cognitivas dos alunos e adquirem significado a partir das suas

concepções, podemos afirmar que a aprendizagem, de fato, aconteceu. (PELIZZARI, 2002; NARDI e GATTI, 2004).

Sob a ótica da teoria construtivista de Jean Piaget (1896-1980) as crianças constroem os conceitos científicos, como consequência da aplicação do pensamento lógico, resultado da interação com objetos e fenômenos. O sujeito começa a desenvolver conceitos sobre os fenômenos naturais ainda antes da instrução formal e chega à escola com entendimentos prévios sobre os conceitos científicos que lá irá aprender (JONES e RUA, 2006). Esse entendimento, que pode ser ou não consistente com o conhecimento científico, embasa as explicações que terá frente às experiências cotidianas. Alguns trabalhos mostram que os alunos podem manter concepções alternativas simultaneamente aos novos conceitos científicos (MORTIMER, 1996; POSNER, 1982).

Com aulas experimentais envolvendo coleta de microrganismos do ambiente, utilização de produtos antimicrobianos e procedimentos de desinfecção e fermentação, os alunos estabelecem conexões com suas experiências de vida. Além do conflito cognitivo, essa conexão faz com que eles se tornem engajados com o problema em questão e se esforcem para entendê-lo e solucioná-lo (FASS, 2004). Foi notório o quanto a experimentação influenciou positivamente a aprendizagem sobre microrganismos, visto que os alunos passam a vivenciar temas que, quando trabalhados em aulas teóricas, são extremamente abstratos.

Após participarem da oficina experimental Micromundo, a maioria dos estudantes foi capaz de entender quem são os microrganismos; como vivem; onde estão; sua importância e também sua constituição celular. Houve uma melhora de 66,67% na média geral do desempenho desses estudantes.

Portanto, atividades experimentais são estratégias indispensáveis para melhorar o aprendizado de microbiologia. Em consequência legitimamos a necessidade de organização de espaços adequados e aperfeiçoamento dos professores para real implementação desse tipo de prática nas escolas.

3.3.2 Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, G. G.; BRAGA, R. P. D. S.; GOMES, V. Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso no cotidiano. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 2, n. 1, 2013.

AZEVEDO, T. M.; SODRÉ, L. Conhecimento de estudantes da educação básica sobre bactérias: saber científico e concepções alternativas. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v. 4, n. 2, 2014.

BARBERÁN, A. . H. T. J. . M. A. A. . & F. N. Microbes Should Be Central to Ecological Education and Outreach. *Journal of microbiology & biology education*, v. 17, n. 1, p. 23, 2016.

BARDIN, L. ANÁLISE DE CONTEÚDO. Tradução de Luis Antero Reto e Augusto Pinheiro. 70. ed. São Paulo: Almedina Brasil, 2011. 279 p.

BODELIER, P. Toward understanding, managing, and protecting microbial ecosystems. *Frontiers in Microbiology*, v. 2, p. 80, 2011.

BRASIL, Ministério da Educação e Cultura. PARAMETROS CURRICULARES NACIONAIS - CIENCIAS NATURAIS. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BRUM, W. P.; DA SILVA, S. D. C. R. as concepções de estudantes do ensino fundamental sobre bactérias e suas relações com a saúde humana. *Revista Ciências & Ideias*, v. 6, n. 2, p. 60-70, 2015.

BYRNE, J.; SHARP, J. Children's ideas about micro-organisms. *School science review*, v. 88, n. 322, p. 71-79, 2006.

CÂNDIDO, M. D. S. C., SANTOS, M. G., DE MEDEIROS AZEVEDO, T., & NETO, L. S. Microbiologia no Ensino Médio: analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa escola estadual paraibana. *Ensino, Saúde e Ambiente*, v. 8, n. 1, 2015.

CARNEIRO, M. R. P., PESSOA, T. M. S. C., DOS SANTOS, D. R., & MELO, C. R. Percepção dos alunos do ensino fundamental da rede pública de Aracaju sobre a relação da Microbiologia no cotidiano. *Scientia Plena*, v. 8, n. 4a, 2012.

CARVALHO, A. M. P. *O ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática*. Sao Paulo: ed Thompson, 2004.

CONSORTIUM, HUMAN MICROBIOME PROJECT, function and diversity of the healthy human microbiome. *Nature*, v. 486, n. 7402, p. 207-214, 2012.

DA SILVA, D. T.; DORNFELD, C. B. Dinâmicas de grupo em aulas de biologia: uma proposta motivacional para a aprendizagem. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, v. 15, n. 1, p. 147-166, 2016.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. *Metodologia do ensino de ciência*. Coleção magistério. 2o. grau. Série formação do professor. São Paulo: Cortez, 1990.

FASS, M. F. *Connecting Microbiology With the World Outside: Constructing Opportunities for Authentic Learning in the Classroom and the Community*. Focus On Microbiology Education, Miami, Volume 10, n. 2, Winter 2004.

FISHER, M. C., HENK, D. A., BRIGGS, C. J., BROWNSTEIN, J. S., MADOFF, L. C., MCCRAW, S. L., & GURR, S. J. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. *Nature*, v. 484, n. 7393, p. 186-194, 2012.

FOLMER, V. E. A. "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*, v. 8, n. 1, p. 232-254, 2009.

FREEMAN, S., EDDY, S. L., MCDONOUGH, M., SMITH, M. K., OKOROAFOR, N., JORDT, H., & WENDEROTH, M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 111, n. 21, p. 8410-8415, 2014.

GALIAZZI, M. D. C., ROCHA, J. M. D. B., SCHMITZ, L. C., SOUZA, M. L. D., GIESTA, S., & GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GALIAZZI, M. D. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. *Quim. Nova*, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GOLDSCHMIDT, A. I., JÚNIOR, J. L. G., MICHELOTTI, A., SILVA, V., & DA SILVA LORETO, E. L. Investigação das concepções sobre higiene e uso de metodologias alternativas. *Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas*, v. 10, n. 19, 2015.

HOFSTEIN, A.; KIND, P. M. Learning in and from science laboratories. In: *Second international handbook of science education*. Springer Netherlands, p. 189-207, 2012.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. *Science education*, v. 88, n. 1, p. 28-54, 2004.

- JONES, M. G.; RUA, M. J. Conceptions of germs: expert to novice understandings of microorganisms. *Electronic Journal of Science Education*, v. 9, n. 1, 2004.
- LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN, A.; CLOUGH, M. P. Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. *Handbook of research on science education*, p. 393-441, 2007.
- MAFRA, P.; LIMA, N.; CARVALHO, G. S. D. IX Seminário Internacional de Educação Microrganismos e saúde no 1º e 2º ciclos do ensino básico: percepções das crianças. IX Seminário Internacional de Educação Física, Lazer e Saúde: desafios e oportunidades num mundo em mudança, v. 1, [S.l.]: [s.n.], p. 856-868, 2013.
- MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos. *Investigações em ensino de ciências*, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.
- NARDI, R.; GATTI, S. R. T. A review of the constructivist research in the last decades: spontaneous reasoning, conceptual change and science education. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 115-144, 2004.
- NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências problemas e soluções Science textbooks: problems and solutions. *Ciência & Educação*, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.
- OECD. PISA 2012 - Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy,. [S.l.]. 2013.
- PELIZZARI, A., KRIEGL, M. D. L., BARON, M. P., FINCK, N. T. L., & DOROCINSKI, S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. *revista PEC*, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.
- PIAGET, J.; DELVAL, J. A. La epistemología genética. [S.l.]: A. Redondo, 1970.
- POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W., & GERTZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. *Science education*, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.
- ROBERTSON-ALBERTYN, S.; HARDEE, E.; STANLEY-WALL, N. R. Microbe Motels: An Interactive Method to Introduce the Human Microbiome. *Journal of microbiology & biology education*, v. 17, n. 2, p. 282, 2016.
- ROCHA, J. B. T. A. F. A. S. O ensino de ciências para além do muro do construtivismo. *Ciência e cultura*, n. 4, p. 26-27, 2005.
- SCHAECHTER, M.; KOLTER, R.; RILEY-BUCKLEY, M. S. Microbiology in the 21st Century: Where are We and where are We Going?. *American Academy of Microbiology*, p. 1-21, 2004.
- SEPEL, E. L. S. L. J. B. T. R. 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*, v. 8, p. 338–343, Winter 2009.
- SILVA, M. S. D.; BASTOS, S. N. D. Ensino de Microbiologia: Percepção de docentes de discentes nas escolas públicas de Mosqueiro, Belém, Pará. III ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE—UFF. Niterói-RJ: [s.n.]. 2012.
- WHITE, R. T. Episodes, and the purpose and conduct of practical work. In: WOOLNOUGH, B. E. *Practical science*. UK: Open University Press., 1991. p. 78–86.

3.4 Manuscrito 3: Role of experimentation in the consolidation of long-term memory about micro-organisms

The Role of Experimentation in the Consolidation of Long-Term Memory about Microorganisms

Terimar Ruoso Moresco^{1,2}, Nilda Vargas Barbosa^{2,3}, João Batista da Rocha^{2,3}

¹ Departamento de Ciências da Saúde – Campus Palmeira das Missões – UFSM - Brazil

² Programa de Pós Graduação em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde - CCNE – UFSM - Brazil

³ Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular - CCNE – UFSM - Brazil

Abstract

The present study examined the role of Experimentation in the Consolidation of Long-Term Memory about Micro-Organisms in students of Elementary school. The research subjects included 54 students from Elementary School (6th and 8th grades), of which 22 participated of experimental teaching when are the 6th grade and 32 not participated and are aged between 10 and 13 years old. We evaluated the performance of students using three metrics: one tests applied before the workshop, another applied immediately after the workshop and a third, applied 18 months after the workshop, when those students were in 8th grade. Another thirty-two students from 8th grade participate in only one test. In conclusion, the findings show that students increased the performance in the microbiology test, even some time later, when compared with what they knew before the experimental teaching and compared with the students without experimental teaching about microorganisms. Suggesting that experimental teaching is fundamental to teaching and learning about this subject.

Keywords: microorganisms, experimental teaching, learning long term

Introduction

Teachers are the pillar of the educational system, they try to stimulate the learnedness to students with different ways of learning, and they need to review the strategies to assist different types of learners. In this context, cognitive neuroscience has been a great ally of education, since it adds knowledge about the biological aspects of learning.

Learning is the biological process of acquiring new knowledge about the world, and memory is the process of retention and reconstruction of that knowledge over time. Most of our knowledge of the world and most of our abilities are not innate but learned. So we are who we are largely because of what we learn and what we remember and forget (KANDEL, 2014, p. 1).

To learn the student must deal with the information received through the senses which reach the central nervous system (CNS). In this science, memory is the organic substrate for learning to occur. This connection of learning with memory can be explained in the following way: when known information arrives at the CNS, it generates a memory, when new information arrives at the CNS, it does not evoke anything, but it produces change that, from the neurobiological point of view, is considered learning (ROTTA, OHLWEILER and DOS SANTOS RIESGO, 2016). Memory is the storage and evocation of information acquired through experiences, the acquisition of memories is called learning and occurs when the individual is subjected to stimulate and/or experiences that are translated in changes in the brain (IZQUIERDO, 1989).

Many scientists and science teachers agree that experimental activities play an important role in learning science. There is some evidence that a significant number of students view scientific experiments as being enjoyable (Cerini et al., 2003, p.10). Experimental activities can trigger multisensory stimuli, since they are able to involve different senses, thus activating different areas of the CNS (MAIATO, 2013). These different stimuli contribute to the liking for this type of class.

Experimental class is an essential component of science teaching and learning, because it develop both the scientific knowledge and the knowledge of science, as well as increase the interest of the students in science and motivate them to pursue their study (MILLAR, 2004). Experimental class can increase students' sense of

ownership of learning. The role of the teacher is help the students to compare their results with those of their peers and with the scientific community in general (DILLON, 2008, p.6).

This work began when we developed and applied the "Microworld" workshop. The public engaged was primary school students. The purpose of the Workshop was to use interesting activities to get the kids to think about how microbes are fascinating. Furthermore, we aimed to develop a workshop that could be used in the future microbiology class for basic education and teacher graduation. In the previous works, we obtained positive results with the learning of contents about microorganisms immediately after the experimental activity "Microworld", with 6th and 8th grade students. In this article we present the results of the long-term learning of the contents of the workshop. Specifically, we evaluated the potential of the workshop "Microworld" as a long term teaching strategy.

Procedure

The question we sought to answer was: Is the Experimental teaching efficient to improve elementary school students' performance in science for long term? We evaluated the performance of students using three metrics: one tests applied before the workshop, another applied immediately after the workshop and a third, applied 18 months after the workshop, when those students were in eighth grade.

Participants:

This work was applied to students of two public schools from Palmeira das Missões-RS, Brazil. The first Elementary School, serves approximately 800 students, its IDEB is 4.9 (MEC, 2016). The second Elementary School receives approximately 370 students and its IDEB is 4.1 (MEC, 2016). Management teams and teachers, agreed to participate by signing an agreement with the research group and responsible for the students signed a consent form.

The study was carried out in three moments: pre-test (PRE), workshop, post-test (POS) and long-term post-test (LP). This study involved in Twenty-two students. They are 10 to 12 years-old students at the time of the pre-test, workshop and post-test, and 11 to 14 years-old in the post-test LP, when they were already in the 8th grade. Those students participated through all the study moments. Another thirty-two 13 years-old students from 8th grade, participate in only one test.

Experimental design:

In previous study, 40 sixth-grade students participated in the Workshop Experimental teaching "Microworld", those we called Group with Workshop (GW+). To verify their long-term efficiency in microbiology learning, tests were conducted before the workshop, immediately after it and 18 months later. Of the 40 workshop participants, only 22 students were found to apply the tests (LP). It was also applied the last test to 32 students of 8th grade who did not had the workshop, Group without workshop (GW-). In each of the schools, the students were redistributed in the grade of the following years, so students who had the workshop had classes together with those who did not had the workshop. The GCO and GSO groups participated in normal science classes during the 6th, 7th and 8th grade with the same teacher, in the same school and with the same sequence of contents, that is, both were submitted to the same learning conditions. On the day the LP was held, every 8th grade student answered the tests, which were then classified according to previous records in: GSO and GCO students.

Workshop

The construction, execution of the experimental activities and evaluation of its efficiency as a microbiology teaching methodology for students of Elementary School in the view of the teacher and students of the Workshop Experimental "Microworld" are described in previous articles: "Ensino de Microbiologia Experimental para Educação Básica no Contexto da Formação Continuada (submitted to *Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*) and "Experimentação como Estratégia Didática para Melhorar a Aprendizagem de Microbiologia no Ensino Fundamental" (submitted to *Contexto & Educação*).

Pretest; Posttest and LP (long-term test):

We used the same instrument in all tests and this instrument was the same used in the previous study. The test contained 20 discursive and objective questions, which comprise the existence of microscopic living beings, concept, ubiquity, growth factors, importance, morphology of microorganisms and relationship between cells, living beings and microorganisms.

The discursive answers were analyzed according to Bardin (2011) and like previous study, were categorized in increasing level of understanding of the concepts: level 0 (N0) - group with incorrect answers; Level 1 (N1) - group with answers that demonstrated knowledge obtained from daily experiences, directly linked to the concrete objects of the world, spontaneous conceptions; Level 2 (N2) - group with answers in which the students manifest some level of understanding, with partially correct answers or with use of inappropriate words; Level 3 (N3) - group with answers that demonstrate some level of abstraction and generalization, with adequate scientific language, whose understanding is close to those described in the scientific literature. The score was calculated by summing the points obtained in each question, (N0 = 0 points, N1 = 1 point, N2 = 2 points, N3 = 3 points). In questions whose answers were yes or not, a zero point was assigned to the incorrect answer and one point to the correct answer, with 50 being the maximum score of the test.

Additionally, while the pre- and post-test used in this study were identical, students were not given their graded test back. Thus, their improved scores likely reflect their understanding of the concepts rather than their familiarity with the test. Safety issues

Students should be supervised at all times. Students should not bring their face close to media plates when they are opened. Students should follow the safety because this tip also cultures unknown microbes from humans. For more general information, read the Guidelines for Biosafety in Teaching Laboratories, available from the ASM website (ASM, 2012).

Safety issues

Students should be supervised at all times. Students should not bring their face close to media plates when they are opened. Students should follow the safety because this tip also cultures unknown microbes from humans. For more general information, read the Guidelines for Biosafety in Teaching Laboratories, available from the ASM website (ASM, 2012).

Data analysis

Analysis of data presented was performed using the prism statistical software. Specifically, we used parametric tests because the scores have normal distribution according to p-value of Shapiro-Wilk's test. The results were analyzed by One-way ANOVA with repeated measure or one-way ANOVA followed by Bonferroni *Pos Hoc* test when appropriated. A *p*-value of less than 0.05 was considered significant. Data of parametric tests are represented as means and S.D and the graphics were created using GraphPad Prisma 6.0.

Results and Discussion

The increase of the scores after the Workshop was a reflection from learning of important concepts about microorganisms. The main concepts were: that microorganisms are microscopic living beings formed by cells; That viruses, fungi, protozoa and bacteria belong to this group; That physical and chemical factors influence their growth; That they are ubiquitous and are important for the maintenance of life on the planet. These concepts support the formation of the body of knowledge that strongly influences the ability to think, solve problems and the ability to apply them in different contexts (BRANSFORD, BROWN and COCKING, 2004, p.9).

Figure 1 (A) shows that the mean score of the POS and LP groups was higher than PRE group. Considering the maximum score of 50 points the mean from PRE, POS and LP groups was 20.72 ± 5.38 (40%); 35.8 ± 6.7 (72%) 31.09 ± 10.7 (62%), respectively. However, there was no significant difference between POS and LP. GSO group (16.53 ± 6.1) was different than all other groups. Figure 1 (B) shows the evolution of each student throughout the three evaluations: PRE, POS and LP. Statistical analysis also indicated a significant main effect of workshop in the learning [$F(3, 94) = 37,56, p < 0.0001$]. The findings show that, students with high achievements in the PRE gained higher scores in the POS and LP than their peers with low PRE achievements. However, students of both subgroups made considerable progress with respect to their initial score.

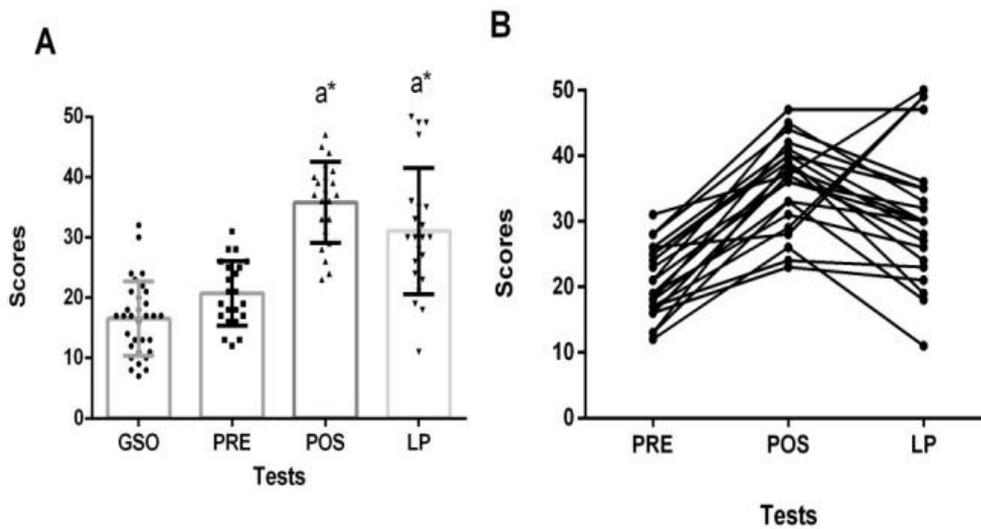


Figure 1– A - Students’ scores in the experimental workshop. B- Evolution of each student over time. * indicates significant difference in relation to PRÉ and GSO groups. “a” indicates no difference between groups. Values are expressed as means±S.D. (n=22-32). One-way ANOVA, followed by Bonferroni Pos Hoc test.

Figure 2, shows the percentage distribution of students by score range, whose amplitude was defined by an approximate value of the standard deviation in the tests ($\sigma=10.72$). The one-way ANOVA followed by *Post Hoc* (Bonferroni) comparisons showed that there was not difference between GSO and PRE, however, PRE was significantly different from POS. In POS, all students had scores above 21 and 23% had scores above 41, considered excellent. It is important to note that no student had a score below 20.

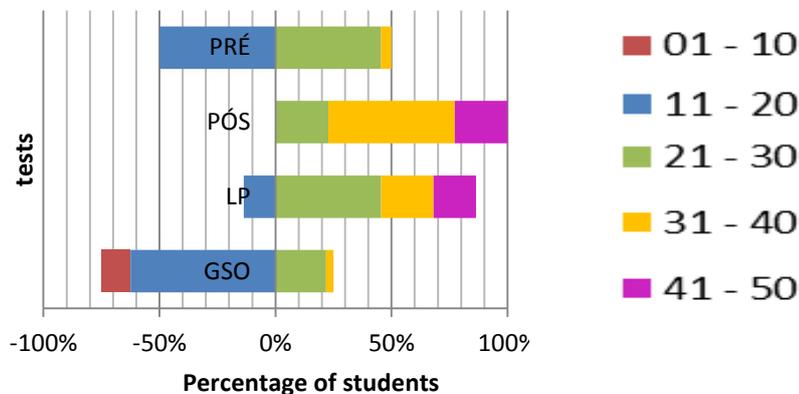


Figure 2. Percentage of students distributed for score range.

The percentage of students distributed per score range was similar in POS and LP. These data suggests that the learning promoted through the Workshop was efficient, since 18 months later, the test scores of the two groups did not show a significant difference. The concepts about microorganisms were recalled by 86% of the students who demonstrated scores above 21 points and 18% achieved scores greater than 41 points.

Comparing LP with GSO, it possible observed that the scores of these groups were significantly different. These students are part of the same educational context, that is, all of them attend the 8th school grade, have classes with the same teachers, even in the same classroom and yet, have different scores. This difference can be attributed to the participation of the 22 students in the Workshop Experimental “Microworld”, with experimental classes on Microorganisms while the other 32 students, according to the teachers' report, had as main methodology the reading textbook and expository classes.

This result was expected since this group participated in the Workshop Experimental “Microworld” and is in accordance with other studies showing that teaching students science using active learning or hands-on activities leads to an increase in academic achievement in science (FREEMAN, 2014; FASS, 2004). Raja (2016) describe

that they observed that elementary school students made gains toward learning their grade-level science curricula after a hands-on learning experience and had fun doing these hands-on activities. Results showed too that made the highest learning gains in their performance on higher-level questions related to both forces and matter as a result of the hands-on learning modules.

