

Universidade Federal de Minas Gerais
Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia

Aline Constancio Ladeira

**O MUNDO É DOS MICRÓBIOS?
ABORDANDO A MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO
DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS**

Belo Horizonte/MG

2020

Aline Constancio Ladeira

**O MUNDO É DOS MICRÓBIOS?
ABORDANDO A MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO
DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS**

Versão final

Dissertação apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas, da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Orientadora: Andréa Mara Macedo

Belo Horizonte

2020

043

Ladeira, Aline Constancio.

O mundo é dos micróbios? Abordando a microbiologia no ensino médio por meio de atividades investigativas [manuscrito] / Aline Constancio Ladeira. – 2021.

98 f. : il. ; 29,5 cm.

Orientadora: Andréa Mara Macedo.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Biológicas. PROFBIO - Mestrado Profissional em Ensino de Biologia.

1. Ensino - Biologia. 2. Ensino Fundamental e Médio. 3. Microbiologia. 4. Pesquisa. I. Macedo, Andréa Mara. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



Universidade Federal de Minas Gerais

Instituto de Ciências Biológicas

**Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO**

**ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO
DE ALINE CONSTANCIO LADEIRA – Defesa nº042 - Entrada 2º/2018**

No dia 11 de março de 2021, às 14:00 horas, reuniram-se remotamente, através da plataforma ZOOM, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: “O MUNDO É DOS MICRÓBIOS? ABORDANDO A MICROBIOLOGIA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DE ATIVIDADES INVESTIGATIVAS” como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: Ensino de Biologia, área de concentração: Ensino de Biologia. Abrindo a sessão, a Presidente da Comissão, a Profa. Dra. Andréa Mara Macedo, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado. Foram atribuídas as seguintes indicações:

PROFESSOR EXAMINADOR	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO (APROVADO/REPROVADO)
Dra. Andréa Mara Macedo	UFMG	APROVADA
Dr. Rafael Pinto Vieira	UFMG	APROVADA
Dra. Cristiana Ferreira Alves de Brito	FIOCRUZ	APROVADA

Pelas indicações, a candidata foi considerada: Aprovada

O resultado foi comunicado publicamente à candidata pela Presidente da Comissão. Comunicou-se ainda à candidata que o texto final do TCM com as alterações sugeridas pela banca, se for o caso, deverá ser entregue à Coordenação Nacional do PROFBIO no prazo máximo de 60 dias, a contar da presente data para que se proceda a homologação.



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas
Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO

Nada mais havendo a tratar, a Presidente encerrou a reunião e lavrou a presente ATA, que será assinada por todos os membros participantes da Banca Examinadora.

Belo Horizonte, 11 de março de 2021.

Dra. Andréa Mara Macedo _____

Dra. Cristiana Ferreira Alves de Brito _____

Dr. Rafael Pinto Vieira _____

Obs: Este documento não terá validade sem a assinatura e carimbo do Coordenador do Colegiado local do PROFBIO.

Assinado de forma digital
por MIGUEL JOSE
LOPES:02650879882
Dados: 2021.06.22 09:28:14
-03'00'

Coordenador do PROFBIO UFMG

Agradecimento à CAPES

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

Relato da Mestranda - Turma 2018

Instituição: Universidade Federal de Minas gerais
Mestranda: Aline Constancio Ladeira
Título do TCM: O mundo é dos micróbios? Abordando a Microbiologia no Ensino Médio por meio de atividades investigativas
Data da defesa: 11 de março de 2021
<p>O Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia - PROFBIO - me proporcionou mudanças muito positivas na forma de enxergar o meio acadêmico.</p> <p>Quando comecei minha graduação em Ciências Biológicas com ênfase ambiental na Universidade Federal de Alfenas – Unifal – em 2008, eu tinha muitas expectativas com relação a área acadêmica. Havia acabado de sair do ensino médio básico e estava motivada a seguir com os estudos. Ingressei na modalidade Bacharelado, mas, quando surgiu a oportunidade comecei a fazer também as disciplinas da modalidade Licenciatura e fui me apaixonando pela área da Educação. Em 2012, quando finalizei minha graduação, o sonho de seguir a área de pesquisa foi deixado de lado. Passei a me dedicar à área da Educação lecionando na cidade em que moro atualmente, Varginha – sul de Minas Gerais.</p> <p>Depois de atuar um tempo como professora, me convenci de que o termo pesquisadora não se encaixava em mim, vi uma distância muito grande entre o meio acadêmico e o meio em que eu vivia nas escolas e resolvi, então, seguir apenas como professora de Ciências e Biologia do Ensino Básico.</p> <p>Em 2017, depois de sofrer um grave acidente de moto que me deixou internada por meses e mais de um ano com cadeira de rodas, passei a rever muitas coisas da minha vida e resolvi voltar a me desafiar tentando realizar a prova para entrar no Mestrado Profissional da UFMG, o PROFBIO. Apesar de nunca ter me visto como pesquisadora, logo após ingressar no programa, pude perceber quanta pesquisa eu faço constantemente durante minhas aulas sem saber e sem escrever sobre os resultados que vejo.</p> <p>Assim como há anos professores me despertaram a paixão pela sala de aula, os professores do PROFBIO me ajudaram prontamente, com toda atenção, dedicação, paciência e amor, a aprender a trilhar a área da pesquisa e aproximar a universidade da escola pública. Lecionar é minha paixão e poder aliar isto a pesquisa de mestrado me trouxe muita alegria. Só tenho palavras de agradecimentos a todos os professores que fazem esse programa incrível funcionar de forma cada vez mais acolhedora.</p>

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço à minha orientadora, Andréa Mara Macedo, pelo modo como se dispôs a me ajudar durante toda a minha jornada no programa, pelas suas sugestões e correções, pela visita tão carinhosa à minha cidade e o carinho demonstrado com meus alunos; sem ela este trabalho não teria acontecido.

Agradeço imensamente também às técnicas de laboratório Luciana Damásio e Pollyanna Amaral que prontamente se dispuseram a dispensar parte do seu tempo e energia para me apoiar no desenvolvimento deste trabalho.

Ao Colegiado do ProfBio da UFMG e à Coordenação Nacional, por toda a atenção prestada ao meu trabalho.

À Escola Estadual Professor Antônio Domingues Chaves e aos meus queridos alunos que participaram e ajudaram em tudo que foi necessário.

Um agradecimento especial às minhas amigas de mestrado, Hortência, Maria Alice e Michelle, por estarem sempre presentes, mesmo distante fisicamente, apoiando e ajudando durante todo o processo de realização deste trabalho.

Agradeço também à minha família pela compreensão e paciência que sempre demonstraram comigo.