We also analyzed the performance of the students of the two schools in which we worked. One-way ANOVA followed by *Post Hoc* (Bonferroni) comparisons showed that there was a significant difference in the general average of the three tests applied before, after and one and a half year after the Workshop [$F(1,18) = 4.93$; $P = 0.039$]. However, the increase in the score occurred concurrently for both schools (Figure 3). We observed no significant difference between the LP group from School 2 and PRÉ group from School 1. Indeed when we compared all groups with GSO it was possible observe that PRE and GSO were no significant different but were significant difference from other.

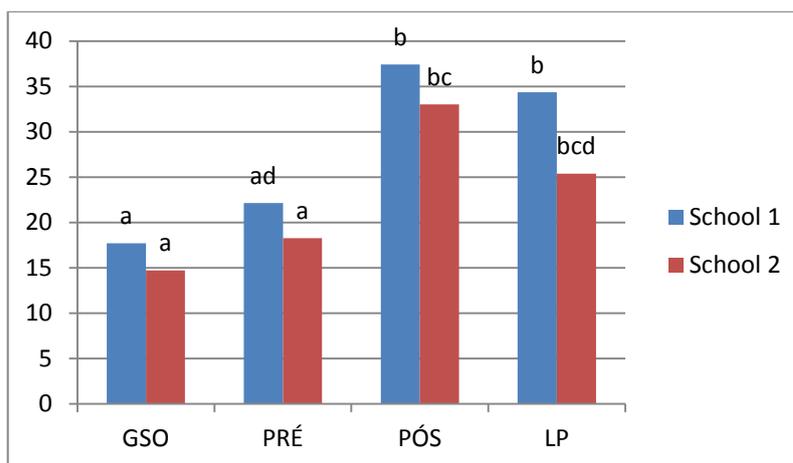


Figure 3. Performance of the students of the two schools. Different letters (a,b,c) indicates significant difference between groups. Similar letter indicates no difference between groups. Values are expressed as means±S.D. (n=22-32). One-way ANOVA, followed by Bonferroni *Pos Hoc* test.

As in most countries, socio-economically disadvantaged students in Brazil are less likely to succeed at school than their more advantaged peers. Students at the bottom decile on PISA's international index of economic, social, and cultural status (ECSC) score 360 points in science, compared to 491 points, on average, among students at the top decile (OECD, 2016).

Our findings strongly suggest that teachers should encourage students of all levels to engage in tasks that involve experimental activity.

Conclusion

Analysis from learning outcomes from workshop indicates that the percentage of students' right responses increases following a hands-on activity.

We observed (fig. 2) that 100% of students attain score above 21 after the hands-on activity, and a high percentage of students continue above 21 points after 18 months.

After the 18 months from workshop, a greater percentage of students were able to right answer who are the microorganisms, how they growth and dead, where they live and what their importance to nature, than without workshop group (GSO).

Therefore, the workshop had a positive impact in long term learning of the students.

REFERENCE

- [1] AMERICAN SOCIETY FOR MICROBIOLOGY, A. Guidelines for biosafety in teaching laboratories. Available from the. ASM website, 2012. Disponível em: <<http://www.asm.org/index.php/educators/>>. Acesso em: 25 novembro 2016.
- [2] BORUCHOVITCH12, E. Estratégias de aprendizagem e desempenho escolar: considerações para a prática educacional.. Psicologia reflexão crítica, Porto Alegre, v. 12, n. 2, 1999.
- [3] BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L.; COCKING, R. R. How people learn: Brain, mind, experience, and school. Washington D.C.: National Academy Press, 2004. <http://www.nap.edu> p.

- [4] BURLESON, K. M.; MARTINEZ-VAZ, B. M. Microbes in mascara: hypothesis-driven research in a nonmajor biology lab. *J. Microbiol. Biol. Educ*, v. 12, n. 2, p. 166-175, 2011.
- [5] CISAR, C. R.; BANZIE, J. S. D. Coliforms everywhere! Using microbiology to teach the scientific method. *Journal of Microbiology & Biology Education*, Washington DC, v. 11, n. 2, p. 158-159, nov 2010.
- [6] DILLON, J. "A Review of the Research on Practical Work in School Science." King's College, London, p. 1-9, 2008.
- [7] FASS, M. F. Connecting Microbiology With the World Outside: Constructing Opportunities for Authentic Learning in the Classroom and the Community. *Focus On Microbiology Education*, Miami, Volume 10 , n. No. 2, Winter 2004.
- [8] FREEMAN, S. . E. S. L. . M. M. . S. M. K. . O. N. . J. H. . & W. M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 111, n. 21, p. 8410-8415, 2014.
- [9] GOLDSCHMIDT, A. I. . M. D. . S. E. . M. A. . & F. M. GOLDSCHMIDT, Andrea Inês et al. A importância do lúdico e dos sentidos sensoriais humanos na aprendizagem do meio ambiente. *Seminário internacional de educação-indisciplina e violência na escola: cenários e direções*. Cachoeira do Sul: [s.n.]. 2008. p. p. 9-11.
- [10] IZQUIERDO, I. *Memórias*, São Paulo, v. 3, n. 6, maio./ago. 1989.
- [11] KANDEL, E. D. Y. M. M. The molecular and systems biology of memory. *The cell*, 27 March 2014. 163-186.
- [12] MAIATO, A. M. *Neurociências e aprendizagem: O papel da experimentação no ensino de ciências*. Universidade Federal de Rio Grande, dissertação de mestrado. Rio Grande: [s.n.]. 2013.
- [13] MAIATO, A. M. *Neurociências e aprendizagem: O papel da experimentação no ensino de ciências*. Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande. Rio Grande. 2013.
- [14] MILLAR, R. The role of practical work in the teaching and learning of science. Paper prepared for the Committee on High School Science Laboratories: Role and Vision High school science laboratories: Role and vision; National Academy of Sciences, Washington, DC, october 2004.
- [15] OCDE. *Results from PISA 2015*. OCDE. [S.l.], p. 7. 2016.
- [16] RAJA, A. . L. E. S. . G. T. . & D. K. Science Alive!: Connecting with Elementary Students through Science Exploration.. *Journal of microbiology & biology education*, v. 17, n. 2, p. 275-279, 2016.
- [17] ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; DOS SANTOS RIESGO, R. *Transtornos da aprendizagem: al neurobiológica e multidisciplinar*. 2ª. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2016.8.

4 DISCUSSÃO

O Ensino de Ciências tem como principal finalidade, contribuir para a formação de indivíduos que dominem e utilizem as ferramentas, os recursos tecnológicos e as linguagens de construção da ciência para a leitura e a atuação na realidade que os cercam. A microbiologia é uma ciência importante para a construção dessa realidade. Assim, neste trabalho investigamos acerca do papel das aulas experimentais, como estratégia para o seu ensino na Educação Básica, com intuito de contribuir para o letramento científico sobre os microrganismos.

A primeira etapa do trabalho envolveu alunos em atividades práticas para qualificar o ensino sobre fungos. As discussões e observações durante os encontros com os alunos nos fizeram ponderar sobre como o ensino de microbiologia está acontecendo e como poderíamos melhorar essa realidade. Assim, na segunda etapa buscamos investigar o ensino de microbiologia na perspectiva do professor, bem como propor uma alternativa metodológica que pudesse ter um retorno semelhante ao que tivemos no primeiro trabalho. Durante a realização do trabalho com os professores, a partir da reflexão sobre falas e discussões surgiram dúvidas em relação à aprendizagem de microbiologia dos alunos, iniciamos a terceira etapa deste trabalho, com os estudantes, mas dentro da dinâmica escolar. Nessa etapa, buscamos entender as concepções sobre microrganismos para que juntamente com todas essas vivências pudéssemos construir o entendimento do cenário em que acontece o Ensino de Microbiologia.

Analisando conjuntamente os resultados descritos em cada um dos artigos/manuscritos, evidencia-se que o ensino de microbiologia carece de atenção especial no espaço escolar. A forma como essa área é ensinada em sala de aula, não permite que o aluno coloque os microrganismos no seu dia a dia e não desenvolve consciência da sua importância para o ambiente, indústria, saúde, por exemplo. Normalmente o que eles têm de concepções não são conceitos científicos e sim, concepções comuns, advindas do ambiente não formal, sendo a televisão quem mais contribui na formação do entendimento sobre esses seres vivos.

Foi evidente, que as aulas experimentais foram importantes no desenvolvimento do conhecimento científico e principalmente possibilitaram a contextualização desse conhecimento. Conforme Fass (2004) para se obter uma aprendizagem efetiva, é importante que as atividades práticas e experimentais estejam voltadas para o cotidiano do aluno abrangendo situações por ele vivenciadas.

Comparando nossos achados com os dados de outros trabalhos, concordamos que as dificuldades na aprendizagem de microbiologia advêm do fato de tratar de seres vivos microscópicos e, conseqüentemente ser trabalhada, nas escolas, de forma teórica e livresca (CASSANTI, 2008; KIMURA, 2013; BRUM e DA SILVA, 2015; BARBERÁN, 2016). Cassanti et al. (2008) também enfatizam que em muitos casos a microbiologia é negligenciada pelos professores pelas dificuldades para o desenvolvimento de estratégias de ensino-aprendizagem mais dinâmicas e atraentes aos estudantes.

Essa dificuldade frequentemente está vinculada a carência de conhecimento disciplinar ou mesmo da aplicabilidade do conhecimento em questão. Qualquer aula que liberte a curiosidade e criatividade permite que o aluno questione, e nesse meandro é que muitos professores não têm coragem de se aventurar. Quando o professor tem domínio disciplinar, se sente mais seguro para ousar e tentar estratégias de ensino diferentes do uso do livro didático. Com os resultados apresentados nos artigos/manuscritos e os diálogos com outros autores, entendemos que para muitos professores de ciências, a microbiologia não foi abordada profundamente durante a formação inicial, de forma a permitir tal segurança. Segundo Cunha e Krasilchik (2000), os cursos de licenciatura, têm formado professores despreparados em relação aos conteúdos de ciências e também em sua preparação geral, com graves conseqüências para o ensino. Em relação à microbiologia não é diferente, Oda e Delizoicov (2011) relatam que as disciplinas de Microbiologia dos cursos de licenciatura também deixam a desejar no que tange a preparação dos futuros professores.

O professor está inserido em uma realidade que, eventualmente o ressalva de total responsabilidade da situação em que se encontra o ensino. Cunha e Krasilchik (2000) enfatizam as condições de trabalho as quais os professores são submetidos como uma das causas das dificuldades enfrentadas atualmente no ensino.

Os cursos de formação continuada cumprem seu papel neste contexto, incentivando os professores a aprofundarem seu conhecimento teórico, refletirem sobre suas próprias práticas no diálogo com outros professores e usarem metodologias alternativas de ensino.

Ao trazer os professores da Educação Básica para a Universidade, estes se sentiram retornando ao tempo de estudante e afirmaram ficarem mais motivados, principalmente para a realização de atividades experimentais e de pesquisa. O foco da formação foi colaborar com a implementação de aulas experimentais de microbiologia nas escolas. Durante a realização dos experimentos, aconteceu o aprofundamento e a contextualização do conhecimento complementando a base conceitual dos professores sobre os microrganismos.

O curso possibilitou aos professores a reflexão sobre as suas dificuldades conceituais, pedagógicas e epistemológicas para a produção de recursos pedagógicos diferenciados. Durante o curso, muitos professores justificaram tais dificuldades por nunca terem tido contato com laboratório de microbiologia, alguns nunca haviam usado microscópio. Nessa conjuntura é possível inferir ser esse um dos motivos, pelos quais, os laboratórios das escolas, tornam-se obsoletos, ou mesmo ausentes. Acreditamos que, quando estiverem inseridos em um processo de vivência e estudo dessa estratégia, poderão realizar aulas experimentais em seu contexto de sala de aula.

Os questionamentos e problemas, emergidos durante a realização dos experimentos, foram enfrentados pelos professores, de forma diferente daquele enfrentamento observado junto aos alunos dos cursos licenciatura. Diferentemente dos alunos, as discussões entre os professores sempre foram vinculadas às suas vivências de sala de aula. Assim, no trabalho do grupo, os experimentos foram ressignificados no contexto da prática docente e também do conhecimento microbiológico necessário para sua execução e contextualização.

As reflexões em grupo foram carregadas de significados, pois nelas, estiveram presentes vários repertórios que viabilizaram a conexão entre o planejamento da atividade experimental e a sua adequação para que, de fato, seja efetiva, como prática pedagógica.

Todas as discussões advindas, tanto das dificuldades conceituais, epistemológicas quanto pedagógicas, foram consideradas para a construção da Cartilha com aulas experimentais possíveis de serem realizadas nas escolas. Segundo eles, o material pedagógico e de laboratório entregue ao final do curso foi crucial para que os mesmos pudessem realizar os experimentos em suas escolas. Segundo Scharfenberg e Marquardt (2015), a falta de material de laboratório devido ao alto custo, é uma potencial causa para não realização de aulas experimentais.

Durante o trabalho com os professores, evidenciamos a necessidade de investigar como seria a dinâmica dessa metodologia na escola, além de conhecer as concepções dos alunos, para alicerçar o conhecimento implícito nos experimentos. Escolhemos duas escolas diferentes, para realizar uma oficina de atividades experimentais, Oficina Micromundo, durante o período de aula de ciências. Uma das escolas está localizada no centro da cidade, e tem laboratório de ciências organizado, com vidraria e bancadas adequadas. A outra escola localiza-se na periferia da cidade, seus alunos têm um nível socioeconômico menos favorável que a primeira e a escola não tem laboratório de ciências. Observamos que, na primeira escola, a dinâmica do trabalho foi mais fácil pelo espaço de trabalho ser mais adequado, não havia necessidade de interrupção entre um período escolar e outro, pois os alunos se dirigiam

até o laboratório que já estava organizado para recebê-los. Embora a escola tivesse laboratório, os estudantes não estavam habituados a usarem aquele espaço. Como a outra escola não tem laboratório, na troca de período, para ao iniciar o período de ciências, foi necessário que os alunos saíssem da sala para reorganizar a sala, dispor o material do experimento nas classes. Assim houve um tempo menor para aproveitamento com o experimento propriamente dito, pois quando o sinal bate, toda a sala já precisa estar organizada para a próxima aula. Com essa observação, concordamos com Dillon (2008) quando este se refere ao laboratório de ciências como espaço fundamental para realização desse tipo de aula.

Entretanto, os estudantes das duas escolas, se mostraram motivados para a atividade, pois este se concretizou um momento diferente, prazeroso e instigante. Concordando com Webb (2016) que aulas “hands-on” criam atmosfera empolgante, devido aos estudantes serem ativos e responsáveis por cada atividade.

Em relação às concepções dos estudantes sobre a microbiologia, os resultados obtidos mostram que os alunos têm conceitos incompletos ou incompatíveis com o saber científico. De acordo com a literatura, o conhecimento dos alunos sobre microbiologia é resultado de um ensino baseado na memorização de conteúdos (KIMURA, 2013; ALBUQUERQUE, BRAGA e GOMES, 2013; AZEVEDO e SODRÉ, 2014; BÔAS, JUNIOR e MOREIRA, 2014; BRUM e DA SILVA, 2015). Segundo Albuquerque et al (2013), os alunos têm muita dificuldade em aprender conteúdos de Biologia, pois consideram que tudo não passa de um conjunto de nomes e conceitos, a serem memorizados temporariamente, sem relação com a vida cotidiana. Muito pouco se sabe sobre o que os adultos conhecem dos efeitos dos microrganismos no corpo; as similaridades e diferenças entre adultos e crianças não estão claras (JONES e RUA, 2006).

O ensino com aula experimental possibilita trazer para a sala de aula, situações que o aluno vivencia diariamente, mas não sabe que tem relação com os microrganismos, por exemplo: fermentação; decomposição; higiene pessoal e ambiental. Segundo Fass (2004) os alunos estabelecem conexões com suas experiências de vida que os tornam engajados em entender e solucionar o problema em questão.

Os experimentos realizados tiveram abordagem investigativa, uma vez que os estudantes participaram ativamente da discussão sobre o problema proposto, formulação de hipóteses, execução do experimento, coleta e análise dos dados, comparação com os resultados dos colegas e por fim apresentação e discussão desses resultados. Esse processo exigiu do aluno, o desenvolvimento de diferentes habilidades cognitivas. Hofstein e Kind

(2012) afirmam que nas aulas experimentais o aluno é sujeito ativo no processo, tem responsabilidade de observar, interpretar, formular hipóteses, concluir, justificar sua conclusão, e muitas vezes, precisa expor seu trabalho. Assim, esse tipo de metodologia didática é capaz de desenvolver habilidades cognitivas de alta ordem.

Como suporte teórico, o construtivismo, tendo por base a Teoria de Piaget, respalda o estudo das mudanças de concepções, ocorridas em função do processo ensino/aprendizagem. Para Piaget e Delval (1970), as crianças constroem os conceitos científicos, como consequência da aplicação do pensamento lógico, resultado da interação com objetos e fenômenos. O desenvolvimento cognitivo ocorre constantemente, mediante desequilibrações e equilibrações, sempre com o intento de o organismo adaptar-se ao seu meio de maneira organizada. Tal desenvolvimento é um processo dinâmico e inerente ao sujeito, pois, sempre que um estímulo (experimentação) é objeto de atenção do estudante, os mecanismos de assimilação e acomodação já estão em ação. Para estes autores, a construção do conhecimento envolve a sua reorganização e a mudança conceitual é parte do processo de reestruturação do conhecimento.

Carey (1999) descreve que desenvolvimento cognitivo consiste, em parte, na aquisição de novos recursos representacionais, tais como linguagens naturais, linguagens escritas, notações matemáticas e lógicas, mas também na aquisição de novos sistemas de conceitos que permitem a expressão de pensamentos anteriormente impensáveis. Este último surge sempre que a construção do conhecimento envolve mudança conceitual. A mudança conceitual deve ser distinguida do desenvolvimento cognitivo em geral.

Três expressões são frequentemente usadas indistintamente: aquisição de conhecimento, desenvolvimento cognitivo e mudança conceitual. No discurso científico, podemos adotar qualquer terminologia desejada, mas é teoricamente útil distinguir entre as três expressões e dar à mudança conceitual o significado que recebe na literatura sobre história e filosofia da ciência. Desenvolvimento cognitivo é o mais amplo dos três: desenvolvimento da estratégia, desenvolvimento de habilidades, aumentos na capacidade de processamento de informação ou função executiva, aquisição de conhecimento todos caem no domínio do estudo do desenvolvimento cognitivo. A aquisição do conhecimento é mais focada: todas as mudanças nas crenças, o domínio de novos fatos e o aumento da compreensão implícita e explícita exemplificam a aquisição do conhecimento. Finalmente, a mudança conceitual é a mais específica: ela é a mudança no nível dos conceitos individuais. A mudança conceitual pertence ao domínio da aquisição do conhecimento, mas raramente acontece quando as crianças constroem a compreensão do mundo (CAREY, 1999).

Organizar a compreensão dos microrganismos em torno do conceito do ciclo de vida implica na compreensão dos microrganismos como seres vivos, do nascimento como a origem do ciclo de vida e como parte do processo de reprodução biológica, que por sua vez, é crucial para compreender a origem de cada ser e muitas de suas propriedades individuais.

Não pretendemos afirmar que a única estratégia eficiente para o ensino de ciências constitui-se em aulas experimentais, concordando com Laburú, Arruda e Nardi (2003) uma proposta metodológica pluralista sempre é a mais adequada para a educação científica, devido a complexidade e mutabilidade do processo ensino-aprendizagem. Entretanto, acreditamos no seu potencial como uma das ferramentas primordiais para a construção do conhecimento sobre microbiologia. Pois nela os alunos envolvem-se com a própria aprendizagem, superando o papel de receptor de informação, mostrando-se uma oportunidade para desenvolver novas visões, significados e conhecimentos.

Por fim, os resultados dessa investigação podem auxiliar os professores de ciências a repensarem suas práticas pedagógicas e conseqüentemente contribuir para a melhoria do processo de ensino de microbiologia, tornando suas aulas prazerosas, dinâmicas e criativas.

5 CONCLUSÕES

Com a reflexão sobre os resultados obtidos em cada parte deste trabalho, foi possível concluir que:

1 - A maioria dos professores concorda com a importância das aulas práticas para o Ensino de Ciências e afirma realizá-las em algum momento na sua prática pedagógica. Entretanto, a maioria não se sente preparada para realizar aulas práticas experimentais de microbiologia e relatou a falta de material, de conhecimento, de tempo, de laboratório e de apoio pedagógico como principais dificuldades.

2 - Embora a maioria dos professores demonstra conhecimento básico sobre os microrganismos, percebe-se que este não é suficiente para contextualizar e problematizar os conteúdos em sala de aula. Essa conjuntura reflete nas concepções dos estudantes sobre o mundo microbiano que se mostram incompleta ou incompatível com os saberes científicos.

3 - Cursos de formação continuada são alternativas eficazes, para minimizar as dificuldades dos professores com a estratégia de experimentação e com o conhecimento disciplinar sobre microrganismos. Assim, compreendendo a prática pedagógica, é possível colaborar com o professor na construção da sua autonomia para articular novos saberes e ressignificar sua atuação.

4 - Aula experimental proporciona ao aluno o desenvolvimento de habilidades cognitivas, incluindo aquelas consideradas de alta ordem, como por exemplo: a elaboração de hipóteses, interpretação dos resultados do experimento, proposição de soluções para os problemas envolvidos àquele experimento. Esse é um objetivo importante dessa metodologia, por isso, os professores devem tê-lo claro no momento da elaboração do experimento.

5 - Para que aprendizagem dos conteúdos sobre os microrganismos se torne mais interessante, é necessário que o aluno perceba a importância desse conhecimento na sua vida. Essa percepção é possível diante de um ensino contextualizado e que permita ao aluno tornar esses seres vivos “reais”. A metodologia didática baseada no uso de aulas experimentais, principalmente investigativas, é capaz de promover esta contextualização bem como demonstrar efetivamente a existência dos microrganismos ao nosso redor.

Contudo, embora a metodologia, da qual se ocupa este trabalho, não seja a única capaz de qualificar o ensino de microbiologia na Educação Básica, ela tem um grande potencial, para associar a aprendizagem de conteúdos sobre microrganismos com o desenvolvimento de

habilidades que permitem ao estudante interpretar e avaliarem situações diferentes daquelas aprendidas em sala de aula.

PERSPECTIVAS

Este trabalho configura-se como ponto de partida para continuar buscando ferramentas que auxiliem o professor no Ensino de Microbiologia. As próximas metas serão continuar acompanhando os professores das escolas e fortalecer o vínculo entre a universidade e as escolas. Com este intuito, pretende-se elaborar, testar, aperfeiçoar e propor um módulo para ensino de microbiologia denominado Micromundo: os seres invisíveis, a ser implementado no laboratório de microbiologia da UFSM-Palmeira das Missões. Esse módulo possibilitará aos professores proporcionar aulas experimentais aos seus alunos, superando a limitação das escolas em relação a falta de laboratório, tempo, ou mesmo um espaço adequado para que os estudantes vivenciem esta metodologia de ensino e se beneficiem dos resultados na aprendizagem.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAMSEN, L. Service Learning in the Undergraduate graduate Science Curriculum: Partnering College Students with High School and Middle School Classes. **Focus On Microbiology Education**, v. 10, n. 2, p. 4, 2004.

AGOSTINI, V. W.; DELIZOICOV, N. C. A experimentação didática no ensino fundamental. **VII Encontro Nacional de Ensino de Ciências**. Florianópolis: [s.n.]. 2009.

ALBUQUERQUE, G. G.; BRAGA, R. P. D. S.; GOMES, V. Conhecimento dos alunos sobre microrganismos e seu uso no cotidiano.. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, p. 58-68, 2013.

ASM, American Society for Microbiology. Guidelines for biosafety in teaching laboratories. Available from the. **ASM website**, 2012. Acesso em: 25 novembro 2016.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. E. P. A. C.. **Educational Psychology: A cognitiveview**. 2. ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1978. 733 p.

AZEVEDO, T. M.; SODRÉ, L. Conhecimento de estudantes da educação básica sobre bactérias: saber científico e concepções alternativas. **Revista de Educação, Ciências e Matemática**, v. 4, n. 2, 2014.

BARBÊDO, G. T. Microbiologia no ensino fundamental: como os livros didáticos abordam essa temática. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 7, n. 1, 2014.

BARBERÁN, A., HAMMER, T. J., MADDEN, A. A., e FIERER, N.. Microbes Should Be Central to Ecological Education and Outreach. **Journal of microbiology & biology education**, v. 17, n. 1, p. 23, 2016.

BARDIN, L. **ANÁLISE DE CONTEÚDO**. Tradução de Luis Antero Reto e Augusto Pinheiro. 70. ed. São Paulo: Almedina Brasil, 2011. 279 p.

BÔAS, R. C. V.; JUNIOR, A. F. N.; MOREIRA, F. M. D. S. Microbiologia do solo em curso de formação continuada de professores de biologia do ensino médio. **REVISTA CIÊNCIAS & IDEIAS**, v. VOL. 5, n. 1, jan/abr 2014.

BODELIER, P. Toward understanding, managing, and protecting microbial ecosystems. **Frontiers in microbiology**, v. 2, p. 80, 2011.

BRANSFORD, J. D.; BROWN, A. L.; COCKING, R.C. **How people learn. Brain, Mind, Experience, and School**. Washignton DC: National Academy Press , 2000.

BRASIL. **Constituição Federal do Brasil**.. Senado. Brasília. 1988.

_____. **PCN+Ensino Médio: Orientações Educacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Ministério da Educação. [S.l.]. 2005.

_____. **RESOLUÇÃO Nº 7, DE 14 DE DEZEMBRO DE 2010.** MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO, CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, CÂMARA DE EDUCAÇÃO BÁSICA. Brasília. 2010.

_____. **Lei nº 12.796, de 4 de abril de 2013. Altera a Lei no 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, para dispor sobre a formação dos profissionais da educação e dar outras providências.** Congresso Nacional. Brasília, DF. 2013.

_____. **Lei de diretrizes e bases da educação nacional : Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996.** Câmara dos Deputados, Edições Câmara. Brasília. 2016. 12ª ed.

_____. **Brasil no PISA: Análises e reflexões sobre o desempenho dos estudantes brasileiros.** INEP, Ministério da Educação. Brasília. 2016.

_____. **Planejando a próxima década: conhecendo as 20 metas do Plano Nacional de Educação.** Secretaria de Articulação com os Sistemas de Ensino. Brasília. 2014.

_____. **PARAMETROS CURRICULARES NACIONAIS- CIENCIAS NATURAIS.** Brasília: MEC/SEF, 1997.

_____. **PARAMETROS CURRICULARES NACIONAIS - CIENCIAS NATURAIS.** Brasília: MEC/SEF, 1998.

BRUM, W. P.; DA SILVA, S. D. C. R. As concepções de estudantes do ensino fundamental sobre bactérias e suas relações com a saúde humana. **Revista Ciências & Ideias**, v. 6, n. 2, p. 60-70, 2015.

BRUM, W. P.; SCHUHMACHER, E. A importância das concepções alternativas na apropriação do conhecimento: a aplicação no estudo de bactérias no ensino fundamental e suas implicações para a saúde humana. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 7, n. 13, p. 38-47, 2014.

BYRNE, J.; SHARP, J. Children's ideas about micro-organisms. **School science review**, v. 88, n. 322, p. 71-79, 2006.

CACHAPUZ, A.; CARVALHO, A. M. P. D.; GIL-PÉREZ, D. **A necessária renovação do Ensino de Ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das ciências: um repensar epistemológico. **Ciência & educação**, v. 10, n. 3, p. 363, 2004.

CAMPOS, Maria Cristina da Cunha; NIGRO, Rogério Gonçalves. **Didática de Ciências: O Ensino-Aprendizagem como Investigação.** São Paulo: FTD, 1999

CÂNDIDO, M. D. S. C., SANTOS, M. G., AZEVEDO, T. M., NETO, L. S.. Microbiologia no ensino médio: analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa escola estadual paraibana. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 8, n. 1, 2015.

- CAREY, S. Sources of conceptual change.. In: SCHOLNICK, E. K. **Conceptual Development: Piaget's Legacy** Jean Piaget Symposium Series. New Jersey: [s.n.], 1999. p. 293-326.
- CARNEIRO, M. R. P., PESSOA, T. M. S. C., dos SANTOS, D. R., e MELO, C. R. Percepção dos alunos do ensino fundamental da rede pública de Aracaju sobre a relação da Microbiologia no cotidiano. **Scientia Plena**, v. 8, n. 4a, 2012.
- CARVALHO, A. M. P. D.; GIL-PÉREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações**. São Paulo: Cortez, v. 10^a, 2011.
- CARVALHO, ANNA MARIA PESSOA DE. **O ensino de Ciências: Unindo a Pesquisa e a Prática**. São Paulo: Thompson, 2004.
- CARVALHO, G. S. D.; MAFRA, P.; LIMA, N. **Percepções de crianças de 10 a 12 anos sobre os efeitos benéficos e prejudiciais dos microrganismos**. 3º Congresso Internacional em Saúde–Atenção Integral à Saúde. UNIUI. [S.l.]: [s.n.]. 2015. p. 1-13.
- CASSANTI, A. C., CASSANTI, A. C., ARAUJO, E. D., E URSI, S. Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores. **Enciclopédia Biosfera**, v. 8, p. 1-23, 2008.
- CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. 4 ed. ed. Ijuí: Unijuí, 2006.
- CINDY R. CISAR, C. R.; BANZIE, J. S. D. Coliforms Everywhere! Using Microbiology to Teach the Scientific Method. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 11, n. 2, p. 158-159, 2010.
- COLI, E. Comparação entre hipoclorito de sódio e ácido peracético na inativação de E. coli, colifagos e C. perfringens em água com elevada concentração de matéria orgânica. **Engenharia Sanitária Ambiental**, v. 10, n. 2, p. 11-117, 2005.
- CONSELHO NACIONAL DE EDUCAÇÃO, C. **Parecer CNE/CP009/2001: Diretrizes curriculares nacionais para formação de professores da educação básica, em nível superior, curso de licenciatura, de graduação plena**. Brasília. 2001.
- CONSORTIUM, H. M. P. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome. **Nature**, v. 486, n. 7402, p. 207-214, 2012.
- CUNHA, A. M. D. O.; KRASILCHIK, M. A formação continuada de professores de ciências: percepções a partir de uma experiência. **XXIII Reunião Anual da ANPED**. [S.l.]: [s.n.]. 2000.
- CURY, C. R. J. A educação básica como direito. **Cadernos de Pesquisa**, v. 38, n. 134, p. 293-303, 2008.
- DA SILVA, D. T.; DORNFELD, C. B. Dinâmicas de grupo em aulas de biologia: uma proposta motivacional para a aprendizagem. **Revista electrónica de enseñanza de las ciencias**, v. 15, n. 1, p. 147-166, 2016.

DE ARAÚJO, M. F. F.; DO NASCIMENTO, V. S. F. Percepções de agentes de saúde e professores de uma região semiárida sobre bactérias e doenças de veiculação hídrica. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 6, n. 1, 2013.

DE CARVALHO, A. M. P. Influência das mudanças da legislação. **Ciência & Educação**, v. 7, n.1, p. 113-122, 2001.

DE MELLO, R. M. A. V.; CURY, C. R. J. O atual cenário do processo formativo de professores para o magistério da educação básica no Brasil. **Revista Brasileira de Pós-Graduação**, v. 11, n. 26, p. 1087 - 1116, dezembro 2014.

DELIZOICO, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências, fundamentos e métodos**. 4ª. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A. P. **Metodologia do ensino de ciência. Coleção magistério. 2o. grau. Série formação do professor**. São Paulo: Cortez, 1990.

DEWEY, J. **Experiência e educação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

DIGHTON, J. **Fungi in ecosystem processes**. 2ª. ed. New Jersey: Taylor & Francis Group, 2016.

DILEKLI, Y.; TEZCI, E. The relationship among teachers' classroom practices for teaching thinking skills, teachers' self-efficacy towards teaching thinking skills and teachers' teaching styles. **Thinking Skills and Creativity**, v. 21, p. 144-151, 2016.

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

ESTEBAN, M. P. S. **Pesquisa qualitativa em educação: fundamentos e tradições**. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FASS, M. F. Connecting Microbiology With the World Outside:Constructing Opportunities for Authentic Learning in theClassroom and the Community. **Focus On Microbiology Education**, Miami, Volume 10 , n. No. 2, Winter 2004.

FIGUEIRA, A. C. M.; ROCHA, J. B. T. Digestão: o que comemos e o que bebemos? Um relato de experiência no ensino fundamental. **Revista Ciências & Ideias**, v. 4, n. 2, p. 85-94, 2013.

FILHO, C. A. A. M.; ALVES, C. R. R.; SEPÚLVEDA, C. A.; COSTA, A. S.; JUNIOR, A. H. L.; GUALANO, B.. Influência do exercício físico na cognição: uma atualização sobre mecanismos fisiológicos. **Revista Brasileira Medicina e Esporte**, v. 20, p. 237-241, maio/junho 2014.

FISHER, M. C., HENK, D. A., BRIGGS, C. J., BROWNSTEIN, J. S., MADOFF, L. C., MCCRAW, S. L., e GURR, S. J. Emerging fungal threats to animal, plant and ecosystem health. **Nature**, v. 484, n. 7393, p. 186-194, 2012.

FOLMER, V. et al. "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**, v. 8, n. 1, p. 232-254, 2009.

FREEMAN, S. . E. S. L. . M. M. . S. M. K. . O. N. . J. H. . E. W. M. P. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 21, p. 8410-8415, 2014.

FREIRE, J. R. J.; SÁ, E. L. S. D.. University education and training of microbiologists in Brazil: 1990-2000.. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 35, p. 1-10, 2004.

GALIAZZI, M. D. C., ROCHA, J. M. D. B., SCHMITZ, L. C., SOUZA, M. L. D., GIESTA, S., e GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001.

GALIAZZI, M. D. C.; GONÇALVES, F. P. A natureza pedagógica da experimentação: uma pesquisa na licenciatura em química. **Química Nova**, v. 27, n. 2, p. 326-331, 2004.

GATTI, B. A. Análise das políticas públicas para formação continuada no Brasil, na última década. **Revista Brasileira de Educação**, v. 13, n. 37, janeiro/abril 2008.

GATTI, B. A. Formação de professores: condições e problemas atuais. **Revista Internacional de Formação de Professores**, Itpetininga, v. 1, n. 2, p. 161-171, 2016.

GATTI, B. A. et al. **A atratividade da carreira docente no Brasil**. São Paulo: Fundação Victor Civita, v. 1, 2014.

GATTI, B. A.; NUNES, M. N. R. Formação de professores para o ensino fundamental: estudo de currículos das licenciaturas em pedagogia, língua portuguesa, matemática e ciências biológicas. **Textos FCC**, v. 29, p. 155, 2009.

GIL PEREZ, D. E. A. 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**, v17, n.2, p. 311-320, , 1999.

GOLDSCHMIDT, A. I., MACHADO, D., STAEVIE, E., MACHADO, A., e FLORES, M. Investigação das concepções sobre higiene e uso de metodologias alternativas.. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 10, n. 19, 2015.

GOLDSCHMIDT, A. I., MACHADO, D., STAEVIE, E., MACHADO, A., e FLORES, M. **A importância do lúdico e dos sentidos sensoriais humanos na aprendizagem do meio ambiente**. Seminário internacional de educação—indisciplina e violência na escola: cenários e direções. Cachoeira do Sul: [s.n.]. 2008. p. p. 9-11.

GULATI, P. Activities to Promote Learning in microbiology. **Focus On Microbiology Education**, v. 10, n. 2, p. 5-6, 2004.

GÜNTHER, H. Pesquisa qualitativa versus pesquisa quantitativa: esta é a questão. **Psicologia: teoria e pesquisa**, v. 22, n. 2, 2006.

GUZZO, R. S. L. e ANTONIO, E. F. Desigualdade social e sistema educacional brasileiro: a urgência da educação emancipadora. **Escritos sobre educação [online]**, v. 4, p. 39-48, 2005.

HODSON, D. Time for action: Science education for an alternative future. **International Journal of Science Education**, v. 25, n. 6, p. 645-670, 2003.

HOFSTEIN, A.; KIND, P. M. Learning in and from science laboratories. In: Second international handbook of science education. **Springer Netherlands**, p. 189-207, 2012.

HOFSTEIN, A.; LUNETTA, V. The laboratory in science education: foundations for the twenty-first century. **Science education**, 88.1 2003. 28-54.

INAGAKI, K. . H. G. The development of biological knowledge: A multi-national study. **Cognitive development**, v. 8, n. 1, p. 47-62, 1993.

ITO, T. Color-removal by microorganisms isolated from human hands. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 14, n. 2, p. 244-247, 2013.

IZQUIERDO, I. Memórias, São Paulo, v. 3, n. 6, maio./ago. 1989.

IZQUIERDO, I.; CAMMAROTA, L. R. M.; MARTÍN, B. E. A arte de esquecer. **estudos avançados**, p. 289-296, 2006.

JACOBUCCI, D. F. C.; JACOBUCCI, G. B. Open the test tube: what do we know about research on science communication and the teaching of microbiology in Brazil? **Journal of Science Communication**, v. 8, n. 2, p. 1-8, June 2009.

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

JONES, K. E., PATEL, N. G., LEVY, M. A., STOREYGARD, A., BALK, D., GITTLEMAN, J. L., e DASZAK, P. Global trends in emerging infectious diseases.. **Nature**, v. 451, n. 7181, p. 990-993, 2008.

JONES, M. G.; RUA, M. J. Conceptions of germs: expert to novice understandings of microorganisms. **Electronic Journal of Science Education**, v. 10, n. 3, p. , 2006.

JOHAN, Chantele Santos; CARVALHO, Michele Soares; ZANOVELLO, Regiani; PRADO, Oliveira Ronaldo do; GARLET, Tânea Maria Bisognin; BARBOSA, Nilda Berenice de Vargas; MORESCO, Terimar Ruoso. Promovendo a aprendizagem sobre fungos por meio de atividades práticas. **Ciência e Natura, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial II**, 2014. 798-805.

KANDEL, E. D. Y. M. M. The molecular and systems biology of memory. **The cell**, 27 March 2014. 163-186.

KAU, A. L. . A. P. P. . G. N. W. . G. A. L. . & G. J. I. Human nutrition, the gut microbiome and the immune system.. **Nature**, v. 474, n. 7351, p. 327-336, 2011.

KELLY, D.; MULDER, I. E. Microbiome and immunological interactions. **Nutrition reviews**, v. 70, n. 1, p. 18-30, 2012.

KEMPA, R. F.; DIAZ, M. M. Motivational traits and preferences for different instructional modes in science. Part 1: students motivational traits. **International Journal of Science Education**, London, v. 12, n. 2, p. 194-203, 1990a.

KEMPA, R. F.; DIAZ, M. M. Students motivational traits and preferences for different instructional modes in science-education. Part 2. **International Journal of Science Education**, London, v. 2, n. 12, p. 205-216, 1990b.

KIMURA, A. H. Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuições da extensão ao ensino e aplicação da ciência. **Revista Conexão UEPG**, Ponta Grossa, v. 9, n. 2, p. 254-267, 2013.

KÖSE, S. Diagnosing student misconceptions: Using drawings as a research method. **World Applied Sciences Journal**, v. 3, n. 2, p. 283-293, 2008.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. São Paulo: editora da Universidade de São Paulo, 2011.

LABURÚ, C. E.; ARRUDA, S. D. M.; NARDI, R. Pluralismo metodológico no ensino de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 9, n. 2, p. 247-260, 2003.

LAJOLO, M. Livro didático: um (quase) manual de usuário. **Em aberto**, v. 16, n. 69, 1996.
LEDERMAN, N. G.; ABELL, S. K. **Handbook of Research on Science Education**. New York and London: Routledge; 1 edition (June 21, 2014), v. II, 2014.

LEWIS, A.; SMITH, D. Defining higher order thinking.. **Theory into practice**, v. 32, n. 3, p. 131-137, 1993.

LIBÂNEO, J. C. **Didática**. 33ª. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

LODISH, H. . B. D. . B. A. . Z. S. L. . M. P. . & D. J. **Molecular cell biology**. New York: Scientific American Books, v. 3, 1995.

LUNETTA, V. N.; HOFSTEIN, A.; CLOUGH, M. P. Learning and teaching in the school science laboratory: An analysis of research, theory, and practice. **Handbook of research on science education**, p. 393-441, 2007.

MA, B.; FORNEY, L. J.; RAVEL, J. The vaginal microbiome: rethinking health and diseases. **Annual review of microbiology**, v. 66, p. 371-389, 2012.

MADIGAN, M. T.; MARTINKO, J. M.; CLARK, D. P. **Microbiologia de Brock**. 12ª. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010. 1160 p.

MAFRA, P.; LIMA, N.; CARVALHO, G. S. D. Percepções das crianças. IX Seminário Internacional de Educação Física, Lazer e Saúde: desafios e oportunidades num mundo em mudança, **IX Seminário Internacional de Educação Microrganismos e saúde no 1º e 2º ciclos do ensino básico**. v. 1, p. 856-868, 2013. [S.l.]: [s.n.]. 2013. p. 856-868.

MAIATO, A. M. **Neurociências e aprendizagem: O papel da experimentação no ensino de ciências.** Universidade Federal de Rio Grande, dissertação de mestrado. Rio Grande: [s.n.]. 2013.

MAIATO, A. M. **Neurociências e aprendizagem: O papel da experimentação no ensino de ciências.** Universidade Federal do Rio Grande. Rio Grande. Rio Grande. 2013.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.; FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos.** São Paulo: Cortez, 2009.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. M. **Fundamentos de metodologia científica.** São Paulo: Atlas, v. 6ª ed, 2005.

MARLOW, V. L., MACLEAN, T., BROWN, H., KILEY, T. B., e STANLEY-WALL, N. R. Blast a Biofilm: A Hands-On Activity for School Children and Members of the Public. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 14, n. 2, p. 252, 2013.

MERAZZI, D. W.; OAIGEN, E. R. Atividades práticas do cotidiano e o ensino de ciências na EJA: a percepção de educandos e docentes.. **Amazônia: Revista de Educação em Ciências e Matemáticas**, v. 3, n. 5, p. 1-18, 2007.

MEYER, S. T. O uso de cloro na desinfecção de águas, a formação de trihalometanos e os riscos potenciais à saúde pública. **Caderno Saúde Pública**, v. 10, n. 1, p. 99-110, 1994.

MILLAR, R. The role of practical work in the teaching and learning of science. Role and Vision High school science laboratories: Role and vision; **National Academy of Sciences**, Washington, DC, october 2004.

MOREIRA, M. A. **Teorias de aprendizagem.** São Paulo: Editora pedagógica e universitária, 1999.

MOREIRA, M. A. Aprendizagem significativa: um conceito subjacente. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 3, p. 25-46, 2011.

MOREN, E. B. D. S.; SANTOS, A. R. D. Uma reflexão sobre ações de formação de professores no Brasil. **Revista Ibero-americana de Educação**, p. 1-13, 2011.

MORIN, E. **Meus demônios. Rio de Janeiro.** [S.l.]: Bertrand Brasil, 1997.

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

MORTIMER, E. F. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos. **Investigações em ensino de ciências**, v. 1, n. 1, p. 20-39, 1996.

MUÑOZ-JORDÁN, E. F.; SCHLEGEL M e JORGE L. A Classroom Transformed Into a Lab: Microbiology for Elementary School. **Focus On Microbiology Education**, v. 10, n. 2, p. 9, 2004.

NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. Investigação em Ensino de Ciências no Brasil segundo pesquisadores da área: alguns fatores que lhe deram origem. **Pro-posições**, v. 18, n. 1, p. 213-226, 2016.

NARDI, R.; GATTI, S. R. T. A review of the constructivist research in the last decades: spontaneous reasoning, conceptual change and science education. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 6, n. 2, p. 115-144, 2004.

NELSON, M. H. . D. M. A. . H. L. W. . E. P. C. M. Harnessing the microbiome to enhance cancer immunotherapy. **Journal of immunology research**, v. 2015, n. 25, May 2015.

NETO, J. M.; FRACALANZA, H. O livro didático de ciências: problemas e soluções. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 147-157, 2003.

NEVES, D. P. **Parasitologia Humana**. 11ª. ed. São Paulo: Atheneu, 2004.

NÓVOA, A. **Os professores e a sua formação**. LISBOA: DOM QUIXOTE, 1992.

NÓVOA, A. Para una formación de profesores construída dentro de la profesión. **Revista de educación**, Madrid, Spain, n. 350, p. 203-217, dezembro 2009. ISSN 034-8082.

NUNES, C. M. F. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. **Educação & Sociedade**, p. 27 - 42, 2001.

ODA, W.; DELIZICOV, D. Docência no Ensino Superior: as disciplinas Parasitologia e Microbiologia na formação de professores de biologia. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Vol. 11, n. 3, 2011.

OECD. **PISA 2006-Science Competence for Tomorrow's World**. [S.l.]. 2007.

_____. **PISA 2012 - Assessment and Analytical Framework: Mathematics, Reading, Science, Problem Solving and Financial Literacy**,. [S.l.]. 2013.

_____. **PISA 2012 Results**. OECD. [S.l.]. 2013.

_____. **PISA 2015 Matriz de Avaliação de Ciências**. Brasília: [s.n.], 2015.

_____. **Results from PISA 2015**. OECD. [S.l.], p. 7. 2016.

_____. **Results from PISA 2015**. OECD. [S.l.]. 2016.

ORTEGA, F. J.; BARGALLÓ, C. M.; ALZATE, Ó. E. T. Cambio en ls conceciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. **Enseñanza de las ciencias**, noviembre 2014. 53-70.