E finalmente, a Deus por ter me dado saúde, perseverança e força para a conclusão de mais essa etapa.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

RESUMO

Os professores de biologia da escola básica têm buscado, cada vez mais, diversificar a maneira como planejam e executam suas aulas a fim de motivar e despertar o interesse e o encantamento dos estudantes com o conteúdo estudado. Isto é especialmente necessário na abordagem de alguns domínios do conhecimento, que podem parecer muito abstratos e distantes do dia a dia dos estudantes, como ocorre com campo da Microbiologia. Nesse aspecto, faz-se imprescindível que novas metodologias sejam desenvolvidas para que o ensino/aprendizado dos estudantes do Ensino Médio Regular nessa área se dê de forma efetiva, propiciando uma reflexão sobre sua formação como cidadãos críticos e conscientes de seu papel como membro da sociedade. O presente trabalho apresenta uma Sequência Didática baseada em atividades de cunho investigativo para o ensino dos conceitos básicos de Microbiologia para os alunos do segundo ano do Ensino Médio Regular. A Sequência Didática foi constituída de quatro etapas principais. Inicialmente, foi realizada uma coleta de dados sobre a percepção que os participantes da pesquisa traziam sobre o mundo dos microrganismos por meio da aplicação de um Pré-questionário de sondagem. Em seguida, foram desenvolvidas atividades investigativas com os estudantes, que realizaram pesquisa sobre a presença de microrganismos no meio ambiente escolar, por meio de inoculação de bactérias e fungos em placas de Petri contendo meios de cultura comerciais e, também, desenvolvidos pelos próprios estudantes. Na terceira etapa, foi estimulado que os estudantes levantassem hipóteses e observações sobre os resultados obtidos, por meio de debate, pela produção de mapas conceituais e pela construção de um mural para comunicação das principais conclusões alcançadas. Finalmente, foi realizada a aplicação do Pós-questionário, ao final de todas as atividades. Durante a comparação entre os Pré e Pós-questionários e a observação do envolvimento dos alunos durante a Sequência Didática, percebeu-se claramente, de forma quanti-qualitativa, que houve consolidação de conceitos e diminuição de algumas das defasagens de conhecimento dos alunos relativas à Microbiologia. Conclui-se, por meio da análise dos resultados obtidos com as respostas presentes nos questionários e com a observação qualitativa do envolvimento, interesse e comprometimento dos alunos durante a realização das atividades da Sequência Didática, que as atividades investigativas cumpriram seu papel de estimular a construção e compreensão de conceitos de Microbiologia. Isto confirma a eficácia dessa metodologia desenvolvida com os alunos. O produto deste trabalho foi um e-book contendo a Sequência Didática inovadora com atividades investigativas voltadas para o conhecimento de microrganismos e seu papel em diferentes ambientes.

Palavras-chave: Ensino de Biologia, Ensino Médio, Microbiologia, Atividade Investigativa.

ABSTRACT

Biology teachers at the elementary school have increasingly sought to diversify the way they plan and execute their classes for to motivate and arouse the interest and enchantment of students with the content studied. This is especially necessary in the approach of some domains of knowledge, which may seem very abstract and distant from the students' daily lives, as in the field of Microbiology. In this regard, it is essential that new methodologies are developed so that the teaching / learning of regular high school students in this area takes place effectively, providing a reflection on their training as critical citizens and aware of their role as a member of society. The present work presents a didactic sequence based on activities of an investigative nature, for teaching the basic concepts of Microbiology to students in the second year of High School. The didactic sequence consisted of four main stages. Initially, a data collection was carried out on the perception that the research participants brought about the world of microorganisms through the application of a questionnaire. Then, investigative activities were carried out with the students, who carried out research on the presence of microorganisms in the school environment, through the inoculation of bacteria and fungi in Petri dishes containing commercial culture media and developed by the students themselves. In the third stage, students were encouraged to raise hypotheses and observations about the results obtained, through debate, by the production of concept maps and by the construction of a mural to communicate the main conclusions reached. Finally, the Post-questionnaire was applied at the end of all activities. During the comparison between the Pre and Post-questionnaires and the observation of the students' involvement during the didactic sequence, it was clearly perceived, in a quanti-qualitative way, that there was consolidation of concepts and reduction of some of the students' knowledge gaps related to the Microbiology. It is concluded, through the analysis of the results obtained with the answers present in the questionnaires and with the qualitative observation of the involvement and commitment of the students during the accomplishment of the activities of the didactic sequence, that the investigative activities fulfilled their role of stimulating the construction and understanding of Microbiology concepts. This confirms the effectiveness of this methodology developed with the students. The product of this work was an e-book containing the innovative didactic sequence with investigative activities focused on the knowledge of microorganisms and their role in different environments.

Keywords: Biology Teaching, High School, Microbiology, Investigative Activity.

LISTA DE FIGURAS

1. Figura 1 – Etapas da Sequência Didática proposta	28
2. Figura 2 – Registro das perguntas feitas pelos alunos durante a aula	34
3. Figura 3 – Registro das etapas experimentais da Sequência Didática aplicada	38
4. Figura 4 – Semeadura das placas de Petri próxima à chama de vela e anotações prévias do Grupo 4	39
5. Figura 5 – Materiais caseiros disponibilizados para a fabricação dos meios	40
6. Figura 6 – Utilização da balança e dos cálculos matemáticos para preparar meios caseiros	41
7. Figura 7 – Coloração Gram	44
8. Figura 8 – Meio de cultura caseiro: Grupo 1 -Bacteriófago	45
9. Figura 9 – Repercussão nas redes sociais	47
10. Figura 10 – Resultados obtidos pelo Grupo 4	48
11. Figura 11 – Registro do momento da confecção dos murais para a socialização do conhecimento	49
12. Figura 12 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 1 no Pré- e pós-questionários	53
13. Figura 13 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 2 no Pré-questionário (Painel A) e no Pós-questionário (Painel B)	56
14. Figura 14 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 3 no Pré- e Pós-questionários	59
15. Figura 15 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 4 no Pré- e Pós-questionários	61
16. Figura 16 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 5 no Pré- e Pós-questionários	64
17. Figura 17 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 6 do Pré-questionário (Painel A) e do Pós- questionário (Painel B)	66

18. Figura 18 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 7 no Pré- e Pós-questionários	68
19. Figura 19 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 8 no Pré- e Pós-questionários	70
20. Figura 20 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 9 no Pré- e Pós-questionários	72

LISTA DE QUADROS

1. Quadro 1 – Perguntas feitas pelos alunos e registradas no quadro	34
1. Quadro 2 – Nomes dos grupos de trabalho com as respectivas perguntas a serem respondidas	35
3. Quadro 3 – Grupos de trabalho e os respectivos locais de coleta de amostras para a semeadura	37
4. Quadro 4 - Ingredientes utilizados pelos estudantes para produzirem os meios de cultura do grupo	42
5. Quadro 5 - Questões contidas no questionário aplicado aos alunos acompanhadas dos objetivos de cada uma	51