OVIGLI, D. F. B.; DA SILVA, E. B. **Microrganismos? Sim, na saúde e na doença! Aproximando universidade e escola pública**. In: I Simpósio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia. Paraná: [s.n.]. 2009.

PARFREY, L. . & K. R. Spatial and temporal variability of the human microbiota. **Clinical Microbiology and Infection**, v. 8, n. 4, p. 8-11, 2012.

PAULA, B. O. Concepções espontâneas sobre vírus dos alunos do 6º ao 9º ano. **VIII ENPEC -Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Campinas: [s.n.]. 2011.

PELIZZARI, A., KRIEGL, M. D. L., BARON, M. P., FINCK, N. T. L., e DOROCINSKI, S. I. Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **revista PEC**, v. 2, n. 1, p. 37-42, 2002.

PENNA, F. J. . P. F. L. A. . C. A. C. . R. J. H. . & N. J. R. Bases experimentais e clínicas atuais para o emprego dos probióticos. **Journal Pediatrics**, v. 76, n. 2, p. 209-217, 2000.

PEREIRA, A. M.; MINASE, L. F. Um panorama histórico da política de formação de professores. **Revista de Ciências Huamnas**, p. 7-25, 2014.

PERRENOUD. Diez nuevas competencias para enseñar. **Educatio Siglo XXI**, Barcelona, v. 23, p. 223-229, 2005.

PERRENOUD, P. **Novas competências profissionais para ensinar**. Porto Alegre: Artmed, 2000.

PIAGET, J.; DAEIR, Z. A. **Sabedoria e ilusões da filosofia**. [S.l.]: Difusão Européia do Livro, 1969.

PIAGET, J.; DELVAL, J. A. **La epistemología genética**. [S.l.]: A. Redondo, 1970.

PIAGET, J.; MERLONE, M. **A equilibração das estruturas cognitivas: problema central do desenvolvimento**. [S.l.]: Zahar, 1976.

PISA. **Relatório Nacional PISA 2012- Resultados Brasileiros**. São Paulo. 2012.

POSNER, G. J., STRILE, K. A., HEWSON, P. W., e GERTZOG, W. A. Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science education**, v. 66, n. 2, p. 211-227, 1982.

PRINCE, M. Does active learning work? A review of the research. **Journal of engineering education**, v. 93, n. 3, p. 223-231, 2004.

PURVES, W. K., SADAVA, D., ORIAN, G. H., & HELLER, H. C. **Vida. A Ciência da Biologia**. 6ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2002.

RAJA, A., LAVIN, E. S., GALI, T., e DONOVAN, K. Science Alive!: Connecting with Elementary Students through Science Exploration. **Journal of microbiology & biology education**, v. 17, n. 2, p. 275-279, 2016.

RAMOS, L. B. D. C.; ROSA, P. R. D. S. O ensino de ciencias: fatores intrínsecos e extrínsecos que limitam a realização de atividades experimentais pelo professor ds anos iniciais do ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 13, n. 3, p. 299-331, 2008.

ROBERTSON-ALBERTYN, S.; HARDEE, E.; STANLEY-WALL, N. R. Microbe Motels: An Interactive Method to Introduce the Human Microbiome. **Journal of microbiology & biology education**, v. 17, n. 2, p. 282, 2016.

ROCHA, J. B. T. e SOARES, F. A.. O ensino de ciências para além do muro do construtivismo. **Ciência e cultura**, 4, 2005. 26-27.

RODRIGUES, S. A.; DEÁK, S. C. P.; GOMES, A. A. O que pensam os formadores dos futuros professores sobre ser professor e formar professores. **Horizontes**, v. 34, n. 1, p. 147-158, 2016.

ROTTA, N. T.; OHLWEILER, L.; DOS SANTOS RIESGO, R. **Transtornos da aprendizagem**: abordagem neurobiológica e multidisciplinar. 2ª. ed. Porto Alegre: ARTMED, 2016.

SCHAECHTER, M., ENGLEBERG, N. C., EISENSTEIN, B. I., E MEDOFF, G. **Microbiologia**: mecanismos das doenças infecciosas. 3ª. ed. São Paulo: Guanabara Koogan, 2002.

SCHAECHTER, M.; KOLTER, R.; RILEY-BUCKLEY, M. S. Microbiology in the 21st Century: Where are We and where are We Going?. **American Academy of Microbiology**, p. 1-21, 2004.

SCHARFENBERG, F. J.; MARQUARDT, A. K. Agar Plates Made from Common Supermarket Substances and Bacillus subtilis Natto as an Inexpensive Approach to Microbiology Education. **Journal of Microbiology & Biology Education**, v. 16, n. 2, p. 292-294, 2015.

SCHEID, N. M. J.; SOARES, B. M.; FLORES, M. L. T. Universidade e Escola Básica: uma importante parceria para o aprimoramento da educação científica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 2, p. 64 - 74, mai/ago 2009.

SCHNETZLER, R. P. O professor de Ciências: problemas e tendências de sua formação. In: SCHNETZLER, R. P. & A. R. M. R. **Ensino de Ciências**: fundamentos e abordagens. Piracicaba: CAPES/PROIN/UNIMEP, 2000. p. 12-42.

SEDUC-RS, **Diagnóstico da Educação Básica 2013**. DEPLAN - Departamento de Planejamento da Secretaria de Educação do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2013.

SEDUC-RS **Referenciais curriculares do estado do Rio Grande do Sul: Ciências da Natureza e suas Tecnologias**. Secretaria de Estado da Educação do Rio Grande do Sul. Porto Alegre. 2009.

SEPEL, L. M. J. R. A. E. L. S. L. "Construindo um microscópio II bem simples e mais barato." **Revista Genética na Escola**, p. 1-15, 2011.

SEPEL, L. M.; LORETO, E. L.; ROCHA, J. B. 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**, v. 8, p. 338-343, abr. 2009.

SEPEL, L. N. **História da ciência e atividades práticas: proposta para formação inicial de docentes**. UFSM. Santa Maria. 2012.

SHULMAN, L. S. Those who understand: Knowledge growth in teaching. **Educational researcher**, p. 4-14, 1986.

SHULMAN, L. S.; TAMIR, P. Research on teaching in the natural sciences. In: R.M.W., T. **Second handbook of research on teaching**. [S.l.]: [s.n.], 1973. p. 1098-1148.

SILVA, L. H. D. A.; SCHNETZLER, R. P. Contribuições de um formador de área científica específica para a futura ação docente de licenciandos em Biologia. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 1, n. 3, 2001.

SILVA, M. S. D.; BASTOS, S. N. D. **Ensino de Microbiologia**: Percepção de docentes de discentes nas escolas públicas de Mosqueiro, Belém, Pará. III ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE E DO MEIO AMBIENTE–UFF. Niterói-RJ: [s.n.]. 2012.

STICKGOLD, R. Sleep-dependent memory consolidation. **Nature**, p. 1272-1278, 2005.

SUART, R. D. C.; MARCONDES, M. E. R. A manifestação de habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química. **Ciências & Cognição**, v. 4, n. 1, p. 50-70, 2009.

TARDIFF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. Rio de Janeiro: Vozes, 2014.

TAVARES, R. Aprendizagem significativa e o ensino de ciência. **Ciências & cognição**, v. 13, n. 1, p. 94-100, 2008.

TESSARO, N. S. **Inclusão escolar**: concepções de professores e alunos da educação regular e especial. [S.l.]: Casa do Psicólogo, 2005.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. [S.l.]: Cortez, 2011.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. Porto Alegre: ARTMED, 2012.

TRABULSI, L. R.; ALTERTHUM, F.. . 2. **Microbiologia**. 4ª. ed. São Paulo: Atheneu, 2004.

URSELL, L. K., METCALF, J. L., PARFREY, L. W., E KNIGHT, R. Defining the human microbiome. **Nutrition review**, v. 70, n. 1, p. 38-44, 2012.

VASCONCELOS, C.; PRAIA, J. F.; ALMEIDA, L. S. Teorias de aprendizagem e o ensino/aprendizagem das ciências: da instrução à aprendizagem.. **Psicol. esc. educ.**, Campinas, v. 7, n. 1, p. 11-19, 2003.

VILLANI, A.; CABRAL, T. C. B. MUDANÇA CONCEITUAL, SUBJETIVIDADE E PSICANÁLISE Conceptual change, subjectivity and Psychoanalysis. **Investigações em ensino de Ciências**, v. 2, n. 1, p. 43-61, 1997.

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. [S.l.]: Editora UFMG, 1996.

WAGNER, U. et al. Sleep inspires insight. **Nature**, v. 427, p. 352-355, 2004.

WARD, H., R., J., HEWLETT, C., FOREMAN, J. **Ensino de ciências**. 2ª. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.

WEBB, G. Service learning is defined as a strategy in which students apply what they have learned in the classroom to a community service project. **Journal of microbiology & biology education**, v. 17, n. 1, p. 86-89, 2016.

WHITE, D. O.; FENNER, F. J. **Medical Virology**. 4ª. ed. Sann Diego: Academic Press, Inc, 1994.

WHITE, R. T. Episodes, and the purpose and conduct of practical work. In: WOOLNOUGH, B. E. **Practical science**. UK: Open University Press., 1991. p. 78–86.

WOESE, C. R.; KANDLER, O.; WHEELIS, M. L. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archaea, Bacteria, and Eucarya. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 86, n. 12, p. 4576-4579, 1990.

YOUNG, K. D. Bacterial shape. **Molecular microbiology**, v. 49, n. 3, p. 571-580, 2003.

ZOLLER, U. Are lecture and learning compatible? Maybe for LOCS: Unlikely for HOCS.. **J. Chem. Educ**, v. 70, n. 3, p. 195, 1993.

ZOMPERO, A. D. F. Concepções de alunos do ensino fundamental sobre microorganismos em aspectos que envolvem saúde: implicações para o ensino aprendizagem. **Experiências em Ensino de Ciências**, Cuiabá, v. 4, n. 3, p. 31-4

ANEXO 1: DESVENDANDO O MICROMUNDO: OS SERES INVISÍVEIS

Essa cartilha será impressa e entregue às escolas além de disponibilizarmos uma versão *on line*.



**DESVENDANDO
O
MICROMUNDO:**

**OS SERES
INVISÍVEIS**

**CARTILHA DE
ATIVIDADES PARA
PROFESSORES DE
CIÊNCIAS**

TERIMAR RUOSO MORESCO
NILDA VARGAS BARBOSA
JOAO BATISTA TEIXEIRA DA
ROCHA

2016

APRESENTAÇÃO

A cartilha “DESVENDANDO O MICROMUNDO” contém exemplos de atividades experimentais que podem servir como instrumento para o professor aprender, elaborar e desenvolver suas próprias atividades experimentais sobre os microrganismos. A cartilha disponibiliza experimentos simples que contextualizam o ensino de bactérias e fungos principalmente, além de sugestões de material alternativo para que as aulas possam ser realizadas mesmo em escolas sem laboratórios equipados.

Várias atividades da cartilha foram pensadas, discutidas e desenvolvidas com um grupo de professores da educação básica, durante um curso com oficinas experimentais de microbiologia, e também testadas com alunos do ensino fundamental.

Além dos sets de experimentos voltados para identificação, crescimento e fatores que afetam a sobrevivência de bactérias e fungos, a cartilha contempla atividades direcionadas ao conhecimento, manipulação e construção de alguns equipamentos laboratoriais importantes para a realização de aulas sobre os microrganismos. Também são disponibilizadas aulas experimentais com foco em coletas e observações macroscópicas e textos sobre a importância dos microrganismos para vida dos outros seres vivos e para a indústria de alimentos.

De forma geral, a organização do material engloba:

Material para o professor: contém objetivo da atividade, alguns conceitos considerados pertinentes para a problematização inicial e discussão dos resultados com os estudantes e protocolo com os procedimentos sugeridos. Todas as atividades são acompanhadas de figuras demonstrativas para auxiliar o entendimento e andamento dos procedimentos. Resultados esperados e sugestões para organização dos registros dos experimentos para posterior discussão também estão disponíveis.

Material para o aluno: Em alguns experimentos estão disponibilizados protocolos contendo sugestões de atividades e formas de anotação e discussão de resultados para serem trabalhados com os estudantes.

Além de melhorias no aprendizado das diferentes ciências, o desenvolvimento desta cartilha provém do fato de acreditarmos no potencial das atividades experimentais como argumento efetivo para desenvolver, nos estudantes, diferentes habilidades como por exemplo a observação, a manipulação, a capacidade de trabalho em equipe e a autonomia.

INTRODUÇÃO

Os microrganismos são seres vivos presentes diariamente na nossa vida, que embora não possam ser vistos, estão em todos os lugares. Exercem diferentes e importantes funções tanto para saúde de outros organismos vivos como para a manutenção da saúde do meio ambiente. Sua diversidade metabólica e ambiental é explorada pela indústria e traz muitos benefícios para a humanidade. Convivemos harmonicamente e por isso, conhecer esses seres vivos é importante para que qualquer cidadão seja capaz de emitir opiniões e/ou resolver problemas que os envolvam.

A área da microbiologia representa um desafio àqueles que a lecionam pelo fato dos microrganismos serem invisíveis ao olho desarmado. Esta característica dificulta seu estudo, fazendo com que o método pedagógico de escolha pelos professores, seja a leitura dos livros-texto e aulas expositivas. Acredita-se que o conteúdo de microbiologia tenha mais sentido para o aluno, quando o mesmo puder visualizar, manipular, “materializar” esses seres vivos invisíveis. Esta “materialização” é possível com a realização de aulas experimentais, as quais além de propiciar o desenvolvimento cognitivo também aprimora habilidades afetivas e motoras, instigando o indivíduo à observação, elaboração de métodos, hipóteses, socialização, entendimento de como é feita ciência e que a mesma não produz verdades absolutas.

Atualmente vivemos em uma sociedade em que a pressa do cotidiano dificulta os educadores de refletirem sobre a sua prática pedagógica. Nesta cartilha destacamos a importância da realização de aulas com a utilização de metodologias didáticas diversificadas, principalmente utilizando atividades experimentais para promover melhores condições de aprendizagem aos alunos.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	131
SUMÁRIO.....	132
1. MICRORGANISMOS E SUA RELAÇÃO COM OS SERES HUMANOS	134
2. CONHECENDO O LABORATÓRIO	136
MATERIAL PARA O ALUNO.....	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.
3. CONHECENDO O MICROSCÓPIO	141
3.1. COMPONENTES DO MICROSCÓPIO ÓPTICO	144
MATERIAL PARA O ALUNO.....	146
4. UTILIZANDO O MICROSCÓPIO	148
4.1. ENTENDENDO A ÓTICA DO MICROSCÓPIO	150
MATERIAL PARA O ALUNO.....	153
5. DO QUE SOMOS FEITOS?	157
5.1. OBSERVAÇÃO DE CÉLULAS DO DORSO DA LÍNGUA COM BACTÉRIAS ADERIDAS	162
MATERIAL PARA O ALUNO.....	169
6. CONSTRUÇÃO DE MATERIAL DE LABORATÓRIO. 172	
6.1. CONSTRUINDO UMA ESTUFA.....	174
6.2. CONFECÇÃO DE ALÇA BACTERIOLÓGICA.....	176
6.3. ESTERILIZANDO COM UMA PANELA DE PRESSÃO	177
7. DO QUE AS BACTÉRIAS SE ALIMENTAM?	179
7.1. MEIO DE CULTURA ALTERNATIVO COM CENOURA	180
7.2. MEIO DE CULTURA ALTERNATIVO COM REPOLHO	181
8. MICRORGANISMOS NO AMBIENTE	182
8.1. DIVERSIDADE MICROBIANA	184
8.2. CAÇA AOS GERMES!	187
8.3. OBSERVAÇÃO DE MICRORGANISMOS	188
MACRO E MICROSCÓPICA DOS MICRORGANISMOS.....	188
MATERIAL PARA O ALUNO.....	190
9. OBSERVAÇÃO DE FUNGOS	192
9.1. OBSERVAÇÃO DE FUNGOS MACROSCÓPICOS NA LUPA	193
MATERIAL PARA O ALUNO.....	194
OBSERVAÇÃO DE FUNGOS MACROSCÓPICOS	194
9.2. OBSERVAÇÃO DE FUNGOS MICROSCÓPICOS.....	195
MATERIAL PARA O ALUNO.....	197
10. DE ONDE SURGEM OS MICRORGANISMOS?.....	200

11. IMPORTÂNCIA DOS MICRORGANISMOS PARA A NATUREZA E PARA O HOMEM.....	204
11.1. QUAL O RESULTADO DA FERMENTAÇÃO	197
11.2. DECOMPOSIÇÃO	205
11.3. CUIDANDO DOS ALIMENTOS	207
11.4. FABRICA DE IOGURTE.....	209
12. ATAQUE AOS MICRORGANISMOS	211
12.1. ATAQUE AOS MICRÓBIOS COM ARMAS QUÍMICAS.....	212
12.2. QUANTO TEMPO OS MICRÓBIOS AGUENTAM?	214
12.3. ANTISSEPTICOS V ou F?.....	216
12.4. AÇÃO DOS ANTIMICROBIANOS	218
13. TÁ NA MÃO	221
BIBLIOGRAFIA	ERRO! INDICADOR NÃO DEFINIDO.

MICROORGANISMOS E SUA RELAÇÃO COM OS SERES HUMANOS

Objetivo:

Recordar conceitos relacionados aos microrganismos, bem como sua relação com outros seres vivos e o ambiente.

Desenvolvimento metodológico:

Leitura do texto “Donos do Mundo” de autoria de Alexandre Versignassi e Barbara Axt, o qual foi publicado em agosto de 2009 pela revista Super interessante. Sugere-se que a mesma seja feita individualmente e, após, sejam discutidos conceitos importantes para seu entendimento;

TDC1 – OS DONOS DO MUNDO

<http://super.abril.com.br/ciencia/donos-mundo-621678.shtml>

ATIVIDADES PROPOSTAS:

Possibilidades de interdisciplinaridade:

História: Contexto social em que o texto foi escrito (ano 2009: auge das epidemias de gripe A); épocas em que outras doenças infecciosas foram marcantes até o contexto da descoberta dos antibióticos e utilização nas grandes guerras.

Linguagem: Trabalhar estilo textual.

Matemática: Realizar pesquisas sobre as estatísticas das doenças infecciosas (gripe, dengue, HIV...)

Chamar atenção e discutir os seguintes pontos a partir do texto nas aulas de ciências:

Convivência harmoniosa da maioria dos microrganismos com os seres humanos e outros seres vivos;

Capacidade dos microrganismos de utilizar diferentes tipos de nutrientes no ambiente onde se encontram e produzirem grande quantidade e variedade de substâncias que são úteis para o funcionamento do próprio corpo humano e para a indústria de alimentos ou qualquer outra.

Biodiversidade dos microrganismos quando se refere ao número de espécies e também a quantidade de microrganismos habitantes da terra.

Conceitos e diferenças entre os grandes grupos de microrganismos: fungos, bactérias e vírus.

BIBLIOGRAFIA:

VERSIGNASSI, A & AXT, B (2009). *Os donos do mundo*, Superinteressante, 268ª edição, agosto 2009, acessado em <http://super.abril.com.br/ciencia/donos-mundo-621678.shtml>

CONHECENDO O LABORATÓRIO

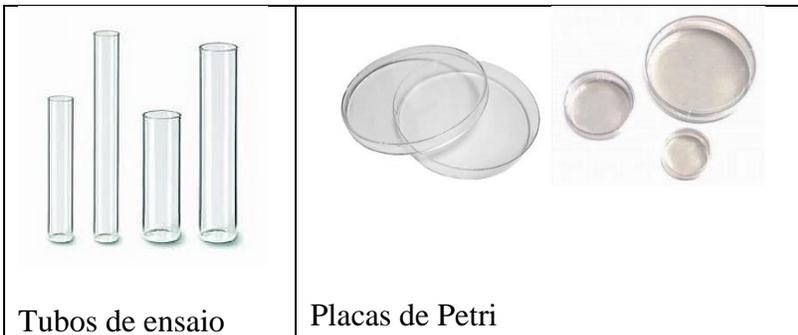
VIDRARIA, REAGENTES E EQUIPAMENTOS UTILIZADOS EM LABORATÓRIO DE MICROBIOLOGIA

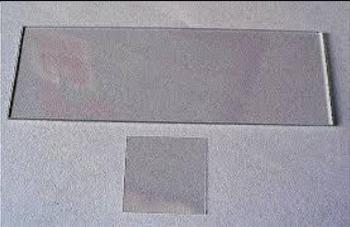
Objetivo:

Perceber que o laboratório pode ser usado como recurso pedagógico para desenvolver no estudante hábitos de pensamento científico e para a resolução de problemas;
Reconhecer o ambiente do laboratório de microbiologia bem como familiarizar-se com o nome e função dos equipamentos, vidrarias e reagentes comumente utilizados.

Desenvolvimento metodológico:

- Expor o material sobre a bancada para identificação de nomenclaturas e funções específicas, mostrando também suas respectivas ilustrações utilizando projetor multimídia.
- Acompanhar a atividade através da folha contendo a ilustração de cada material.



	Pipetas graduadas
	 Becker
 Swab	 Lâmina e lamínula
 Provetas	 Cabo de Kole  Alça de platina

	<p>Alça Drigalsky</p>  <p>Alças microbiológicas</p>
 <p>Ágar-ágar</p>	

IMPORTANTÍSSIMO

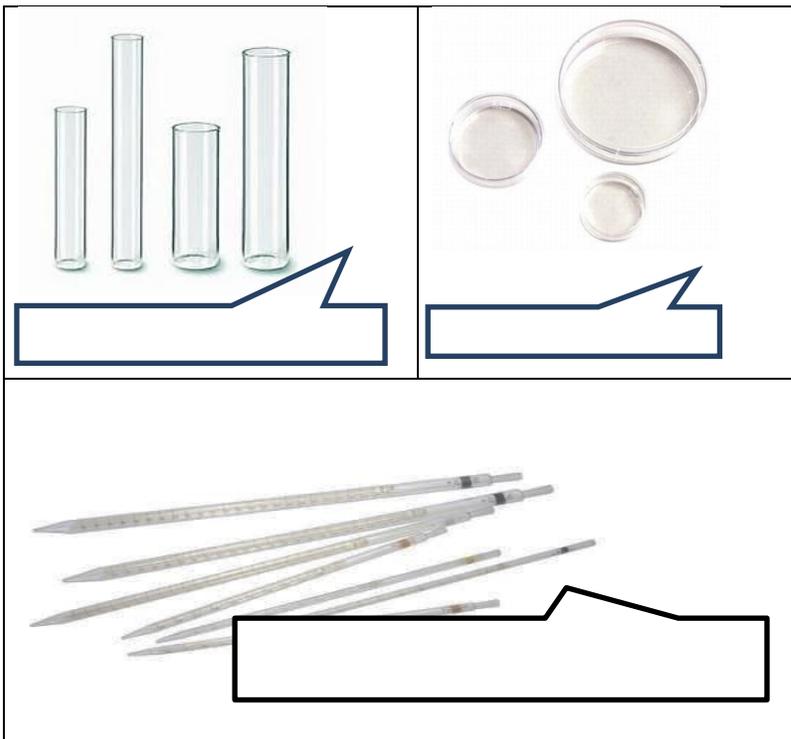
A maioria destes matérias pode ser substituídos por materiais alternativos, incluindo utensílios usados na cozinha (frascos medidores, copos, etc), materiais de uso geral (arames, ferramentas, tais como chaves de fenda, etc) ou com fins farmacêuticos (por exemplo, seringas para medir volume ao invés de pipetas). Portanto, seja criativa ou criativo e não desista por não ter os matérias apresentados acima.

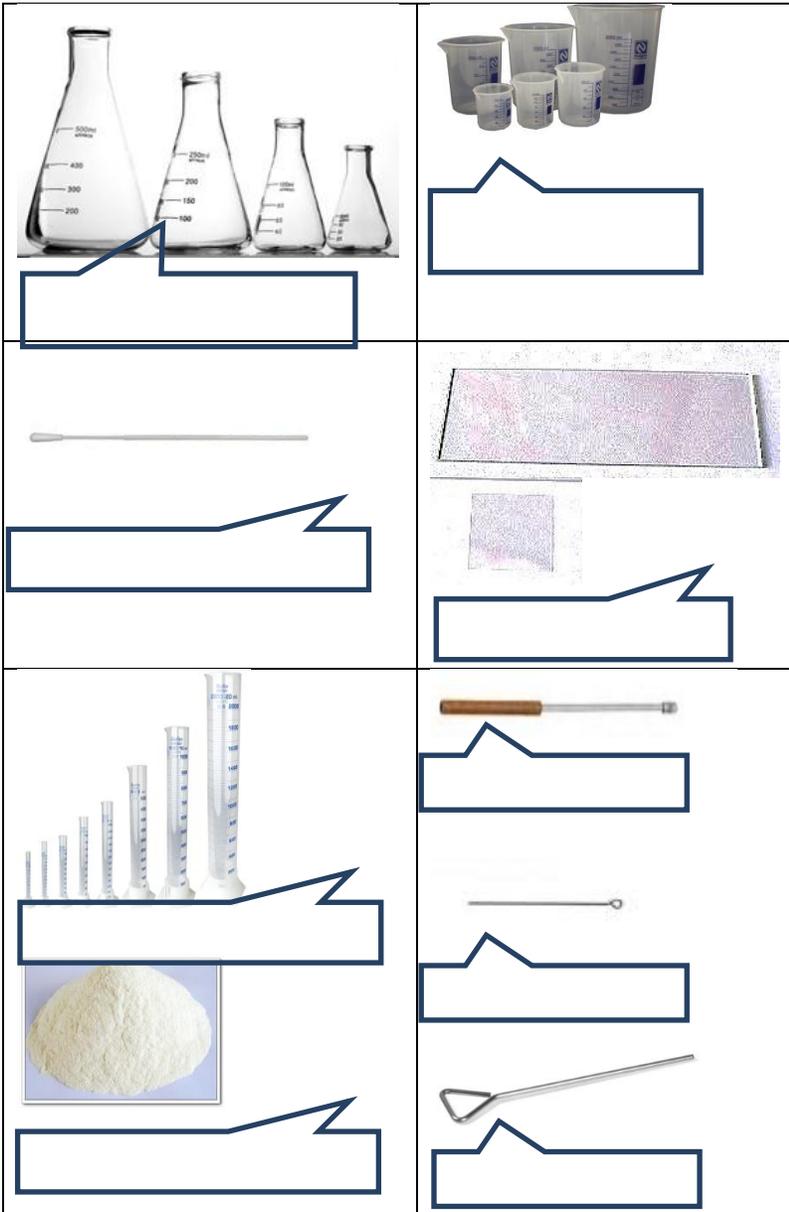
MATERIAL PARA O ALUNO

VAMOS FAZER?

**VIDRARIA, REAGENTES E EQUIPAMENTOS IMPORTANTES
PARA TRABALHAR COM MICRORGANISMOS.**

ACOMPANHE AS ORIENTAÇÕES DO PROFESSOR E ANOTE O
NOME DE CADA MATERIAL





CONHECENDO O MICROSCÓPIO

Objetivo:

Entender a importância do microscópio na construção do conhecimento científico sobre os microrganismos, conhecendo seus componentes e suas respectivas funções.

Desenvolvimento metodológico:

Inicialmente realizar uma conversa sobre a invenção do microscópio e a importância de tal equipamento no desenvolvimento das ciências e principalmente da microbiologia.

Assistir ao vídeo: Princípios históricos na evolução da microscopia por Antonio Aires da Cunha Filho

<https://www.youtube.com/watch?v=-y0ddgq3wHQ>

Em seguida, com um microscópio em cima da bancada, explicar sobre o nome e função de cada uma das suas estruturas. Cada professor observa o equipamento à sua frente e preenche o material que contem a ilustração de um microscópio óptico.

MICROSCOPIA ÓPTICA

O olho humano não é capaz de visualizar objetos menores que um décimo de milímetro (0,1mm ou 100 μ m). Assim, objetos menores são visualizados com a ajuda do microscópio. O microscópio é um equipamento construído com diversas lentes, cujo principal objetivo é aumentar o objeto observado. A microbiologia tem seu avanço dependente da construção e aperfeiçoamento deste equipamento, já que os organismos estudados nesta área, na sua grande maioria são menores que a capacidade do olho humano. Por isso é importante entender o seu funcionamento e quais os cuidados necessários para sua maior durabilidade.

HISTÓRICO

O microscópio foi inventado por um fabricante de lentes chamado Hans Janssen e seu filho Zacharias por volta do ano de 1600. Entretanto eles nunca usaram o aparelho que inventaram para observações científicas. Nesta época, os estudiosos não sabiam da existência dos microrganismos e acreditavam em abiogênese. E 1665, outra importante descoberta se deve ao microscópio. Robert Hooke, estudou cortes de cortiça e descreveu os pequenos poros que observara, chamando-os de “células”. Alguns anos mais tarde, por volta de 1674, Antonie van Leeuwenhoek, que era um curioso por natureza, utilizou a invenção para observar diferentes materiais. Observou e descreveu seres vivos que não são vistos a olho nu, os quais

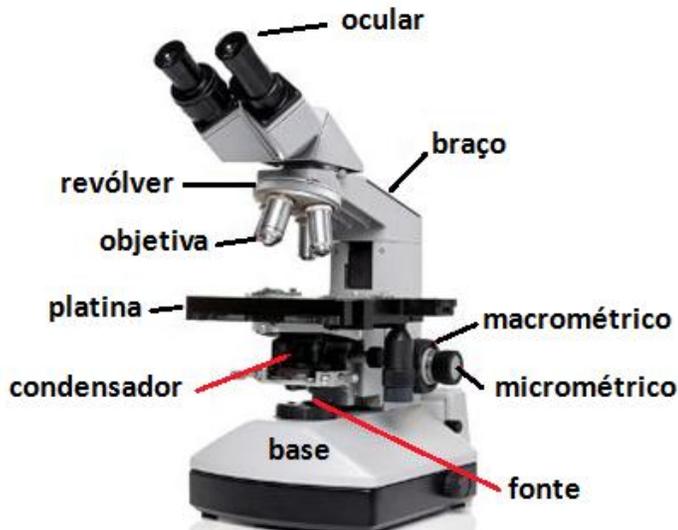
chamou de animáculos. Essa observação lhe rendeu título de Pai da Microbiologia. A partir de então, o microscópio passou a ser utilizado por outros estudiosos e foi fundamental para a descoberta da célula como unidade fundamental e funcional de todos os seres vivos. Sendo a microbiologia o estudo dos seres microscópicos, atribui-se a este as suas mais importantes descobertas e ainda hoje o estudo dos microrganismos exige sua utilização. Esse equipamento tem sido aperfeiçoado ano após ano, na medida em que novas tecnologias se prestam a melhorar a qualidade de lentes, resolução, técnicas de captação de imagens fazendo com que novos e melhores modelos sejam lançados no mercado. Existem diferentes tipos de microscópios, cada um servindo aos propósitos da ciência. Nesta aula, será dada atenção ao microscópio óptico, utilizado para aulas experimentais.

COMPONENTES DO MICROSCÓPIO ÓPTICO

Na microscopia óptica a luz atravessa o objeto a ser estudado e a imagem é captada e ampliada pelo conjunto de lentes (objetivas e oculares). Por isso toda preparação para observação deve ser fina o suficiente para permitir a passagem de luz. As lentes destes microscópios são capazes de mostrar dois pontos distintos se estes estiverem separados por distâncias de pelo menos $0,2\ \mu\text{m}$, que chamamos de resolução.

ATIVIDADE

Acompanhe a explicação do professor e anote o nome de cada parte do microscópio com sua respectiva função:



Nome	Função
Ocular	Contém o primeiro conjunto de lentes de aumento (10x)
Objetiva	Contém o segundo conjunto de lentes de aumento (4x, 10x, 40x e 100x)
Revólver	Suporte móvel das objetivas,
Braço	Estrutura por onde se deve carregar o equipamento
Fonte	Fonte de luz
Platina	Ou mesa, suporte da lâmina
Condensador	Regula a passagem de luz da fonte para a lâmina
Macrométrico	Faz movimentos amplos para com a mesa para aproximá-la das objetivas
Micrométrico	Faz movimentos pequenos para ajustar o foco
Base	Suporte para toda a estrutura do equipamento

MATERIAL PARA O ALUNO

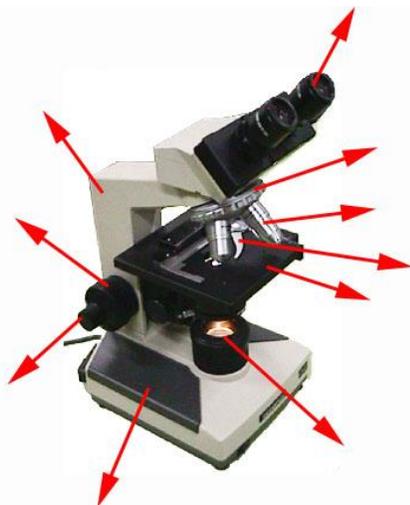
VAMOS FAZER?**CONHECENDO O MICROSCÓPIO**

Nome do aluno:

data:

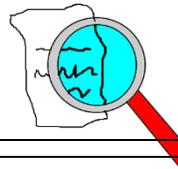
O olho humano não é capaz de visualizar objetos menores que um décimo de milímetro (1mm/10). Assim, objetos menores são visualizados com a ajuda do microscópio. O microscópio é um equipamento construído com diversas lentes, cujo principal objetivo é aumentar o tamanho do objeto observado. A microbiologia depende da construção e aperfeiçoamento deste equipamento, já que os organismos estudados nesta área, na sua grande maioria são menores que a capacidade do olho humano. Por isso é importante entender o seu funcionamento e quais os cuidados necessários para sua maior durabilidade.

Acompanhe a explicação do professor e anote o nome de cada parte do microscópio com sua respectiva função:



Nome	Função

USE SUALENTE E AUMENTE!



Nome	Função
Ocular	Contém o primeiro conjunto de lentes de aumento (10x)
Objetiva	Contém o segundo conjunto de lentes de aumento (4x, 10x, 40x e 100x)
Revólver	Suporte móvel das objetivas,
Braço	Estrutura por onde se deve carregar o equipamento
Fonte	Fonte de luz
Platina	Ou mesa, suporte da lâmina
Condensador	Regula a passagem de luz da fonte para a lâmina
Macrométrico	Faz movimentos amplos para com a mesa para aproximá-la das objetivas
Micrométrico	Faz movimentos pequenos para ajustar o foco
Base	Suporte para toda a estrutura do equipamento

UTILIZANDO O MICROSCÓPIO

Objetivo:

Aprender a usar o microscópio óptico, entender os fenômenos de rebatimento e inversão da imagem observada e calcular a ampliação obtida.

Desenvolvimento metodológico:

O microscópio é utilizado em diversas áreas das ciências: biologia (estudo de células), química (estudo de cristais), física (propriedades físicas da matéria), geologia (textura de rochas). É muito utilizado para diagnóstico médico e na indústria pode oferecer percepção de profundidade e detalhes de produtos.

O microscópio pode ser simples ou composto. O microscópio simples é formado por um único conjunto de lentes. O microscópio composto é formado por um sistema ótico com dois conjuntos de lentes: objetivas e oculares colocados em extremidades opostas de um tubo chamado de canhão. As objetivas são montadas próximas ao objeto e formam, no interior do aparelho, uma imagem real. A capacidade de aumento das lentes objetivas normalmente chega a 100 vezes. As oculares são montadas próximas ao olho do observador e produzem um aumento de até 10 vezes. A ampliação obtida é em função das distâncias focais dos dois sistemas de lentes e da distância que os separa.

A imagem sofre aumento enquanto que o campo de observação vai diminuindo na medida em que se substitui uma objetiva de menor aumento por uma de maior aumento. Essa redução da parte visível do objeto é percebida facilmente, pois a imagem observada anteriormente não cabe mais no campo do microscópio.

A imagem observada ao microscópio sofre inversões segundo dois eixos perpendiculares:

Inversão: de cima para baixo

Rebatimento: da esquerda para a direita.

Com a letra "O" devido a sua simetria radial, não se percebe o fenômeno.

Com a letra "A" observa-se a inversão

Com a letra "E" observa-se o rebatimento.

Com a letra "F" observa-se ao mesmo tempo a inversão e o rebatimento.

Para descobrir o aumento dado ao objeto que estamos observando ao microscópio, é necessário fazer o seguinte cálculo: multiplicar o aumento da ocular pelo aumento da objetiva.

(ocular=**10 x** , objetiva **4 x** , a ampliação será **4x10 = 40 vezes**)

Isto equivale a dizer que a imagem obtida com essas lentes é 40 vezes maior do que o tamanho real do objeto.



ENTENDENDO A ÓTICA DO MICROSCÓPIO

MATERIAL:

Jornal, tesoura, lâmina, lamínula, conta-gotas, microscópio.

PROCEDIMENTO

a. Recortar uma palavra de letra maiúscula, pequena do jornal (1cm^2); de preferência que tenha as letras OAEF (ex. c), ou as letras separadamente.

b. Colocar uma gota de água sobre uma lâmina;

c. Colocar o pedaço de jornal na gota de água e deixá-la bem espalhada.

d. Colocar uma lamínula em cima, apoiando primeiramente um de seus lados e soltando-a sobre a gota. Desse modo, você evitará que se formem bolhas de ar entre a lâmina e a lamínula (tais bolhas, quando examinadas ao microscópio, aparecem como círculos de contorno marcante). Se, ainda assim, ocorrer formação de bolhas, bata levemente com o lápis sobre a lâmina, ou passe a lâmina com a lamínula rapidamente sobre a chama de uma lamparina.

e. Posicionar a lâmina preparada na mesa do microscópio;

f. Levantar o canhão até onde for possível com o auxílio do parafuso macrométrico;

g. Gire o revólver de modo a colocar a objetiva de menor aumento (4X) em posição de uso;

h. Olhar pela ocular e abrir e fechar o diafragma até que o campo esteja uniformemente iluminado.

i. Colocar o quadradinho com a palavra escolhida no centro da lâmina

j. Agora, olhando através da ocular e usando do parafuso macrométrico, levante lentamente a mesa, até que a palavra se torne visível.

k. O ajuste final deve ser feito com o parafuso micrométrico, até obter uma imagem bem nítida.

l. Observar e anotar aposição da palavra.

m. Utilizando o charriot, mover a preparação para a esquerda, para a direita, para a frente e para trás. Anotar o que ocorre.

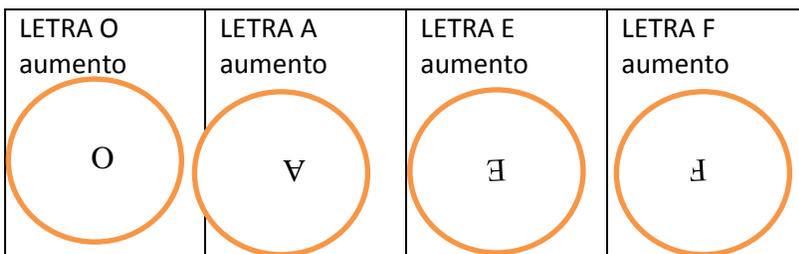
n. Mover o revólver, de modo a deixar a objetiva de 10 vezes em posição de uso. Olhar e anotar o que aconteceu, fazendo a mesma observação utilizando a objetiva de 40 vezes.

o. Atenção para a ampliação, iluminação, inversão e rebatimento;

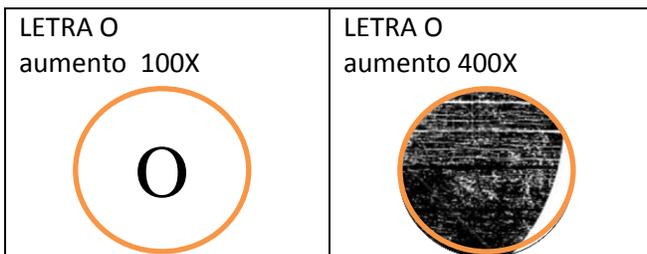
DESENHE O QUE VOCÊ OBSERVOU:

1. Como você observou as letras ao serem recortadas do jornal?

2. Desenhe o que você observou com a objetiva de 4 X



3. Desenhe o que você observou com a objetiva de 10 e 40X:



MATERIAL PARA O ALUNO

VAMOS FAZER?

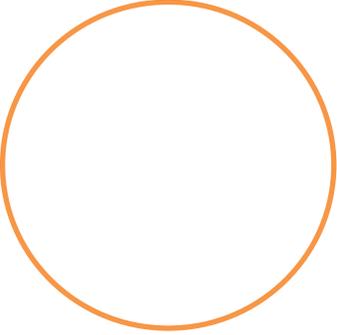
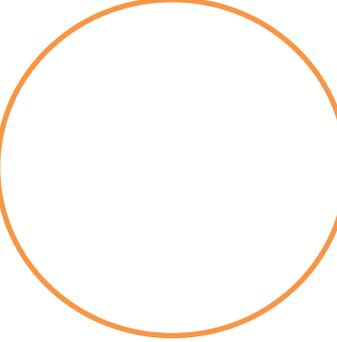
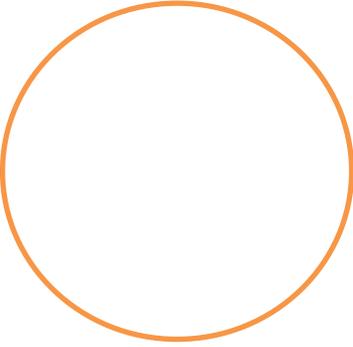
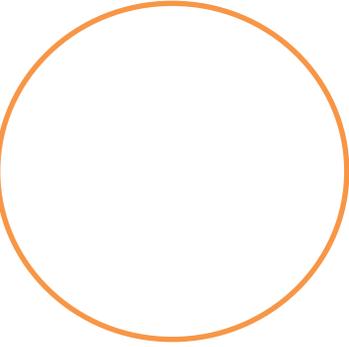
ENTENDENDO A ÓTICA DO MICROSCÓPIO

Nome do aluno:

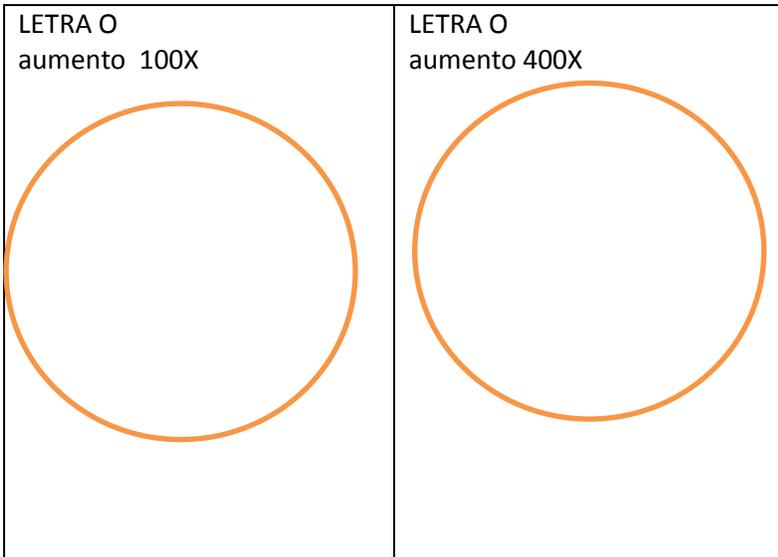
Data:

PROCEDIMENTO

1. Recortar uma palavra de letra maiúscula, pequena do jornal (1cm^2); de preferência que tenha as letras OAEF (FORME), ou as letras separadamente.
2. Colocar uma gota de água sobre uma lâmina;
3. Colocar o pedaço de jornal na gota de água e deixa-la bem espalhada.
4. Colocar uma lamínula em cima, apoiando primeiramente um de seus lados e soltando-a sobre a gota. Desse modo, você evitará que se formem bolhas de ar entre a lâmina e a lamínula (tais bolhas, quando examinadas ao microscópio, aparecem como círculos de contorno marcante). Se, ainda assim, ocorrer formação de bolhas, bata levemente com o lápis sobre a lâmina, ou passe a lâmina com a lamínula rapidamente sobre a chama de uma lamparina.
5. Posicionar a lâmina preparada na mesa do microscópio;
6. Levantar o canhão até onde for possível com o auxílio do parafuso macrométrico;
7. Gire o revólver de modo a colocar a objetiva de menor aumento (4X) em posição de uso;
8. Olhar pela ocular e abrir e fechar o diafragma até que o campo esteja uniformemente iluminado.
9. Colocar o quadradinho com a palavra escolhida no centro da lâmina

<p>LETRA O Aumento</p> 	<p>LETRA A aumento</p> 
<p>LETRA E Aumento</p> 	<p>LETRA F aumento</p> 

Desenhe o que você observou com a objetiva de 10 e 40X:



DO QUE SOMOS FEITOS?

Objetivo:

Compreender células como unidade estrutural e funcional de todos os seres vivos;

Compreender as diferenças estruturais, evolutivas e de tamanho entre as células eucarióticas e procarióticas por meio da observação;

Estimular a observação, descrição, reflexão e a discussão entre o grupo.