LISTA DE ABREVIATURAS

CBC – Currículo Básico Comum

CEP – Comitê de Ética em Pesquisa

COVID-19 – Coronavírus Disease 2019

LDB – Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional

MEC – Ministério da Educação

PCNs – Parâmetros Curriculares Nacionais

TALE – Termo de Assentimento Livre e Esclarecido

TCLE – Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

TCM – Trabalho de Conclusão de Mestrado

UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais

LISTA DE ANEXOS

Anexo A: Questionário pré-atividade

Anexo B: Meio de cultura LB

Anexo C: Coloração Gram

Anexo D: Termo de assentimento livre e esclarecido (TALE)

Anexo E: Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE)

Anexo F: Termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) – menos de 18 anos

Anexo G: Termos de autorização e uso de imagem – Maior de 18 anos

Anexo H: Termo de autorização de uso de imagem - Menor de 18 anos

Anexo I: Questionário pós-atividade

Anexo J : Aprovação do CEP – UFMG

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	18
1.1. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO	21
1.2. ENSINO DE MICROBIOLOGIA	24
2. OBJETIVOS	26
2. 1. OBJETIVOS GERAIS	26
2. 2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	26
3. MATERIAL E MÉTODOS	27
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES	32
4.1. ABORDAGEM INVESTIGATIVA	32
4.1.1. Primeira aula: a encenação do Mistério	32
4.1.2. Segunda aula: a coleta e semeadura das amostras	35
4.1.3. Terceira aula: elaborando o próprio meio de cultura	42
4.1.4. Quarta aula: finalização e análise dos resultados	44
4.1.5. Quinta aula: debatendo a vivência	46
4.1.6. Sexta aula: a comunicação pública da vivência no âmbito escolar	48
4.2. Pré-questionário	50
4.3. Pós-questionário	52
4.4. Análise quali-quantitativa dos questionários	53
4.4.1. Questão 1 – “Você sabe o que são os microrganismos?”	53
4.4.2. Questão 2 – “Marque o(s) ser(es) a seguir que você considera como sendo microrganismos.”	55
4.4.3. Questão 3 – “Microrganismos são sempre patogênicos?”	58
4.4.4. Questão 4 – “Em geral a vida é melhor com ou sem os microrganismos?”	60
4.4.5. Questão 5 – “Você sabe o que é um meio de cultura e para que ele serve?”	63
4.4.6. Questão 6 – “Na sua opinião, o que é importante para o desenvolvimento de microrganismos?”	65
4.4.7. Questão 7 – “Há microrganismos em todos os ambientes?”	67
4.4.8. Questão 8 – “Todos os microrganismos são seres unicelulares?”	69
4.4.9. Questão 9 – “Você sabe o que é microbiologia?”	72

4.4.10. Questão 10 – “Explique o que é microbiologia para você.”.....	73
4.5. Análise da percepção dos estudantes sobre a Sequência Didática proposta	73
5. CONCLUSÕES	76
6. REFERÊNCIAS.....	78
7. ANEXOS	81

1. INTRODUÇÃO

A modernização das estratégias de ensino tem se mostrado um grande desafio para o aprendizado no século XXI. A atual geração está bem-informada sobre os meios contemporâneos e midiáticos de comunicação, envolvendo a internet e as mídias sociais e, em geral, acabam executando multitarefas apresentando dificuldades em manter a atenção em uma única atividade por muito tempo. Nesse aspecto, o ensino tradicional vem perdendo espaço no campo da Educação. Para os professores, torna-se imperativo diversificar, cada vez mais, a maneira como organizam suas aulas para conseguir motivar e despertar o interesse de seus alunos para o conteúdo estudado em sala de aula.

Para que o processo ensino/aprendizagem se torne significativo, o professor precisa deixar de ser o mero informante dos conhecimentos científicos, aquele que transmite de maneira expositiva os conteúdos como se estes fossem produtos, e passar a investigar o que pensam seus alunos, a estimular que eles mesmos formulem suas hipóteses, suas teorias e a considerar os seus argumentos (OLIVEIRA, 1999).

Segundo Vygotsky (2001), existe uma relação intrínseca entre os conceitos científicos (aqueles aprendidos na educação formal) e os conceitos espontâneos (originários de uma aprendizagem informal):

“O desenvolvimento dos conceitos espontâneos e científicos são processos intimamente interligados, que exercem influências um sobre o outro (...) independentemente de falarmos do desenvolvimento dos conceitos espontâneos ou científicos, trata-se do desenvolvimento de um processo único de formação de conceitos, que se realiza sob diferentes condições, mas continua indiviso por sua natureza e não se constitui da luta, do conflito e do antagonismo de duas formas de pensamento que desde o início se excluem.”

(VYGOTSKY, 2001, p. 261).

Para Vigotsky, 2001, o professor tem papel fundamental no desenvolvimento dos seus alunos por ser o mediador, o facilitador do conhecimento, que interage com os estudantes por meio da linguagem num processo dialético (NEVES et al, 2006). Sendo assim, é importante que, durante as aulas, o professor não se posicione de maneira autoritária, como sendo o

detentor único de todo o saber. Essa posição dialética, tendo o professor como o mediador da aprendizagem, é compartilhada por Freire (2002) que deixa bem claro a sua aversão aos professores autoritários, concluindo, de certa maneira, que tais professores não induzem o aluno a investigar sobre o tema, não despertam curiosidade e acabam por prejudicar o processo de aprendizagem do estudante.

Nesse sentido, desde 1997, o Ministério da Educação juntamente com o auxílio de educadores de todo o país tenta regulamentar a base curricular nacional de organização do Ensino Médio Regular. A criação dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), partindo de princípios definidos nas Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB), buscou auxiliar no aperfeiçoamento da prática educativa orientando o professor a buscar novas abordagens e novas metodologias de ensino a fim de construir um novo perfil para o currículo apoiado em competências básicas para a inserção dos jovens na vida adulta (HORTA, 1997).

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) observa-se também a preocupação em se adotar uma abordagem de ensino mais interativa e mais centrada no estudante ao considerar que é imprescindível, em todo o processo de aprendizagem, o incentivo às atitudes de curiosidade, de respeito à diversidade de opiniões, de persistência na busca e compreensão das informações das provas obtidas, de valorização de toda forma de vida, de preservação do ambiente, de apreço e respeito à individualidade e à coletividade de cada estudante (BRASIL, 2000).

Uma das áreas do conhecimento que, sem dúvida, se beneficia dessa premissa de ensino interativo e significativo é a da Ciência e da Biologia. Segundo os PCNs, aprender Biologia na escola básica permite ampliar o entendimento sobre o mundo vivo. Contribui ainda, em especial, para que seja percebida a singularidade da vida humana em função de sua incomparável capacidade de intervenção no meio (BRASIL, 2000). Conforme apontam os PCNs, o aprendizado da Biologia deve permitir a compreensão de que a Ciência não tem respostas definitivas para todas as perguntas, sendo uma de suas características a possibilidade de ser sempre questionada, refutada e reformulada, transformando-se constantemente à medida que o tempo passa e o conhecimento avança juntamente com as tecnologias e pesquisas.

O ensino de Biologia nas escolas deve permitir ainda a compreensão de que os modelos na Ciência servem para explicar tanto aquilo que podemos observar diretamente, como também aquilo que só podemos inferir, pois, muito mais do que fornecer informações, é fundamental que o ensino de Biologia permita o desenvolvimento de competências que

possibilitem ao aluno lidar com as informações, compreendê-las, elaborá-las, analisá-las e refutá-las de forma autônoma e crítica (BRASIL, 2000).

Dentro da Biologia, a área de Microbiologia vem se destacando, nos últimos anos, devido às suas inúmeras contribuições em benefício da humanidade em diversas áreas como a da saúde, agricultura, indústria, meio ambiente e biotecnologia. A microbiologia é uma área da Ciência dedicada ao estudo de organismos procarióticos (como as bactérias e as archaeas), eucarióticos (como as microalgas, os protozoários e os fungos) e, também, acelulares (como o vírus) (VERMELHO *et al.*, 2006).

Apesar de sua importância, esse conteúdo ainda é pouco explorado no ensino básico, tanto no Ensino Fundamental II quanto no Ensino Médio Regular, sendo frequentemente abordado nas escolas de maneira estritamente superficial e teórica. De fato, esse tem sido um problema recorrente no Ensino de Biologia pois, comumente são utilizados métodos de ensino pouco atrativos para os estudantes focados em memorização teórica e abstrata, fazendo com que eles percam o interesse pela disciplina por encararem como algo muito distante da própria realidade de vida (WELKER, 2007).

Nesse aspecto, Cassanti *et al.* (2008) afirmam que um dos pontos que dificulta o aprendizado da Microbiologia é a aparente falta de conexão entre o mundo microbiológico e o cotidiano do aluno. Todavia, apesar deste conteúdo exigir uma certa elevada capacidade de abstração e imaginação dos estudantes, por se tratar de organismos que não são possíveis de serem vistos isoladamente a olho nu, existem inúmeras situações cotidianas que os alunos vivenciam, tanto na escola quanto em casa que, se adequadamente abordadas, possibilitam a fácil imersão dos conteúdos microbiológicos e aproximação da prática (LIMBERGER SILVA & ROSITO, 2009; BARBOSA & BARBOSA, 2010).

Além do distanciamento e da dificuldade na aprendizagem do estudante que essa necessidade de abstração da Microbiologia pode causar, outro ponto a ser levado em consideração é o fato de, na maioria das vezes, a relação entre os microrganismos e os seres humanos ser apontada como negativa devido as várias doenças causadas na sociedade (BERNARDI *et al.*, 2019). Isto pode fazer com que o lado benéfico dessa relação ser humano-microrganismo, como a participação dos seres microscópicos em vários processos biológicos essenciais à vida, na proteção contra patógenos por exemplo, seja esquecida (BERNARDI *et al.*, 2019).

Pecatti, *et al* (2007) diz que as atividades experimentais são muito importantes para a construção do conhecimento do aluno. Pode-se afirmar que tal tipo de aula, com sequências experimentais, é proposta para auxiliar e melhorar o ensino/aprendizagem por proporcionar

aos estudantes momentos de contato direto com a Ciência aproximando a parte teórica de sua própria experiência de vida no cotidiano, dentro e fora da sala de aula da escola. Nesse sentido, aliar a teoria à experimentação permite-se ao aluno presenciar e participar de uma realidade que, do contrário, para ele poderia parecer estar longe de sua vida tornando o processo de ensino/aprendizado mais prazeroso.

Segundo Freire (2002), para se alcançar a verdadeira aprendizagem, é fundamental que educandos e educadores desenvolvam um processo conjunto de construção e reconstrução do saber.

“Nas condições de verdadeira aprendizagem os educandos vão se transformando em reais sujeitos da construção e da reconstrução do saber ensinado, ao lado do educador, igualmente sujeito do processo.”

(FREIRE, 2002).

Sendo assim, nota-se a necessidade de que novas metodologias sejam desenvolvidas, particularmente na área de Microbiologia, para que o ensino-aprendizado dos estudantes do Ensino Médio Regular nessa área se dê de forma mais efetiva, permitindo a reflexão sobre sua formação e compreendendo a proximidade e importância benéfica que os microrganismos têm para a natureza como um todo.

1.1. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO

A finalidade de toda estrutura educacional é promover a aprendizagem e o desenvolvimento do aluno como um ser humano crítico capaz de refletir sobre todas as suas ações na sociedade. Por isso, há uma constante busca e estudo para encontrar a melhor maneira de se efetivar a aprendizagem e melhorar a relação aluno/educador de forma que o ensino/aprendizado se dê de forma mais efetiva e os estudantes se sintam mais motivados e envolvidos nas aulas (GIANOTTO, 2010).

Diferentes estratégias e metodologias de ensino têm sido propostas nas últimas décadas na tentativa de melhorar a qualidade do aprendizado dos estudantes e sua relação com os professores. A área de ensino de Biologia também tem sofrido uma série de modificações que tendem a passar do modelo tradicional, no qual se busca primordialmente a abordagem de

conceitos científicos como produtos finalizados que devem ser memorizados, decorados e assimilados pelos estudantes, para uma abordagem mais interativa, na qual os discentes se tornam protagonistas do seu próprio aprendizado e são estimulados a compreender a Ciência levantando questionamentos, propondo e testando hipóteses elaboradas por eles mesmos à partir do seu dia-a-dia para construir o conhecimento baseado na teoria e prática já vivenciada durante sua vida na sala de aula e fora da escola (SOLINO, 2015).

O ensino de Biologia por investigação é uma proposta cada vez mais utilizada nas pesquisas da área da Educação, uma vez que por meio dessa metodologia o diálogo e a problematização são colocados como a base fundamental de todo o processo de ensino/aprendizado. Nesse aspecto, muitos pesquisadores têm proposto estudos que implementam e avaliam as atividades didático-pedagógicas de cunho investigativo obtendo resultados bastante positivos.

Locatelli & Carvalho (2011), por exemplo, ao aplicarem aulas com viés investigativo, chegaram à conclusão, ao analisar os resultados das suas pesquisas, de que quando os alunos são estimulados a questionar e a encontrar explicações de forma autônoma para suas próprias hipóteses, tendo o professor apenas como o mediador do aprendizado, há um aumento significativo e positivo na participação dos estudantes devido ao ambiente fortemente interativo que os levaram a problematizar, a refletir e a questionar (LOCATELLI & CARVALHO, 2011).