Plantas, animais, algas, protozoários, fungos (leveduras e mofos) e bactérias embora sejam visivelmente diferentes têm uma característica em comum, todos são formados por **CÉLULAS**. As células são as unidades estruturais e funcionais de **TODOS** os seres vivos. Alguns são formados por uma única célula, cada célula é um indivíduo, sendo por isso, chamados de **SERES UNICELULARES**. São exemplos de seres unicelulares, alguns fungos (leveduras), algas, protozoários e bactérias. Esses se reproduzem quando sua única célula se divide em duas, originando dois novos indivíduos. Essa forma de reprodução é chamada de divisão binária. Outros seres vivos são formados por várias ou mesmo milhões de células que se organizam formando os tecidos, que formam órgãos, sistemas e por fim, um organismo. Por serem formado por muitas células são chamados de **SERES PLURICELULARES**. São seres pluricelulares alguns fungos (mofos), algumas algas, os animais e as plantas.

Vários cientistas tentam explicar a origem da primeira célula na Terra. Esse é um assunto complexo, pois falar sobre origem da célula é o mesmo que falar sobre a origem da vida na Terra. Na medida em que novos estudos são feitos, novas evidências surgem e, dentre todas as teorias, a mais bem aceita pelos cientistas é a que sustenta que as primeiras células auto-replicas, envolvidas por membranas, surgiram a partir de um caldo primordial, rico em compostos orgânicos e inorgânicos presentes na Terra primitiva há aproximadamente 3,5 bilhões de anos.

Atualmente, consideram-se as células procarióticas primitivas, ou seja, foram elas as primeiras células a formar um ser vivo, no caso as bactérias. Como as bactérias são unicelulares podemos chamá-las de seres **PROCARIOTES**. Esse tipo celular possui uma estrutura muito simples, apresenta uma membrana plasmática circundando o citoplasma onde estão as mitocôndrias e o material genético. No citoplasma, sem sistema de endomembranas, acontecem todas as reações metabólicas necessárias para manutenção da vida e multiplicação desses seres vivos. Como são unicelulares, geralmente, são também muito pequenas e só podem ser vistas com ajuda de um microscópio.

Com o passar dos bilhões de anos as células procarióticas foram aumentando de tamanho e complexidade, suas membranas invaginaram dando origem ao sistema de endomembranas que compartimentalizou as funções celulares. O material genético ficou protegido, das turbulências do citoplasma, pela membrana nuclear; funções como digestão celular, síntese e processamento de proteínas e lipídeos, produção de energia ficaram dentro de

compartimentos específicos (lisossomos, complexo de Golgi, retículo endoplasmático, mitocôndrias) entre outras. Essas células são denominadas **CÉLULAS EUCARIÓTICAS**. Essas células são normalmente maiores que as procarióticas, mas ainda precisam de microscópio para ser observadas. As células eucarióticas formam os animais, plantas, protozoários, fungos e algas. Na medida em que foram se especializando, as células eucarióticas se diferenciaram em células vegetais e animais, cuja principal diferença é que nas **células eucarióticas vegetais**, aparecem os cloroplastos e o aparato necessário para realização da fotossíntese. As células de organismos macroscópicos são incapazes de viver de forma independente na natureza, existindo somente com parte de estruturas multicelulares, como sistemas orgânicos de animais ou vegetais.

A partir da análise de RNAr, os cientistas observaram que há três tipos celulares diferentes: os eucariotos, e dois tipos de células procariotas que são as bactérias e as arqueobactérias. Em 1978, Carl R. Woese propôs elevar os três tipos de células para um nível acima de reino, chamado de domínio. Assim, atualmente os seres vivos estão classificados em três domínios conforme seu tipo celular: Eukarya, Archea e Bacteria. Além das diferenças no rRNA, os três domínios diferem na estrutura lipídica da membrana, nas moléculas de RNA de transferência e na sensibilidade aos antibióticos.

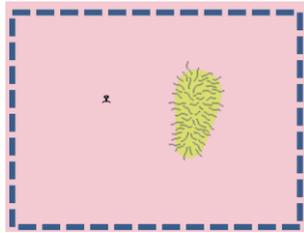
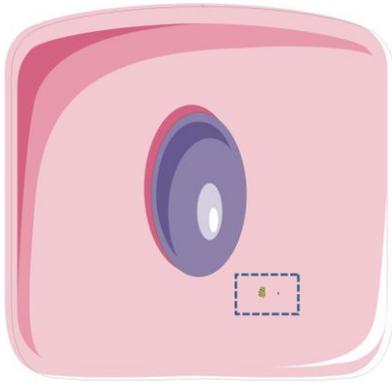
Os vírus são acelulares. Sua estrutura é ainda mais simples que uma célula e os mesmos não possuem aparato celular necessário para sintetizar proteínas ou mesmo outras moléculas. Assim, para se replicarem, usam toda a maquinaria da célula hospedeira para fabricar sua estrutura e infectar novas células. Essa

característica faz deles parasitas intracelulares obrigatórios e por isso, muitos cientistas ainda discutem se eles são ou não seres vivos.

Nesta oficina, será possível observar os dois tipos celulares, as células eucarióticas, obtidas a partir da mucosa bucal e, como a boca tem uma microbiota abundante e diversificada será possível também observar diferentes espécies bacterianas.

Nota-se que a grande maioria das bactérias presentes na cavidade oral não causam nenhum dano ao seu hospedeiro, ao contrário colaboram para manutenção do equilíbrio neste ecossistema.

Representação esquemática de uma célula epitelial humana, de uma bactéria e um vírus. A bactéria e o vírus são mostrados dentro do retângulo pontilhado. Note que o vírus aparece como um ponto de difícil visualização. A parte pontilhada é mostrada em aumento maior para que seja possível ter uma ideia do tamanho do vírus em relação a bactéria. Enfatizamos também que estas representações são uma aproximação dos tamanhos reais das células e o s vírus. Ressaltamos, porém, que o tamanho tanto das células (humana e bactérias) e dos vírus podem variar bastante conforme o tipo celular e o tipo de vírus.



OBSERVAÇÃO DE CÉLULAS DO DORSO D LÍNGUA COM BACTÉRIAS ADERIDAS

MATERIAL

Corante cristal violeta ou azul de metileno ou corante de bolo;
Espátula de madeira;
Lâmina;
Microscópio e óleo de imersão;

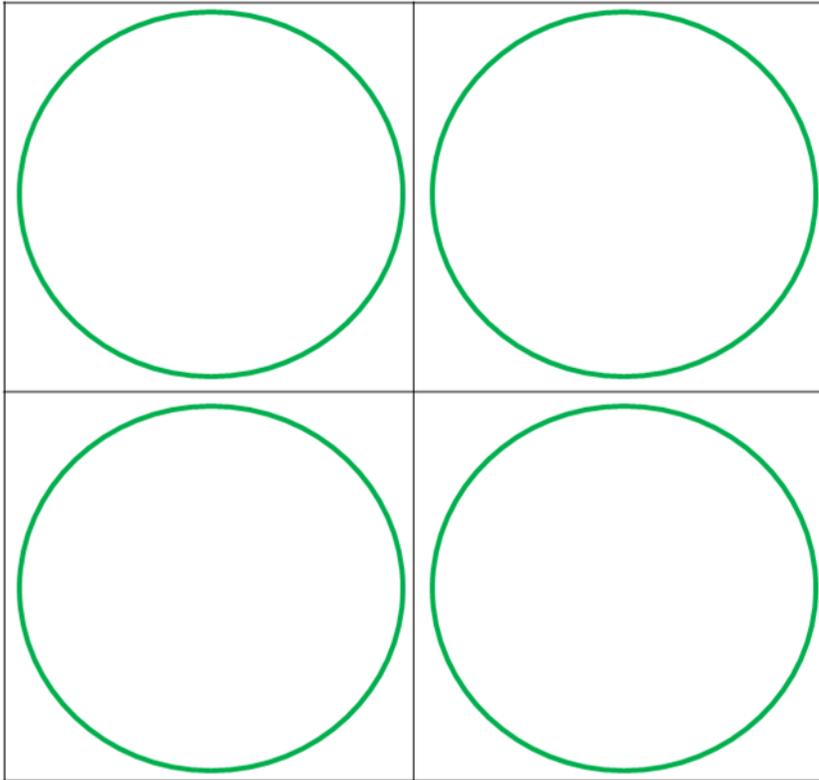
PROCEDIMENTOS

Com uma espátula descartável raspar o dorso da língua;
Espalhar esse material no centro da lâmina e esperar secar;
Fixar o material passando três vezes pela chama do bico de Bunsen ou vela;
Cobrir com corante e esperar 1 minuto;
Lavar com água;
Deixar secar bem e observar no microscópico iniciando com aumento de 10 vezes. Aumentar até utilizar a objetiva de imersão ou até a que tiver disponível no microscópio.

OBSERVAÇÃO DE CÉLULAS DO DORSO DA LÍNGUA

Antes de passar para próxima página, desenhe aqui o que você observou ao microscópio. Depois compare com as fotografias apresentadas.

Desenhar as células eucariótica e procariótica em diversos aumentos:



OBSERVAÇÕES:

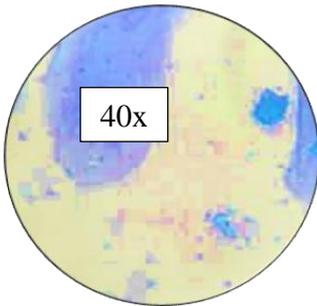
1. Exemplo de Fotografias de observações de células eucariótica e procariótica:



40x

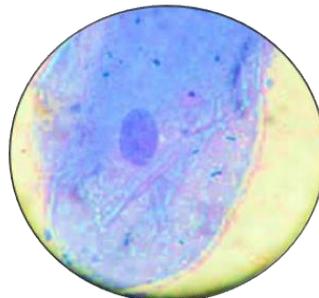


100x



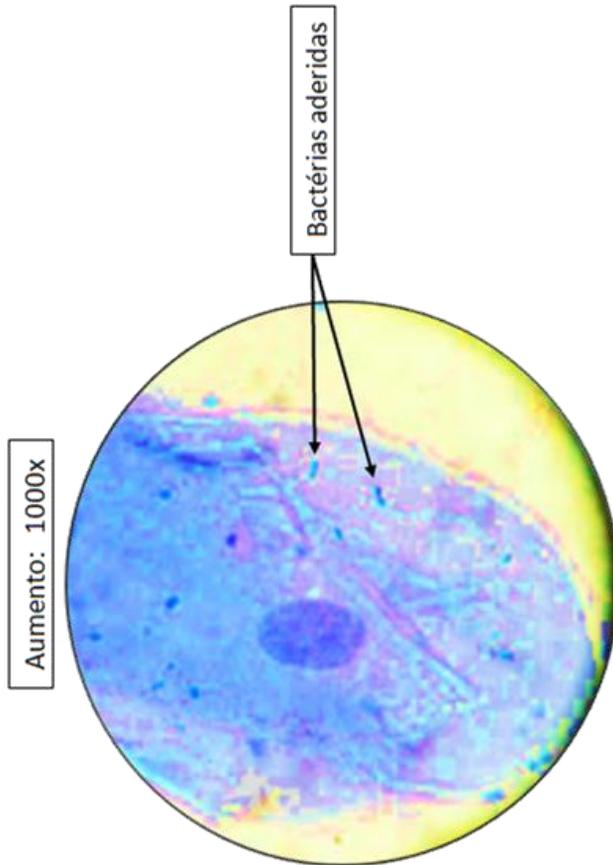
40x

400x



1000x

2. Observar e ilustrar a diferença de tamanho entre as células da mucosa e as bactérias aderidas às mesmas;



Problematizando para os alunos:

Proposta de trabalho. Caso você não tenha microscópio(s) disponível na escola, sugerimos que você projete para os as fotografias contendo os vários aumentos e também a fotografia com 100 x de aumento onde retiramos a indicação das bactérias. Peça que eles desenhem e expliquem o que ocorre quando passamos de 40 para 100, de 100 para 400 e de 400 para 1000 x de aumento. No caso da fotográfica com as setas, peça para eles sugerirem o que as setas podem estar indicando?

Você pode explicar que a escola não tem microscópio, mas que se tivesse seria algo parecido com a projeção que os alunos visualizariam.

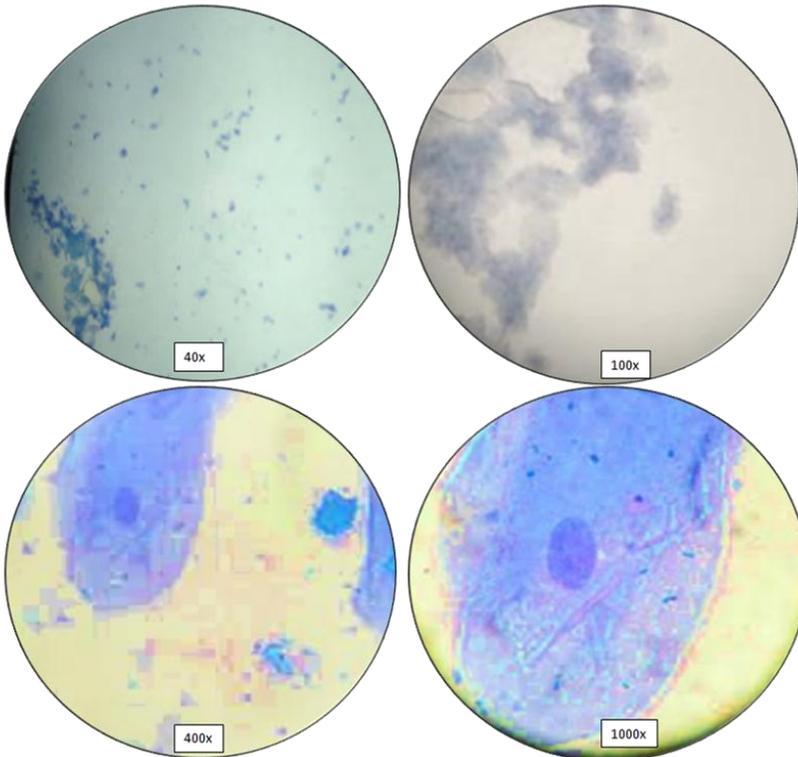
5. Discutir a importância da coloração na visualização das células.

Sugestão de slide 1

Visualização de material retirado da língua humana ao microscópio.

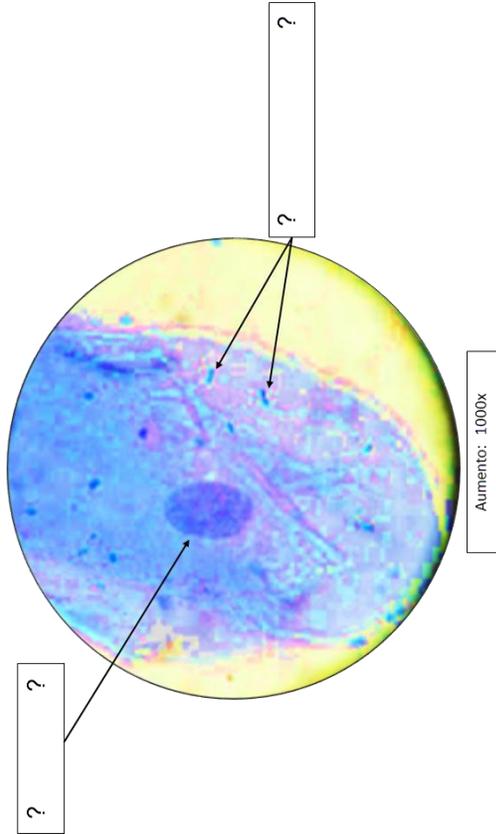
Os aumentos são indicados na figura. As atividades para os alunos estão localizadas logo a frente (página).

Visualização de Material Retirado da Língua ao Microscópio



Sugestão de slide 2

O que as setas estão indicando?



MATERIAL PARA O ALUNO**VAMOS FAZER?****OBSERVAÇÃO DE BACTÉRIAS ADERIDAS ÀS CÉLULAS DO DORSO DA LÍNGUA E**

Nome do aluno:

Data:

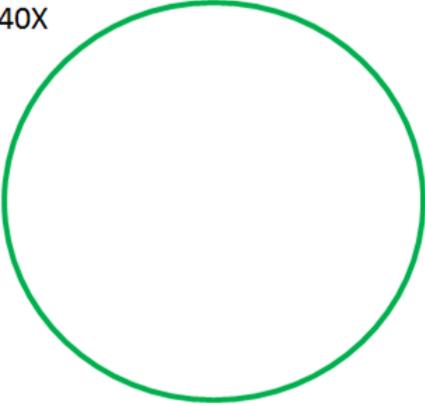
PROCEDIMENTOS

Com uma espátula descartável raspar o dorso língua;
Espalhar esse material no centro da lâmina e esperar secar;
Fixar o material passando três vezes pela chama da vela, como material voltado para cima;
Cobrir com corante e esperar 1minuto;
Lavar com água;
Deixar secar bem e observar no microscópico iniciando com aumento de 10 vezes.

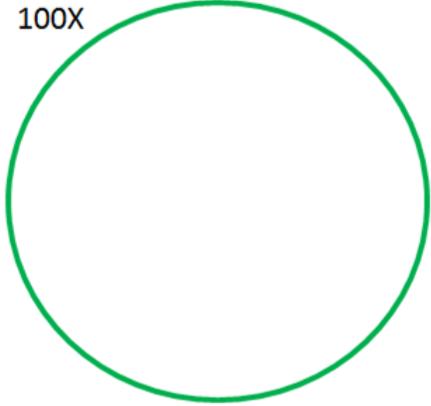
OBSERVAÇÕES:

1. Desenhar as células eucariótica e procariótica:

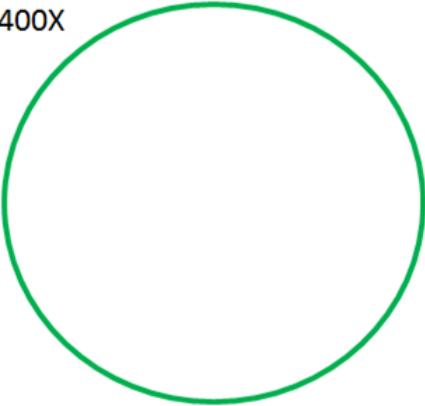
40X



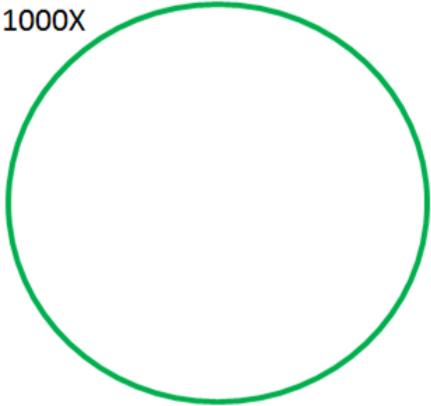
100X



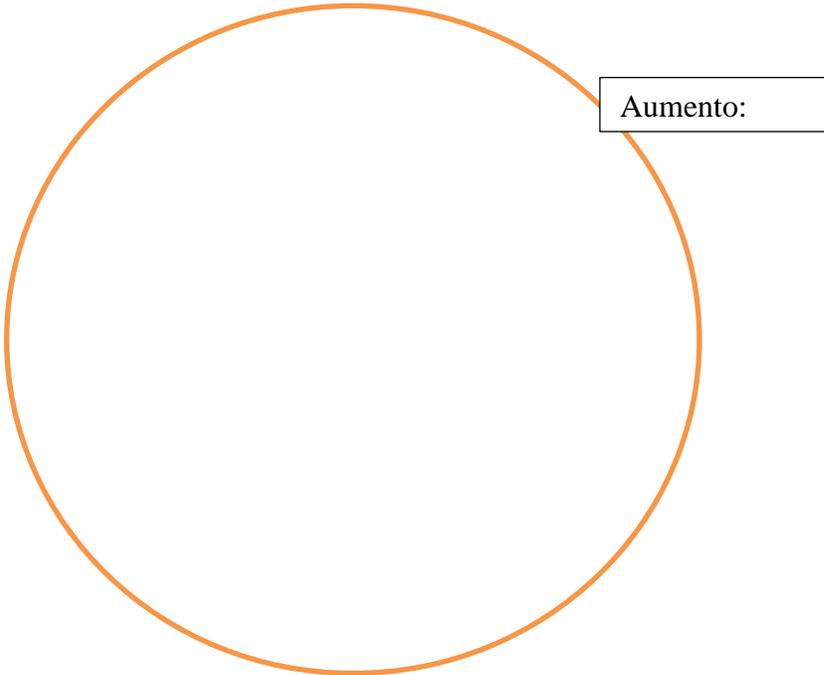
400X



1000X



2. Observar e ilustrar a diferença de tamanho entre as células da mucosa e as bactérias aderidas às mesmas;



3.O que é uma célula?

4.Quem possui célula?

5.As células que formam todos os seres vivos são iguais?

6.Quais a diferenças observadas nesta aula?

7.Discutir sobre a importância da coloração na visualização das células.

CONSTRUÇÃO DE MATERIAL DE LABORATÓRIO

O laboratório de microbiologia é o ambiente onde são realizadas pesquisas ou aulas experimentais sobre microrganismos. Microrganismos são seres vivos que só podem ser vistos com ajuda de um microscópio. São estudados na disciplina de microbiologia as bactérias, os fungos e os vírus.

Para que se trabalhe com esses seres vivos os equipamentos de fundamental importância, são: microscópio, estufas e autoclaves.

O microscópio já foi discutido em oficinas anteriores.

Estufas são equipamentos com função de manter a temperatura adequada para o crescimento microbiano.

Autoclaves são equipamentos onde reagentes, vidrarias, enfim todo o material de laboratório de microbiologia são esterilizados a fim de evitar contaminação do experimento, do manipulador ou mesmo do ambiente.

Objetivo:

Construir material necessário para realização de aula prática sobre microrganismos na escola;

CONSTRUINDO UMA ESTUFA

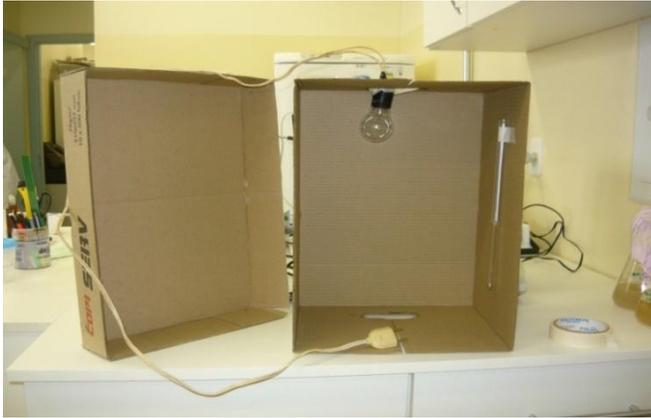
A temperatura ambiental afeta diretamente o crescimento microbiano, uma vez que os microrganismos possuem uma temperatura ótima para seu crescimento. Esta equivale a temperatura onde seu aparato enzimático funciona melhor, tornando seu metabolismo mais eficiente e promovendo a divisão celular. Considerando que os microrganismos são seres ubíquos, vivendo desde águas termais até geleiras, é de se esperar que, dependendo das condições do ambiente em que vivem, estejam melhores adaptados a uma ou outra temperatura. A maioria dos microrganismos que vivem a nossa volta é mesófila, ou seja, têm como temperatura ótima para crescimento 37°C. Assim, a estufa bacteriológica proposta nesta oficina vai manter-se aproximadamente a 37°C.