O processo de ensino por investigação é dependente de características do próprio problema em análise e tem forte relação com conhecimentos já existentes e já reconhecidos pelos participantes do processo, no caso os alunos (SOLINO, 2015). Colocar o estudante como o centro de todo o processo é o principal objetivo do ensino por investigação e isso exige um esforço contínuo do professor que deve estar atento pois passará de detentor soberano do conhecimento à mediador do processo de aprendizagem. Nesse contexto, o professor deve auxiliar os seus alunos, encorajando-os a elaborarem suas próprias hipóteses, sem fornecer respostas prontas, para solucionar problemas observados em seu cotidiano relacionados à área da Ciência, para que possam refletir, pensar e agir a respeito do assunto (CARVALHO, 2014).

A mudança de postura do profissional da educação nem sempre é um fator de fácil aceitação. Porém, como o método de ensino por investigação proporciona ao aluno o desenvolvimento de diversas habilidades cognitivas por trabalhar processos tais como a elaboração de hipóteses, a verificação, a socialização de resultados e a argumentação, tornando possível também a aprendizagem de conceitos e procedimentos científicos e

técnicos, é inegável a importância e a urgência de se repensar o método de ensino que ainda é predominantemente utilizado na maioria das escolas brasileiras de educação básica. Desta forma, a Educação pode avançar positivamente e a aprendizagem se tornar mais prazerosa para o aluno (ZÔMPERO & LABURÚ, 2011).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais apontam, diversas vezes, a importância que tem a aprendizagem científica por meio do contato com a prática e da experiência própria de cada aluno, demonstrando que é recomendável ensinar os alunos a utilizarem os procedimentos investigativos da Ciência (BRASIL, 1997).

Segundo Paulo Freire (2002), é mais fácil para o estudante compreender a teoria, quando ele pode vivenciar a sua prática. Assim, realizar experimentos, especialmente pelo método investigativo nas aulas de Biologia, pode ser uma excelente ferramenta para que o aluno consiga aproximar o conteúdo científico teórico, contido em livros e apostilas na escola, da prática e do seu próprio cotidiano facilitando a compreensão e assimilação dos conteúdos propostos na disciplina. Nos conteúdos interligados da grade de Biologia do ensino médio regular, os procedimentos práticos investigativos aplicados mostram resultados promissores com o aumento na participação e envolvimento dos alunos (BOMBONATO, 2017).

A partir do ensino por investigação é possível que os alunos passem a desenvolver habilidades científicas, redescubram o prazer do aprendizado, aproximem os conteúdos científicos da sua vida e ressignifiquem conceitos que poderiam parecer sem sentido quando desacompanhados da prática, melhorando a relação ensino/aprendizagem (CARVALHO, 2014). Mais especificamente, de acordo com Cruz (2019), as metodologias ativas de cunho investigativo na área da Microbiologia podem tornar o estudante um agente de mudança na sociedade (CRUZ, 2019).

Para que a Ciência seja abordada através do ensino por investigação em sala de aula, é preciso criar condições que sejam favoráveis ao envolvimento dos estudantes no questionamento daquilo que parece natural e corriqueiro em sua vivência diária, tanto dentro da escola quanto fora da sala de aula. É preciso que a curiosidade intrínseca do aluno permita a exploração de situações sob uma perspectiva científica com a mediação do professor durante o processo (BRICCIA, 2013).

Nesse aspecto, o ensino de Microbiologia nas escolas no Ensino Médio Regular, pode se tornar mais integrado, relevante e contextualizado para os estudantes.

1.2. ENSINO DE MICROBIOLOGIA

A palavra Microbiologia tem sua origem na língua grega, onde “*mikros*” significa pequeno, “*bios*” vida e “*logos*” Ciência. Sendo assim, o objetivo principal dessa área da Biologia é estudar organismos microscópicos tais como as bactérias, as archaeas, as algas, os protozoários e os fungos, quanto sua estrutura, fisiologia, morfologia, conjunto metabólico, tipos e formas de reprodução e relações que estabelecem com o ecossistema (FERNANDES, 2012).

A grande importância e a relevância da Microbiologia, tendo em vista todas as relações que os microrganismos mantêm com os seres humanos e o ambiente em que se encontram, são inegáveis. O conhecimento do mundo microbiológico e a compreensão das interações que esses seres vivos estabelecem com os seres humanos, tanto na propagação de doenças como nos benefícios para a saúde são, de fato, relevantes (BARBOSA E OLIVEIRA, 2015). Ao conhecer mais profundamente o mundo microbiológico, como sua composição e suas funções no ambiente relacionada a outros seres vivos, pode-se estabelecer relações que possuem aplicações variadas na medicina, indústria alimentícia, ambiental e agrícola, o que reforça ainda mais a extrema importância do ensino dessa área da biologia na escola básica (FERNANDES, 2012).

No entanto, apesar de sua extrema importância, o ensino da Microbiologia ainda é um grande desafio tanto para os professores, quanto para os alunos. Os estudantes apresentam acentuada dificuldade de interpretar esse tema devido ao elevado grau de abstração que esse conteúdo pode exigir por ter estruturas que não podem ser facilmente visualizadas a olho nu (PESSOA *et al.*, 2012).

De acordo com Oliveira (2014), grande parte dos alunos possui uma visão errônea dos microrganismos associando-os apenas a doenças e malefícios que podem causar aos seres humanos, com a ideia persistente de que precisam ser combatidos e eliminados totalmente. Já os professores encontram também outra série de barreiras para o ensino mais significativo de Microbiologia. A infraestrutura inadequada para a realização de atividades interativas e participativas nas escolas, a dificuldade para comprar e adquirir vidrarias e materiais de laboratório que estão inacessíveis, na maioria das vezes, à educação pública, acaba por tornar o engajamento dos alunos muito mais difícil e o ensino desse conteúdo mais trabalhoso (CRUZ, 2019).

Com tantas dificuldades, é comum que os professores de Biologia acabem negligenciando um pouco o tema da Microbiologia no Ensino Médio Regular, dando prioridade a outros conteúdos e deixando esse de lado (BARBOSA E OLIVEIRA, 2015).

Todavia, para que a atividade de ensino seja envolvente e instrutiva não necessariamente precisa haver instrumentos caros, mas sim materiais adequados para serem utilizados no conteúdo abordado. Por isso, é importante que novas metodologias sejam propostas, estudadas e avaliadas para que os professores de Biologia tenham um auxílio que incentive seus alunos a participarem das aulas e se interessarem mais pelo tema tornando o ensino da Microbiologia mais prazeroso de ser ensinado e aprendido (OLIVEIRA et al., 2014).

Para tanto, este trabalho de pesquisa de mestrado propõe a aplicação de uma Sequência Didática baseada em atividades investigativas voltadas para o conhecimento de microrganismos e seu papel em diferentes ambientes, avaliando a percepção que estudantes do segundo ano do Ensino Médio Regular têm sobre esse tema, incentivando-os a compreender a existência, o papel dos microrganismos e seu controle em diferentes ambientes.