MATERIAL:

Alicate;
Caixa de papelão;
Extensão de fio elétrico; Lâmpada de 40w; Fita isolante; Pino de tomada;
Faca e tesura;
Termômetro;

PROCEDIMENTOS:

Confeccionar uma extensão com fio elétrico (pode ser fio usado, mas em bom estado). Em seguida encaixe a lâmpada dentro da caixa e coloque um termômetro próximo onde ficarão as placas (o termômetro deverá ser fixado com fita crepe).



Observações: A temperatura da estufa deve ficar próxima dos 37°C e deve ser acompanhada a cada intervalo de seis horas. Se necessário deixar uma abertura de ar, para que a temperatura fique em 37°C.

CONFECÇÃO DE ALÇA BACTERIOLÓGICA

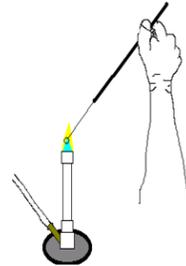
A alça bacteriológica é necessária para manipular culturas microbianas sem que haja contaminação do material ou do manipulador, pois a mesma pode ser flambada tornando-se asséptica.

MATERIAL:

Alicate;
Bico de Bunsen ou chama de fogão;
Fio de resistência de chuveiro;
Tubo de caneta;

PROCEDIMENTOS:

Cortar 20 centímetros de fio de resistência de chuveiro;
Aquecer cerca de 1 cm da extremidade da caneta até apresentar mudança de consistência;
Colocar o fio de resistência e comprimir o local com alicate;



Recursos didáticos:

Material utilizado para construção da estufa e diálogo sobre a influência da temperatura no crescimento microbiano;

ESTERILIZANDO COM UMA PANELA DE PRESSÃO

O material manipulado no ambiente laboratorial necessita de esterilização para que as atividades desenvolvidas apresentem resultados mais seguros possíveis, sem interferência de micro-organismos contaminantes. A esterilização no ambiente laboratorial comumente ocorre com a utilização da autoclave, a qual atinge 121°C. Sabendo que a maioria das escolas não possui autoclave, testamos a seguinte atividade, a qual apresentou resultados satisfatórios na esterilização.

MATERIAL:

500 ml de água;
Cinco latas de alumínio;
Faca;
Fogareiro ou Bico de Bunsen;
Material a ser esterilizado;
Papel pardo;
Fita crepe;
PANELA DE PRESSÃO DE 4,5 litros;
Tesoura;

PROCEDIMENTOS:

Enrolar o material (placas de Petri, Erlenmeyer com meio de cultura) com o papel pardo como se fosse um pacote de presente e fixar com fita crepe, reservar;
Cortar as latinhas de refrigerante de forma que fiquem com cerca de três centímetros de altura e, com uma faca, fazer furos na parte inferior.

Colocar as latas dentro da panela, depois adicionar 500 ml de água e por fim o material que será autoclavado.

Colocar a panela no fogo. A partir do momento que começar a sair vapor pela válvula, marcar 20 minutos. Desligar a panela e esperar esfriar.



Observação: As latas funcionam como um suporte para evitar que o material fique em contato direto com a água, entrando em contato assim, só com o vapor que irá atingir a temperatura média de 121 °C. Se a panela de pressão utilizada for maior a 4,5 litros é necessário que se acrescente mais água e que as latinhas sejam mais altas.

DO QUE AS BACTÉRIAS SE ALIMENTAM?

Objetivo:

Compreender que é possível utilizar material comum para cultivar microrganismos.

Desenvolvimento metodológico:

Para que os microrganismos possam se reproduzir, seja no ambiente natural ou no laboratório, os mesmos precisam estar em condições ideais. Além da temperatura os microrganismos precisam de fontes de energia, água, carbono, nitrogênio, fósforo, sais minerais e componentes denominados como fatores de crescimento, todos, para promover o crescimento e divisão celular. No laboratório, esse conjunto de nutrientes é chamado de meio de cultura. Cada espécie de fungo ou bactéria cresce melhor em determinados meios de cultura, os quais contêm nutrientes específicos para cada uma. Muitas espécies não são cultiváveis em laboratório justamente por não se conhecer quais nutrientes e/ou condições são essenciais ao seu crescimento. Já no ambiente natural, muitos substratos podem fornecer os nutrientes necessários para o crescimento microbiano. Os alimentos ricos em açúcares, proteínas, com grande quantidade de água são os preferidos, como por exemplo, as frutas, verduras, carnes, leite, ovos e seus derivados. Em alimentos secos o crescimento é mais difícil, como por exemplo, farinhas e grãos (cru). Estes demoram mais tempo para serem deteriorados pelos microrganismos.

Para cultivar os microrganismos em laboratório (ou para uma aula prática), é necessário fornecer para eles os nutrientes que precisam (citados acima), deste modo estará sendo feito um meio de cultura.

MEIO DE CULTURA ALTERNATIVO COM CENOURA

MATERIAL:

1frasco, colher, e faca e peneira;

4 gramas de ágar ou 6 cápsulas de ágar de farmácia;

300 ml de água;

Duas cenouras médias;

Liquidificador;

Panela de pressão;

Placas de Petri esterilizadas; ou potes de plástico lavados com álcool;

PROCEDIMENTO:

Cozinhar duas cenouras picadas e bater no liquidificador com 100 ml de água.

Passar a mistura na peneira para separar a parte líquida. Filtrar a mistura com um papel de filtro ou uma gaze dobrada.

Adicionar o ágar e misturar bem até que fique homogêneo.

Completar o volume com água, para 200 ml. Tampar o frasco com uma rolha de algodão e colocar um pedaço de papel pardo por cima.

Esterilizar as placas de Petri e o meio de cultura em banho maria dentro da panela de pressão, por aproximadamente 20 minutos.

Em ambiente asséptico (com o bico de Bunsen ou uma vela acesa) transferir o líquido ainda quente para 10 placas de Petri até cobrir o fundo.

MEIO DE CULTURA ALTERNATIVO COM REPOLHO ROXO

MATERIAL:

1 colher de sopa de açúcar, ½ chá colher de sal, 3g de ágar,
20 placas de Petri, ou potes de plástico lavados com álcool
fogareiro,
1 batata, 1 prato de sobremesa de repolho roxo desfolhado.
água,

PROCEDIMENTO:

Colocar em uma panela uma batata, 1 prato de sobremesa de
repolho roxo desfolhado e dois copos de água.

Ferver o conteúdo por 15 minutos.

Separar 300 mL deste caldo e acrescentar 1 colher de chá de
açúcar, ½ colher de café de sal e 3 colheres de ágar.

Acrescentar o ágar e dissolvê-lo completamente;

Colocar o meio de cultivo em placa de Petri ou potes
esterilizados.



MICROORGANISMOS NO AMBIENTE

Objetivo:

Perceber que os microrganismos estão presentes em todos os ambientes, fazendo parte do ecossistema.

Discussão

Microrganismo compreende uma definição taxonômica que congrega grupos variados de organismos unicelulares de dimensões microscópicas, que vivem na natureza como células isoladas ou em agregados celulares, incluindo os grupos: bactérias, arqueas, fungos filamentosos e leveduras, protozoários e vírus.

Na natureza, as células microbianas vivem associadas a outras, originando as comunidades, normalmente formadas por várias espécies diferentes. O ambiente onde vivem essas comunidades é chamado de habitat. A diversidade e abundância de microrganismos em um determinado habitat são controladas pelos nutrientes e pelas condições existentes no ambiente. Os microrganismos estão presentes em qualquer lugar da Terra capaz de sustentar a vida. Isso inclui habitats com os quais estamos familiarizados, água, terra, animais e plantas. A esterilidade em qualquer tipo de amostra natural é muito rara. Ambientes incomuns para os seres humanos também abrigam grande diversidade microbiana, microrganismos chamados extremófilos, que vivem em ambientes onde outras formas de vida não sobreviveriam e precisam desta condição para sobreviver. Habitam ambientes como fontes hidrotermais

ferventes, sobre e no interior de lagos congelados, geleiras ou mares polares, corpos d'água hipersalinos, água com pH muito ácido ou muito alcalino, ambientes ricos em metano, entre tantos outros.

Apesar de seu tamanho minúsculo, os microrganismos representam cerca de metade de toda a biomassa da Terra. Nenhum ambiente natural da Terra sustenta a vida de organismos superiores sem a presença de microrganismos, enquanto que vários habitats microbianos não são adequados para organismos superiores.

Proposta de trabalho.

Caso você não tenha microscópio(s) disponíveis na escola, sugerimos que você trabalhe com a questão macroscópica dos microorganismos que crescem em diferentes meios de cultura e também quando coletados em diferentes locais (ver abaixo as atividades em “Diversidade Microbiana”).

Aqui você pode propor que os estudantes tirem fotografias ou façam desenhos dos meios e montem uma exposição “a arte dos micróbios”, tentando correlacionar com o tipo de meio de cultura e os locais de coleta.

DIVERSIDADE MICROBIANA

Objetivo:

Perceber que em um mesmo ambiente existem diferentes espécies de microrganismos, convivendo harmonicamente.

Desenvolvimento metodológico:

Após a origem das células e o desenvolvimento das formas iniciais de metabolismo energético e de carbono, a vida microbiana sofreu ao longo de quatro bilhões de anos, alterações evolutivas que levaram a grande diversidade de espécies existentes atualmente e também ao alto grau de complexidade dos organismos modernos.

Acredita-se que, em nível global, a diversidade de microrganismos exceda a diversidade de plantas e animais. Levantamentos estimativos da década de 90 propuseram que apenas 5% da diversidade de fungos são atualmente conhecidas, com aproximadamente 69.000 espécies descritas. Para procariotos, incluindo bactérias e arqueas, são conhecidas 4.314 espécies, alocadas em 849 gêneros, correspondendo entre 0.1 a 12% da diversidade do grupo. Protozoários e vírus apresentam cerca de 30.800 e 5.000 espécies descritas, correspondendo a 31% e 4% do número de espécies estimado, respectivamente. Estudos mais recentes devem modificar esses números.



A morfologia bacteriana pode colaborar na sua identificação. As formas de bactérias mais comumente encontradas nos ambientes que nos rodeiam são cocos, bacilos, espirilos e vibriões. Algumas espécies, devido a sua forma de divisão celular se organizam formando o que chamamos de arranjos, os mais comuns são, estreptococos, diplococos, estafilococos, sarcina, estreptobacilos, diplobacilos, paliçada, globia, os espirilos e vibriões normalmente não formam arranjos.

As bactérias, assim como outras células, são incolores, por isso, para serem visualizadas ao microscópio, precisam ser coradas. Existem várias técnicas utilizadas para corar bactérias, mas a coloração de Gram é a mais empregada. A coloração de Gram cora bactérias que apresentam um tipo específico de parede celular, formada por camadas de peptidoglicano. Assim, bactérias que respondem a essa coloração (cristal violeta + lugol) apresentam a parede celular mais espessa e são chamadas de Gram positivas. Já bactérias que precisam de um contracorante (fucsina ou safranina) são chamadas de Gram negativas. Esta reação negativa ao corante (cristal violeta + lugol) acontece devido a parede celular ser mais fina e não ser capaz de retê-lo.

A observação de bactérias descrevendo suas características morfológicas e tintoriais é amplamente utilizada para identificar os principais grupos bacterianos encontrados nos ambientes comuns a nossa convivência.

CAÇA AOS GERMES!

MATERIAL:

Estufa (descrita no experimento 3);
Placa de Petri contendo o meio de cultura (preparado no experimento6);
Swab ou cotonete;
Água fervida em tubo ou garrafinha

PROCEDIMENTOS:

Identificar as placas com o nome do grupo e o local onde a coleta será realizada.

Utilizando um cotonete, molhar o mesmo na água (do tubo), retirar o excesso de água pressionando o na parede do tubo, em seguida passar cuidadosamente no local escolhido.

Abrir a placa cuidadosamente passar o cotonete no ágar, fechar a placa.

Colocar a placa em estufa onde ficará por 24 horas a 37°C.

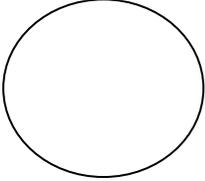
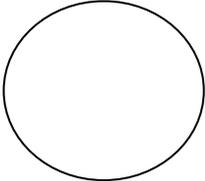
Depois de passado este período as culturas podem ser deixadas na geladeira até serem utilizadas.

No próximo encontro observar a variedade de colônias (diversidade microbiana) crescidas nas placas e anotar, conforme descrito no material sobre Diversidade Microbiana.

Esta mesma prática pode explorar dois conceitos importantes que são a ubiquidade e a diversidade microbiana. O material de registro se encontra exposto na unidade seguinte.

OBSERVAÇÃO MACRO E MICROSCÓPICA DOS MICRORGANISMOS OBTIDOS NA CULTURA DA AULA ANTERIOR

Com as culturas da oficina anterior, observar e anotar o número de colônias diferentes que apareceram e as características de cada colônia, levando em consideração que cada colônia diferente é uma espécie microbiana. Cada espécie metaboliza os nutrientes de uma maneira e assim produz diferentes metabólitos, capazes de modificar as características do meio. Perceber a diferença entre colônias de fungos e bactérias.

Local da coleta	Houve crescimento de micro-organismos?		Desenhe o que observou
	Sim Quantas colônias diferentes são observadas?	Não	
<i>Ex.: mesa</i>	<i>Sim, Cresceram x colônias diferentes</i>		
<i>Ex.: solo</i>	<i>Sim, Cresceram 3 colônias diferentes</i>		

Caso tenha um microscópio disponível, escolher as duas colônias predominantes, fazer um esfregaço e corar com azul de metileno. Observar no microscópio com objetiva de imersão e descrever forma, arranjo de cada colônia. Olhar as lâminas dos colegas e anotar os resultados.

MATERIAL PARA O ALUNO

VAMOS FAZER?

CAÇA AOS GERMES

Nome do aluno:

Data:

PROCEDIMENTOS:

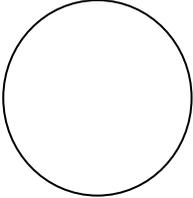
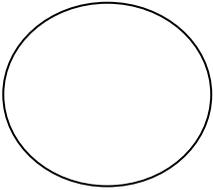
Identificar as placas com o nome do grupo e o local onde a coleta será realizada.

Utilizando um swab, molhar o mesmo na água estéril (do tubo), retirar o excesso de água pressionando o cotonete na parede do tubo, em seguida passar cuidadosamente no local escolhido.

Abriu a placa cuidadosamente, passar o swab no Agar e fechar a placa.

Colocar a placa em estufa onde ficará por 24 horas a 37°C. Depois de passado este período as culturas podem ser deixadas na geladeira até serem utilizadas.

Observar a diversidade microbiana.

Local da coleta	Houve crescimento de micro-organismos?		Desenhe o que observou
	Sim Quantas colônias diferentes são observadas?	Não	
			
			

RESPONDA:

1. Todas as colônias eram iguais? Se não, quais foram as diferenças observadas?
2. O que significa a variedade de colônias observadas?

OBSERVAÇÃO DE FUNGOS

Objetivo:

Relembrar e observar macro e microscopicamente a estrutura dos fungos;

Desenvolvimento metodológico:

Assistir ao vídeo:

<https://www.youtube.com/watch?v=0oxg2JDZtgk>

Este vídeo tem duração de 35 minutos e expõe de forma clara características gerais dos fungos, permitindo que os professores relembrem alguns conceitos.

Após assistir ao vídeo, observar as estruturas fúngicas, utilizando os fungos expostos sobre a mesa

OBSERVAÇÃO DE FUNGOS MACROSCÓPICOS NA LUPA

MATERIAL:

Orelha de pau;

Auricularia;

Líquens (associações de algas e fungos);

Lupa;

Placas de Petri

PROCEDIMENTO:

Colocar o fungo macroscópico a ser observado na placa de Petri e observar na lupa.

Desenhar o que está observando e identificar as estruturas:

MATERIAL PARA O ALUNO

VAMOS FAZER?

OBSERVAÇÃO DE FUNGOS MACROSCÓPICOS NA LUPA

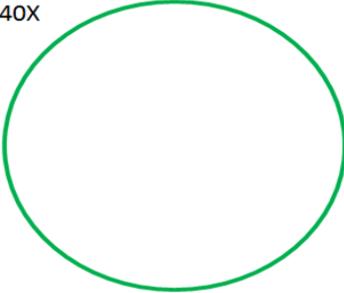
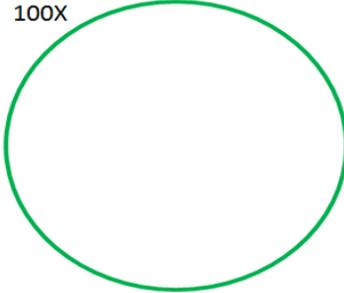
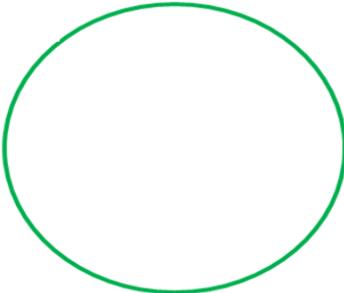
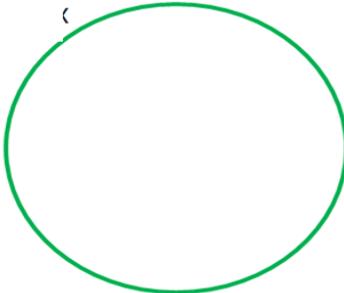
Nome do aluno:

Data:

PROCEDIMENTO:

Colocar o fungo macroscópico a ser observado na placa de Petri e observar na lupa.

Desenhar o que está observando e identificar as estruturas

40X 	100X 
	

:

OBSERVAÇÃO DE FUNGOS MICROSCÓPICOS

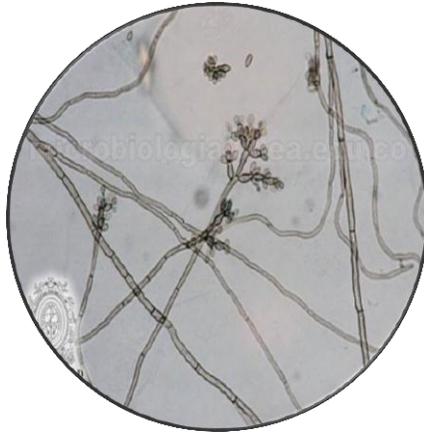
MATERIAL:

Água;
Alça de platina;
Becker ou copo;
Fermento biológico;
Lâminas;
Lamínulas
Microscópio;
Pão e frutas com bolores;
Pipeta de Pasteur;

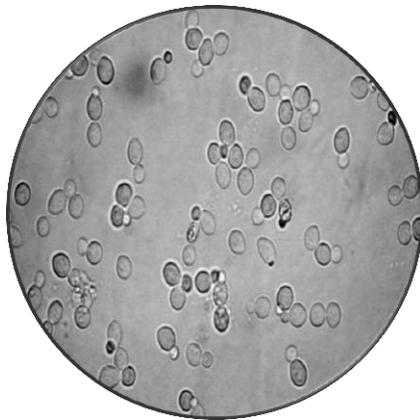
PROCEDIMENTO:

•Para realizar a observação do *Saccharomyces cerevisiae* (fermento biológico), colocar uma colher de sopa do fermento em um Becker e diluir em 200 ml de água. A partir dessa diluição com uma pipeta de Pasteur colocar uma gota no centro da lamina e colocar em cima uma lamínula e em seguida observar no microscópio. Serão observados fungos unicelulares.

•Para a observação de bolores tanto presentes no pão quanto nas frutas, é necessário colocar uma gota de água no centro da lâmina, com a alça bacteriológica retirar uma pequena quantidade do bolor presente no material, colocá-la na gota de água, em seguida cobrir com a lamínula e observar no microscópio. São visualizadas hifas e eventualmente outras estruturas fúngicas.



FUNGOS FILAMENTOSOS



FUNGOS UNICELULARES

LEVEDURAS

QUAL O RESULTADO DA FERMENTAÇÃO

VAMOS FAZER?

MATERIAL:

- 3 balões
- 3 garrafas PET
- açúcar
- fermento

PROCEDIMENTO

- Identificar cada garrafa com a numeração 1, 2, 3.
- Na garrafa número 1, misturar 100 mL de água fria, uma colher de fermento biológico, 1 colher de açúcar e vedar com a bexiga plástica.
- Na garrafa número 2, misturar 100 mL de água fervente (em torno de 100°C), uma colher de sopa de fermento biológico e 1 colher de açúcar. Vedar com a bexiga
- Na garrafa número 3, misturar 100 mL de água morna, à temperatura de aproximadamente 30°C, uma colher de fermento biológico e uma colher de açúcar. Vedar com a bexiga plástica.
- Aguardar para visualizar os resultados.
- Descreva o experimento, seus resultados e discuta-os.



Garrafas	Ingredientes	Resultados	Discussão
1			
2			
3			

Você conhece algum alimento fabricado a partir da fermentação feita por leveduras? Explique:

MATERIAL PARA O ALUNO**VAMOS FAZER?****QUEM FAZ O PÃO CRESCER?**

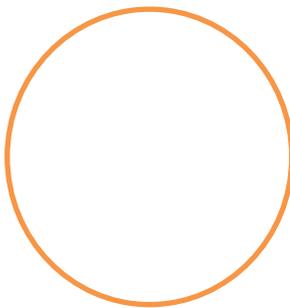
Nome do aluno:

Data:

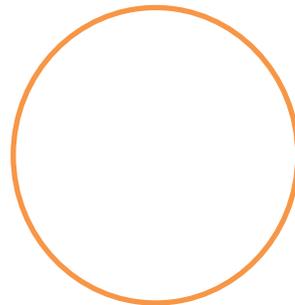
PROCEDIMENTO:

•Para realizar a observação do *Saccharomyces cerevisiae* (fermento biológico), colocar uma colher de sopa em um Becker e diluir em 200 ml de água. A partir dessa diluição com uma pipeta de Pasteur colocar uma gota no centro da lâmina e colocar em cima uma lamínula e em seguida observar no microscópio. Serão observados fungos unicelulares.

Para a observação de bolores tanto presentes no pão quanto nas frutas, é necessário colocar uma gota de água no centro da lâmina, com a alça bacteriológica retirar uma pequena quantidade do bolor presente no material, colocá-la na gota de água, em seguida cobrir com a lamínula e observar no microscópio. São visualizadas hifas e eventualmente outras estruturas fúngicas.



Fungos unicelulares



Fungos pluricelulares

DE ONDE SURGEM OS MICRORGANISMOS?