2. OBJETIVOS

2.1. OBJETIVO GERAL

Desenvolver uma Sequência Didática baseada em atividades investigativas para o ensino dos conceitos básicos de Microbiologia para estudantes do segundo ano do Ensino Médio Regular.

2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

2.1.1. Avaliar a percepção prévia de estudantes do segundo ano do Ensino Médio Regular sobre conceitos microbiológicos e sua relação com o cotidiano deles.

2.1.2 Possibilitar o desenvolvimento de atividades investigativas que permitam aos estudantes compreender a existência, o papel e o controle da população de microrganismos em diferentes ambientes.

2.1.3 Possibilitar o desenvolvimento de atividades investigativas que permitam aos estudantes conhecer e compreender os processos de isolamento, crescimento e caracterização de microrganismos.

2.1.4 Estimular a construção e compreensão de conceitos microbiológicos.

2.1.5 Possibilitar aos estudantes compreender como o conhecimento científico é construído por meio da vivência em ambiente simulado de um laboratório de pesquisa na área de Microbiologia.

2.1.6 Avaliar o aprendizado dos estudantes e as habilidades desenvolvidas após a aplicação da sequência.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho consistiu na elaboração, aplicação e avaliação de uma Sequência Didática baseada em atividades de cunho investigativo desenvolvidas, no período matutino, em uma turma de segundo ano do Ensino Médio Regular na Escola Estadual Professor Antônio Domingues Chaves, localizada na cidade de Varginha, sul de Minas Gerais.

O total de 40 alunos participou do projeto que foi realizado durante o início do mês de março, primeiro bimestre, do ano de 2020. A Sequência Didática completa envolveu seis aulas de 50 minutos cada.

Resumidamente, as atividades realizadas foram:

- coleta de dados sobre a percepção prévia dos estudantes sobre o mundo dos micróbios por meio de um questionário (aqui denominado de Pré-questionário) aplicado antes do início da Sequência Didática, seguido de debate;

- simulação teatral de como a coleta e análise de dados é conduzida por cientistas para a solução de um mistério sob investigação;

- inoculação de bactérias e fungos obtidos do ambiente escolar em placas de Petri contendo meios de cultura comerciais, preparados previamente em laboratório, produzidos com substâncias adequadas e esterilizadas.

- levantamento de hipóteses e observação das culturas nas placas de Petri em microscópios com anotações e registros fotográficos para posterior momento de debate e exposição;

- criação, pelos alunos, dos seus próprios meios de cultura utilizando diversos materiais caseiros tais como: sal, açúcar, óleo, leite, caldo de carne, fermento e gelatina, fornecidos pelo professor na escola e inoculação de bactérias e fungos em placas de Petri com tais meios;

- debate entre os grupos em uma roda de conversa sobre os resultados obtidos e leitura de textos didáticos de Microbiologia para facilitar as conclusões e embasamento das explicações;

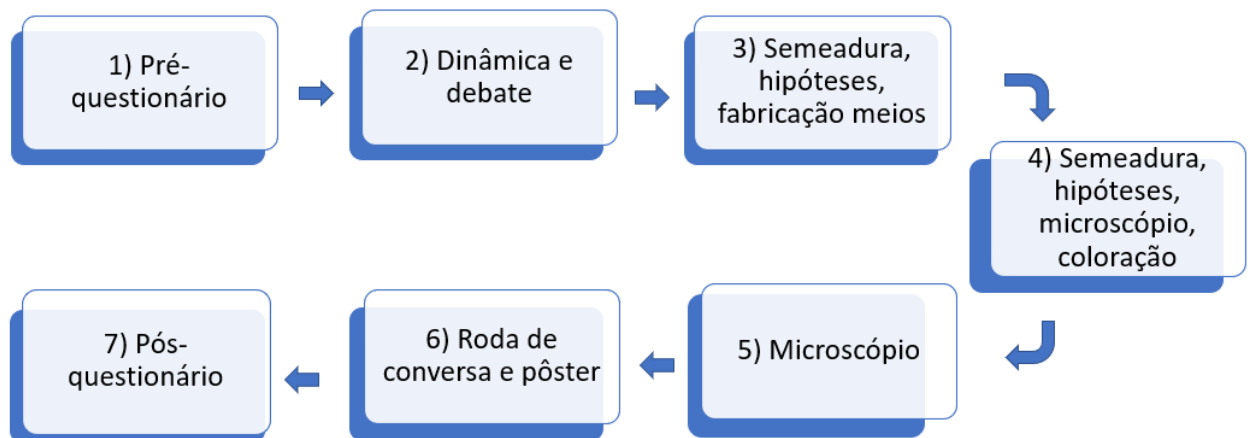
- produção de cartolinas pelos estudantes simulando pôsteres de congressos científicos utilizando materiais diversos disponibilizados pela escola como papel crepom, fitas adesivas, cola e canetinha;

- construção de um mural com as fotografias registradas durante a atividade e os pôsteres produzidos para exposição no corredor da escola para os demais alunos, professores

e profissionais da escola se inteirarem do projeto simulando uma seção de painel em congressos científicos;

- coleta de dados sobre a percepção dos estudantes do mundo dos micróbios por meio de um questionário aplicado ao final da atividade, na última aula, semelhante ao questionário inicial, denominado aqui como pós-questionário.

Figura 1 – Etapas da Sequência Didática proposta



Na primeira aula, para se fazer um levantamento do conhecimento prévio dos alunos acerca do tema abordado na pesquisa antes de qualquer abordagem do conteúdo que seria tratado durante a Sequência Didática, foi aplicado um questionário (anexo A) com 10 (dez) perguntas simples mistas (fechadas e abertas) referentes aos conceitos e definições básicas de Microbiologia.

Após responderem às perguntas os estudantes foram convidados a participarem de uma dinâmica que estimulou o debate sobre o método científico e o papel do cientista, para então se verificar o conhecimento prévio dos discentes e suas percepções sobre o tema proposto na atividade investigativa. Nesta oportunidade, o professor não interferiu em nenhum momento nos conceitos dos estudantes, apenas estimulou o debate com pequenas perguntas instigadoras, sempre que achou necessário, buscando induzir o raciocínio e a construção do conhecimento científico pelos próprios alunos.

A dinâmica da primeira aula consistiu em simular o trabalho de um cientista em decifrar um mistério escolhido pela turma. Para isso, dois alunos foram pré-selecionados como cientistas e a cada um deles foi concedida uma ferramenta de investigação: o tato ou perguntas de respostas “sim” ou “não”. Esses dois alunos escolhidos se ausentaram

brevemente da sala enquanto o mistério era escolhido pelos demais estudantes participantes da dinâmica. Um a um dos alunos cientistas retornaram à sala, vendados, e foram colocados em frente ao mistério (no caso, um terceiro estudante escolhido pela turma).