Objetivo

Perceber que os microrganismos se originam a partir de outro já existente e significar termo disseminação e contaminação.

Desenvolvimento metodológico

Falar sobre biogênese

Experimentos de Pasteur,

Reprodução

RESULTADOS: em 48 horas

MATERIAL:

Caldo de carne

3 frascos (vidros de café ou conserva)

Micro-ondas

Colher (para pegar o meio)

Canetas

Água



PROCEDIMENTOS:

Colocar 100 ml de caldo de carne em cada um dos vidros;

Aquecer 2 frascos até fervura;

Fechar imediatamente um dos frascos fervidos e o outro manter aberto;

O frasco que não foi fervido também deve ser fechado com bucha de algodão.

O que você pensa que acontecerá?

Anotar na tabela abaixo o que aconteceu com cada um dos frascos

Resultados:

	1º dia	7º dia
F1 - Frasco fervido e fechado		
F2 - Frasco fervido e aberto		
F3 – Frasco não fervido e fechado		

1. O que aconteceria se você fervesse o leite e deixasse o mesmo aberto, em cima da mesa até o dia seguinte?
2. Qual a relação do experimento acima com a fabricação de conservas?

MATERIAL PARA O ALUNO

VAMOS FAZER?

DE ONDE SURGEM OS MICRORGANISMOS?

Anote o material que você utilizou:

Descreva os procedimentos utilizados para realizar esta experiência:

O que você pensa que acontecerá?

Anotar na tabela abaixo o que aconteceu com cada um dos frascos

Resultados:

	1º dia	7º dia
F1 - Frasco fervido e fechado		
F2 - Frasco fervido e aberto		
F3 – Frasco não fervido e fechado		

1. O que aconteceria se você fervesse o leite e deixasse o mesmo aberto, em cima da mesa até o dia seguinte?
2. Qual a relação do experimento acima com a fabricação de conservas?

IMPORTÂNCIA DOS MICRORGANISMOS PARA A NATUREZA E PARA O HOMEM

Objetivo:

Reconhecer os microrganismos como seres vivos essenciais para manter a vida na Terra e como os produtos do seu metabolismo podem ser utilizados pela indústria;

Desenvolvimento metodológico:

Leitura do texto de divulgação científica, publicado pela revista Ciências Hoje, vol:286-outubro/2011.

Quando os micro-organismos salvam vidas, escrito por Adriana A. Lopes, Denise O. Guimarães e Mônica T. Pupo.

http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/2011/286/pdf_aberto/microorganismos286.pdf

DECOMPOSIÇÃO

VAMOS FAZER?

Acompanhar a decomposição da banana na presença e na ausência de fermento biológico (fungos – leveduras)

MATERIAL:

- dois sacos plásticos transparentes (sem furos)
- duas rodela de banana cortadas na hora
- fita adesiva e etiquetas
- fermento biológico para pão.

PROCEDIMENTO:

- Colocar uma rodela de banana em cada saco plástico.
- Esfarelar o fermento e despejar sobre uma das rodela.
- Fechar os sacos com fita adesiva.
- Aplicar em cada um deles uma etiqueta com a identificação do conteúdo, a fim de saber qual tem, ou não fermento.
- Observar os sacos por cinco dias. Anote diariamente as alterações no aspecto das rodela.
- Em qual dos casos o alimento se decompõe mais rapidamente?

Esquematize (desenhe) seu experimento:

Redija um texto que dê uma explicação para o que acontece

CUIDANDO DOS ALIMENTOS

MATERIAL:

-6 copinhos de café numerados
 1 saco plástico ou filme plástico
 amido de milho ou outro tipo de farinha e leite em pó
 óleo, vinagre, sal ou outro produto que queira experimentar
 panela pequena e água fervente (pode ser em uma térmica)

PROCEDIMENTO:

Preparar o creme com o amido de milho (1 colher de sopa de leite em pó e água fervente).

Misturar bem e levar ao fogo até engrossar.

Colocar o creme ainda quente nos copinhos, até a metade.

Deixar o copo 1 aberto em cima da bancada.

Cobrir o copo 2 com o plástico,

Cobrir o creme do copo 3 com vinagre;

Cobrir o creme do copo 4 com óleo;

Cobrir o creme do copo 5 com salmoura;

O copo 6 deve ser colocado na geladeira



Nos dias seguintes observar e prestar atenção no crescimento de colônias de bactérias e fungos.



óleo

salmoura

geladeira

vinagre

fechado

aberto

Observe e anote os resultados

Copo	Característica	Resultado	Explicação
1		24h – 48h –	
2		24h – 48h –	
3		24h – 48h –	
4		24h – 48h –	
5		24h – 48h –	
6		24h – 48h –	
7		24h – 48h –	
CONCLUSÕES			

FABRICA DE IOGURTE

MATERIAL:

1L de leite

Fogão (ou micro-ondas), para aquecimento do leite

1 pote de iogurte natural (ou lactobacilos vivos)

Recipiente: vidro de conserva ou café

PROCEDIMENTO:

Amornar o leite (aproximadamente 40°C)

Colocá-lo no recipiente escolhido e misturar os lactobacilos.

Tapar o recipiente e enrolar em um pano para manter aquecido por mais tempo.

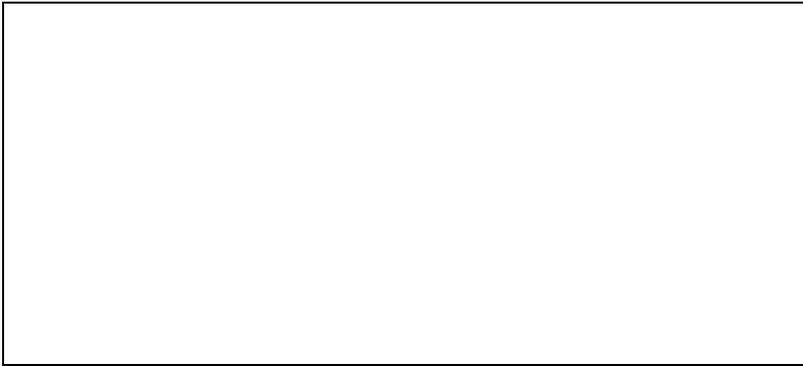
Deixar em repouso em local quente até o dia seguinte.

SERÁ?

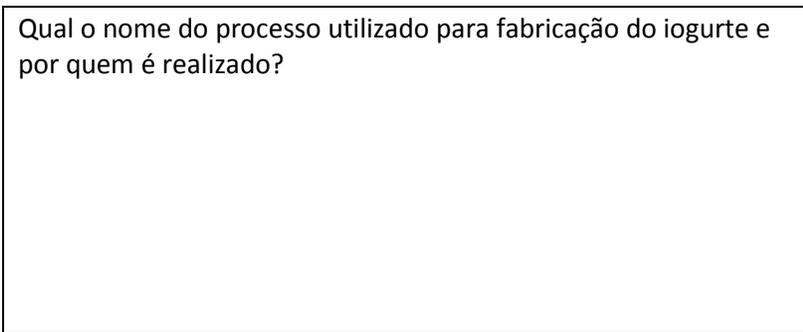
É necessário que o leite esteja fervido antes do processo?

O que muda na aparência e sabor do leite após ter sido transformado em iogurte?

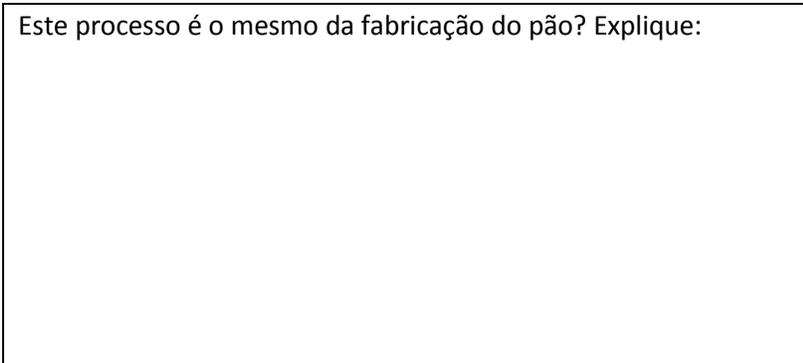
O que aconteceu com o leite?



Qual o nome do processo utilizado para fabricação do iogurte e por quem é realizado?



Este processo é o mesmo da fabricação do pão? Explique:



ATAQUE AOS MICORGANISMOS

Objetivo:

Compreender que existem diversos fatores que inibem o crescimento microbiano.

Desenvolvimento metodológico:

Vários fatores afetam diretamente o crescimento microbiano. Dentre os fatores físicos, temperaturas altas (fervura) e baixas (refrigeração e congelamento) são muito utilizadas quando o assunto é controlar o crescimento microbiano. Alguns agentes químicos também evitam a proliferação microbiana em locais onde, em excesso, não são bem vindos.

ATAQUE AOS MICRÓBIOS COM ARMAS QUÍMICAS

MATERIAL:

- 4 tubos de ensaio pequenos
 - 6 cotonetes (colocar em um vidro, fechar, e ferver em banho maria por 20 minutos na panela de pressão)
 - água fervida
 - 2 placas com meio nutritivo
 - desinfetantes: K-boa, pinho ou outros à escolher
 - antissépticos: álcool, enxaguante bucal, sabonete líquido ou outros à escolher
 - placas com colônias de bactérias da oficina anterior
- OBS.: as bactérias podem ser substituídas por leveduras (fermento)

PROCEDIMENTOS:

- Colocar 2 ml de água fervida dentro de cada tubo de ensaio
- Identificar os tubos como: tubo 1; tubo 2; tubo 3; tubo 4
- Com o cotonetes estéreis, pegar algumas colônias de bactérias da placa feita na oficina anterior e colocar dentro do tubo 1, misturar bem. Repetir com os tubos 2, 3 e 4. Descartar os cotonetes no local indicado pelo professor.
- Utilizando uma caneta, fazer um traço no meio da placa de modo que fique dividida em duas partes;
- Identificar um lado como “sem desinfetante”, e na outra metade escrever “álcool”, na outra placa escrever em uma metade “K-boa” e na outra metade “pinho”.
- No tubo 1 acrescentar 2ml de K-boa
- No tubo 2 acrescentar 2 ml de álcool
- No tubo 3 acrescentar 2 ml de pinho
- No tubo 4 não acrescentar nada. Este será o tubo sem desinfetante;
- Aguardar por 15 minutos

- Utilizando um cotonete novo para cada tubo, molhar o swab na suspensão bacteriana e espalhar nos lugares indicados nas placas.
- Fechar a placa e levar para estufa a 37°C por 24 ou 48 horas, ou deixar a temperatura ambiente por mais tempo.
- Montar uma tabela, descrevendo os experimentos, seus resultados e discussão.

Placas	Agente químico	Resultados	Discussão
1			
2			
3			
4			

QUANTO TEMPO OS MICRÓBIOS AGUENTAM?

MATERIAIS

- Suspensão bacteriana
- Placa de Petri
- Banho-maria
- Cotonetes estéreis (colocar em um vidro, fechar, e ferver em banho maria por 20 minutos na panela de pressão)

PROCEDIMENTO

Preparar suspensão bacteriana:

Raspar um pouco de bactérias da placa com o cotonete e colocar em um tubo contendo 1 ml de água fervida.

Preparar 4 tubos com suspensão bacteriana

Submeter os tubos à fervura em tempos diferentes ($t=0$; $t=1$; $t=5,0$; $t=15$)

Plaquear as diferentes suspensões no meio de cultura, usando os cotonetes;

Incubar (Colocar placa na estufa) a 37° por 24 horas, ou deixar em temperatura ambiente até aparecerem as colônias.

Anotar os resultados

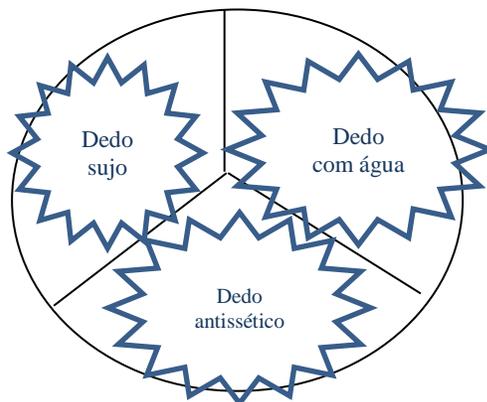
Placas	tempo	Resultados	Discussão
1			
2			
3			
4			

ANTISSÉPTICOS V ou F?**MATERIAL:**

Placa de Petri contendo meio de cultura dividida ao meio;
Diferentes desinfetantes
Álcool, sabonete antisséptico, álcool iodado

PROCEDIMENTO:

Dividir o fundo da placa em três partes;
Friccionar o dedo indicador na superfície de uma das partes do Agar, identificando.
Lavar os dedos somente com água durante 1 minuto, a seguir friccionar o dedo indicador em outra parte do Agar, identificando.
Lavar os dedos com antisséptico (sabonete, álcool 70%, detergente) durante 1 minuto, não enxaguar, esperar secar e a seguir friccionar o dedo lavado na última parte do Agar, identificando.
Colocar placa na estufa a 37° por 24 horas, ou deixar em temperatura ambiente até aparecerem as colônias.



Anotar os resultados e explicá-los.

Substância usada para higiene do dedo	Crescimento microbiano		Interpretação
	Até 3 colônias	+	
	Até 10 colônias	++	
	Acima de 10 colônias	+++	
1			
2			
3			

AÇÃO DOS ANTIMICROBIANOS

AÇÃO DOS ANTIBIÓTICOS, DESINFETANTES E/OU ANTISSÉPTICOS SOBRE AS BACTÉRIAS

MATERIAL:

Placa de Petri contendo meio de cultura;

Discos de papel filtro (feitos com o perfurador e filtro de café).

Tem que ser papel filtro por ser absorvente

Diferentes desinfetantes e antissépticos

Álcool, sabonete antisséptico, antisséptico bucal e outras substâncias de interesse.

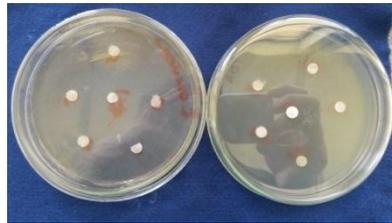
Suspensão microbiana: pode ser feita com bactérias obtidas das aulas anteriores ou mesmo com levedura/fermento. Colocar 1mL de água fervida em tubo de ensaio. Com o cotonete, pegar algumas colônias de bactérias e misturar com esta água. Caso for utilizar leveduras, somente é necessário reidratar-las.

ATIVIDADE

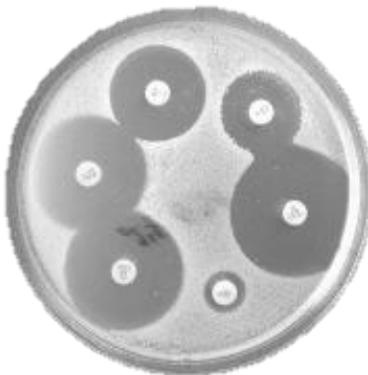
1. Marcar a placa com os números/letras correspondentes as substâncias a serem testadas;
2. Encharcar o algodão do cotonete com a suspensão microbiana.
3. Semear (espalhar) uniformemente as bactérias/leveduras no meio de cultura, não deixar nenhum lugar sem espalhar.
4. Esperar pelo menos 20 segundos para a superfície da placa secar.
5. Com a pinça, pegar um disco de papel filtro e mergulhar na substância que deseja testar, escorrer o excesso e em

seguida colocar sobre o meio de cultura no número/letra correspondente.

6. Os discos não devem ficar muito próximos, deixar um espaço de 2 cm de diâmetro no entorno do disco de papel.
7. Repetir para todas as substâncias que desejar testar.



- Use um disco sem nenhum produto para ser o controle negativo.
- Deixar a placa em incubação à 37° C, por 24 horas.
- Leitura da placa:
- Medir e anotar o diâmetro de cada halo (incluindo o diâmetro do disco).



HALO DE INIBIÇÃO

Local onde não houve crescimento microbiano devido à ação da substância impregnada no disco de papel filtro.

Quanto maior o halo maior o poder antimicrobiano da substância testada

Substância	Diâmetro do halo (mm)	Interpretação



TÁ NA MÃO



Realizar uma contextualização do conhecimento sobre o tema a ser estudado percebendo as concepções prévias dos estudantes para que sejam confrontadas com o conhecimento científico. Assim o aluno é provocado a buscar o conhecimento, abrindo caminho para a atividade experimental.

Objetivo

Perceber a importância da correta higienização das mãos para prevenção de doenças.

Tempo estimado: 2h.

Organização dos alunos

Os alunos deverão estar organizados nas bancadas, formando grupos de 4 componentes.

AS MÃOS E A SAÚDE

Vídeo – com dramatização

<http://www.youtube.com/watch?v=BiJP6PwmVlg>

Sublinhe os termos que não você não conhece para serem discutidos em seguida.

Há cerca de 160 anos, o médico Húngaro, Ignaz Philipp Semmelweis, após inúmeras pesquisas descobriu a importância da higienização das mãos no controle de infecções hospitalares. Ele acreditava que a assepsia das mãos antes dos procedimentos médicos poderia salvar as mulheres da febre puerperal. Esta técnica ganhou vários adeptos, como a enfermeira Florence Nightingale, que salvou inúmeros soldados da Guerra da Crimeia (1854). A partir de então outros estudos e campanhas vêm tentando instituir a lavagem das mãos como hábitos de todos os cidadãos.

A pele é capaz de abrigar microrganismos e transferi-los de uma superfície para a outra. A população de diferentes microrganismos que habitam o nosso corpo é chamada de microbiota e na pele é dividida em microbiota residente e transitória e esta classificação é essencial para o entendimento da cadeia de transmissão dos agentes infecciosos. Nas atividades diárias as mãos estão em intenso contato com o ambiente seu ao redor, sendo um veículo para transmissão direta, pele com pele, ou indireta, por meios de objetos de microrganismos. A adesão a práticas de higienização das mãos é o meio mais simples e eficaz de prevenir doenças. As principais doenças que podem ser prevenidas pela lavagem correta das mãos são: gripe, resfriados, conjuntivites, viroses, diarreias, verminoses entre outras.

É comprovado que pessoas que lavam as mãos com frequência são menos atingidas por doenças infecciosas. Estudos apontam que pessoas que lavam suas mãos com sabão mais de seis vezes ao dia raramente são atingidas por diarreia e resfriados, comparados com aqueles que lavam suas mãos com menos frequência.

O ato de higienizar as mãos com sabão reduz as taxas de diarreia em 47% e as taxas de infecções respiratórias em 23%. Entretanto, apenas 28% do total das pessoas pesquisadas lavam suas mãos com sabão mais de seis vezes ao dia, atribuindo a falta do hábito ao corre-corre do dia-a-dia.

Pesquisas também apontam que 91% das pessoas sabem a importância de se lavar as mãos com sabonetes, porém apenas 66% efetivamente o fazem. Como a ligação entre a higienização das mãos e a propagação de doenças infecciosas, não custa introduzir esta técnica na rotina. Não só quando formos ao banheiro, mas também na hora de preparar a comida, ao chegar em casa após um passeio ou ao tocar em qualquer objeto. A função da higienização simples das mãos é remover os microrganismos que colonizam as camadas superficiais da pele, assim como o suor, a oleosidade e as células mortas, retirando a sujidade propícia à permanência e à proliferação de microrganismos. Enfim, a higienização correta das mãos pode prevenir o aparecimento de muitas doenças.

Vamos pensar e discutir o seguinte:

Para que a mão fique bem limpa é necessário lavá-la rapidamente com água limpa?.

Passar um pano úmido nas mãos é suficiente para higienizá-la?.

Para esse experimento usaremos o seguinte material:

- Luz Negra, Caixa de papelão, Caneta marca texto amarelo, Álcool gel, Sabonete, Papel Toalha, Béquer, pipeta Pasteur.

O que é luz negra e porque é usada neste experimento?

Por que será usado cada um dos materiais?

Agora temos que prestar muita atenção para podermos testar a nossa hipótese.

A atividade será desenvolvida da seguinte forma:

1º - Retire a ponta de duas canetas marca texto amarela com o auxílio de um alicate e coloque dentro de um Becker contendo 50 ml de álcool em gel.

2º - Coloque o Becker dentro da caixa com a luz negra. Foi possível perceber que o líquido ficou _____, em seguida coloque a sua mão dentro da caixa foi possível perceber que

3º - Coloque algumas gotas do álcool gel com o corante fluorescente em suas mãos, espalhe e espere secar. Na luz branca a mão fica com a coloração _____, mas na luz negra, as mãos ficam _____.

4º - Alguns alunos deverão lavar as mãos normalmente, como sempre fazem. Outros deverão apenas passar um pano úmido nas mãos.

Observe suas mãos na caixa com luz negra. O que percebe?

5º Anote quais foram os lugares das mãos que permaneceram fluorescentes.

6º - Observe a demonstração do professor de como se deve lavar corretamente as mãos, acompanhe com o material que você recebeu.

7º - Repita a higienização seguindo as recomendações e observando se as regiões das mãos que não haviam sido limpas serão agora. Olhe novamente na caixa com luz negra para certificar-se de que todas as regiões que não tenham sido higienizadas.

8º - Conversando sobre os resultados

Você acha que as seguintes hipóteses são verdadeiras

1-“LAVAR AS MÃOS RAPIDAMENTE COM ÁGUA LIMPA É SUFICIENTE”

2 - “PASSAR UM PANO ÚMIDO NAS MÃOS É SUFICIENTE PARA HIGIENIZÁ-LA”. Por que? Qual a forma correta de fazê-lo?

9º - No decorrer da semana, preste atenção em quantos dos seus colegas realmente lavam as mãos após usarem o banheiro da sua escola. Preste atenção em onde ele colocará as mãos em seguida. Anote e faça um cálculo de porcentagem de alunos que fazem a higienização das mãos e uma relação dos possíveis locais contaminados.

10º - Agora você já aprendeu o significado de alguns termos e pode usá-los para responder as questões abaixo:

a)Em quais ocasiões devemos lavar as mãos?

b)Porque devemos higienizar as mãos?

c)Qual é a forma correta de lavar as mãos?

d)Quais a principais doenças que podemos prevenir lavando adequadamente as mãos?

e)Escreva um exemplo de modo de transmissão direta de microrganismos:

f)João preparou um sanduíche sem lavar suas mãos, Maria comeu o sanduíche e foi contaminado por uma bactéria conhecida como *Salmonella*. Maria teve fortes dores abdominais e diarreia. Como foi a transmissão de microrganismos? Direta ou indireta, Por quê?

g)Coloque V para alternativa correta e F para alternativa falsa

a.() O vírus da gripe faz parte da microbiota transitória das mãos;

b.() A bactéria *Escherichia coli*, causadora da diarreia faz parte da microbiota residente das mãos;

h)Quais as dificuldades encontradas para executar a higienização adequada das mãos em ambientes públicos? Quais as alternativas?