O primeiro aluno cientista vendado poderia fazer as perguntas de respostas “sim” ou “não” que desejasse à turma sobre o mistério, mas não poderia tocá-lo. Este mesmo mistério foi então colocado em frente ao segundo aluno cientista, também vendado. Este segundo estudante podia tocar o mistério coletando dados sobre o objeto, mas não podia fazer nenhuma pergunta. Os dois alunos cientistas, então, após analisarem o mistério separadamente trocaram entre si as informações que puderam coletar e tentaram descobrir do que se tratava o mistério em estudo.

Na segunda aula, os estudantes foram divididos em grupos, com seis integrantes cada, para a realização das atividades experimentais investigativas das próximas aulas. Cada grupo recebeu uma placa de Petri, contendo um meio de cultura LB (anexo B) produzido previamente em laboratório controlado na Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG e swabs (aqui utilizamos cotonetes estéreis) para buscar amostras em locais escolhidos por eles mesmos dentro da escola. Depois da coleta, os estudantes foram orientados a semear a placa de Petri passando o swab suavemente sobre o meio de cultura e identificá-la com o nome do local em que a amostra foi coletada.

Após terminarem a identificação e armazenarem as placas de Petri em um container (o local mais aquecido que estava disponível na escola), cada grupo elaborou hipóteses acerca da experiência e as anotou no caderno para posteriormente poder compará-las com o resultado dos colegas.

Ainda na segunda aula, os alunos puderam observar as embalagens de todos os produtos utilizados para a fabricação dos meios que receberam prontos nas placas de Petri (peptona, extrato de carne, cloreto de sódio, ágar, água destilada, extrato de levedura) e discutir sobre a possibilidade de fabricarem o seu próprio meio com materiais caseiros disponíveis na escola.

Cada grupo decidiu então os ingredientes que achavam que deveriam estar presentes em um meio de cultura para que houvesse crescimento de microrganismos nele e, com a mediação do professor, os meios foram preparados. Neste momento, os próprios alunos definiram em seus grupos as proporções que usariam de cada ingrediente escolhido utilizando calculadora e balança.

Na terceira aula, cada grupo fez, novamente, o mesmo procedimento da aula anterior. Porém, desta vez eles utilizaram a placa que continha os meios caseiros produzidos por eles

mesmos. Eles buscaram amostras em locais diferentes que eles mesmo escolheram dentro da escola, semearam a placa de Petri passando o swab suavemente sobre o meio de cultura que eles mesmos produziram e que já havia solidificado adequadamente, e identificaram com o nome do local em que a amostra foi coletada.

Nessa oportunidade, após a coleta e a produção das placas de Petri, cada grupo armazenou suas placas de cultura em locais que achavam mais adequados. Após discutirem brevemente sobre onde deveriam fazer esse armazenamento, alguns grupos escolheram armários que ficavam expostos ao sol, outros escolherem deixar dentro do carro, outros dentro da própria sala de aula. Os alunos anotaram como o experimento foi feito indicando os ingredientes presentes no meio de cultura escolhido por eles. Eles também elaboraram hipóteses novas acerca da experiência e fizeram anotações para posteriormente compará-las com os demais colegas.

Ainda na terceira aula, após a semeadura das placas cada grupo observou com a vista desarmada, sem auxílio de um microscópio, a sua própria placa de Petri preparada na aula anterior para a confirmação ou não das hipóteses levantadas por eles. Os estudantes foram instruídos também a observarem em microscópio óptico amostras da sua cultura. Para que isto fosse possível, foram disponibilizadas lâminas e lamínulas para que fizessem a fixação do esfregaço e pudessem utilizar no microscópio.

Foram discutidos, enquanto eles observavam as placas a olho nu e no microscópio, procedimentos de coloração de Gram (anexo C), sua função e importância na determinação do tipo de bactéria a ser estudada. Os estudantes foram estimulados a fazerem a própria coloração das lâminas que produziram através das suas placas com as substâncias disponibilizadas pelo professor. Essa coloração foi feita com a mediação do professor priorizando sempre o protagonismo do estudante.

Na quarta aula, foi o momento de cada grupo observar, primeiramente com a vista desarmada, novamente sem o auxílio de um microscópio o resultado da sua placa de Petri preparada na aula anterior com os seus próprios meios de cultura caseiro. Cada grupo fez suas anotações no caderno e, também, registros fotográficos à medida que iam confirmando ou não as hipóteses que haviam levantado sobre o experimento.

Com os meios que deram resultado positivo (aqueles que apresentaram crescimento de microrganismos sem que o meio de cultura perdesse a consistência), os alunos preparam lâminas que foram disponibilizadas pelo professor para que pudessem observar os microrganismos no microscópio óptico. Foram realizadas, novamente, anotações e registros fotográficos durante esta atividade para que cada grupo pudesse socializar em forma de

apresentação em sala, durante um momento de roda de conversa e discussão sobre a atividade, os resultados observados no seu experimento e encontrar explicações e justificativas para aquelas hipóteses que levantaram, mas que não foram confirmadas com os experimentos.

Na quinta aula, foi feita uma grande roda de conversa na qual os alunos tiveram a oportunidade de discutir os resultados obtidos pelos seus respectivos grupos, comparar os meios utilizados e fabricados e apresentar as fotos para os demais colegas de sala. Cada grupo recebeu alguns textos contendo assuntos relacionados à Microbiologia e alguns conceitos básicos da área, previamente selecionados e impressos pelo próprio professor, para a elaboração de um grande mural com mapas conceituais dos fundamentos dessa área de estudo e com os registros fotográficos de todas as etapas dos experimentos realizados e suas conclusões.

Na sexta e última aula dessa Sequência Didática, os estudantes terminaram de fabricar as cartolinas que simulavam pôsteres com fotos e mapas conceituais de todo o experimento que realizaram, apresentaram os resultados obtidos e os materiais e os métodos utilizados durante a Sequência Didática. Cada grupo colocou seu pôster em exposição nos corredores do colégio para que as demais turmas pudessem ter acesso.

Além disso, como a maioria das atividades foi realizada na área de convivência da escola por não haver um laboratório apropriado, muitos alunos estavam curiosos sobre as atividades que estavam sendo desenvolvidas. Portanto, alguns estudantes que participaram da Sequência Didática apresentaram para as outras turmas de segundo ano do Ensino Médio Regular matutino da escola as hipóteses, os experimentos e as conclusões do seu grupo. Ao final da aula, os estudantes voltaram a responder o mesmo questionário aplicado durante a primeira aula, o Pós-questionário.

Com o aumento do número de casos de pessoas infectadas pelo COVID-19 em todo o país, a frequência dos estudantes na última aula da Sequência Didática foi expressivamente pequena. Apesar de na cidade de Varginha, local em que o trabalho foi realizado, ainda não ter sido registrado nenhum caso até aquele momento, alguns alunos começaram a se sentir inseguros para comparecer às aulas. Duas semanas depois de finalizar as atividades, o Estado suspendeu totalmente as aulas. Desta forma, foi solicitado aos estudantes que não compareceram à esta última aula, mas que haviam participado das demais atividades, que respondessem ao questionário de maneira virtual sem consultar a internet ou qualquer outro meio, e enviassem por e-mail ou WhatsApp para a professora. Houve uma grande adesão e todos os 40 alunos que participaram do primeiro questionário enviaram as respostas do segundo questionário.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com o objetivo de desenvolver uma Sequência Didática adequada baseada em atividades investigativas para o ensino dos conceitos básicos de Microbiologia para estudantes do segundo ano do Ensino Médio Regular, foram utilizadas 6 aulas, com 50 minutos cada, para a aplicação do presente trabalho.

As atividades desenvolvidas incluíram: aplicação de um Pré-questionário, simulação teatral para aumentar o envolvimento e participação dos alunos, inoculação de microrganismos obtidos do ambiente escolar em placas de Petri contendo meios de cultura comerciais LB produzidos previamente nos laboratórios da UFMG, criação pelos alunos dos seus próprios meios de cultura utilizando materiais caseiros disponibilizados na escola, observação das placas de Petri em microscópio e lupa, levantamento e estruturação de hipóteses, debates e rodas de conversa, produção de cartazes pelos estudantes simulando pôsteres de trabalhos científicos e aplicação de um Pós-questionário semelhante ao questionário inicial.

4.1. ABORDAGEM INVESTIGATIVA

4.1.1. Primeira aula: a encenação do Mistério.

Após responderem ao Pré-questionário, os estudantes participaram de uma dinâmica onde o debate sobre o método científico e o papel do cientista foram discutidos e experimentados.

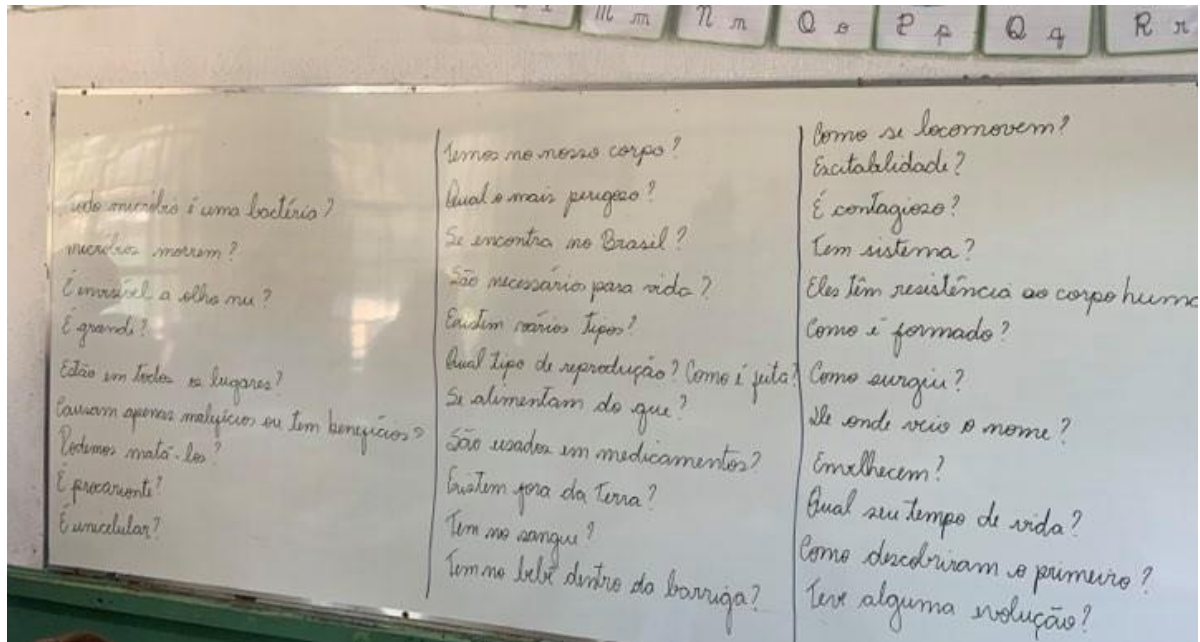
Durante a dinâmica, um dos alunos cientista, vendado, podia fazer perguntas para a turma sobre o “Mistério” (escolhido previamente e em segredo pela turma) que se encontrava à sua frente, mas não podia tocá-lo. Um segundo aluno cientista, também vedado, podia tocar o “Mistério” (uma pessoa voluntária escolhida em segredo pela turma) mas não podia fazer nenhuma pergunta. Ambos representaram possíveis diferentes métodos que os cientistas utilizam durante as pesquisas para fazerem suas próprias descobertas e constatações. A discussão entre os dois alunos, depois de terem levantado dados e informações, representou

como um cientista interage em um congresso científico ou busca fazer um levantamento bibliográfico das pesquisas de outros cientistas sobre o mesmo assunto para chegar a conclusões e testar suas hipóteses.

Durante a discussão sobre a dinâmica, os alunos chegaram a importante conclusão de que a Ciência não é sempre exata, envolve experimentação e é passível de erros, mudanças e reformulações à medida que novas descobertas e pesquisas são feitas com o passar do tempo. Essas conclusões estão de acordo com pontos contidos nos PCNs que falam sobre a necessidade de fazer com que o aluno compreenda que a Ciência não tem sempre resposta para tudo, podendo ser constantemente questionada e reformulada (BRASIL, 2000). O envolvimento dos estudantes e a curiosidade despertada ficaram bem evidentes na participação ativa que todos tiveram durante a dinâmica e durante o debate ocorrido na sequência.

Em seguida, o professor desafiou os estudantes a levantarem questões de interesse de cada um deles dentro do tema de microrganismos e, sem interferir nos conceitos dos alunos, registrou no quadro uma a uma todas as perguntas que foram surgindo durante a discussão. A quantidade elevada e variada de perguntas levantadas expressa o alto grau de envolvimento e a participação ativa dos estudantes durante o debate. No total, foram anotadas 32 perguntas diferentes a respeito dos microrganismos. Entre elas, algumas foram citadas mais de uma vez como: “Todo micróbio é uma bactéria?”, “Existem microrganismos no nosso corpo?”, “Microrganismos também morrem?”, “Existem em todos os lugares?”, “Temos no nosso corpo?”, “São importantes para a nossa vida?”, “São usados em medicamentos?” e “Do que se alimentam?”. As perguntas registradas no quadro branco podem ser observadas na Figura 2 e organizadas no quadro 1 a seguir.

Figura 2 – Registro das perguntas feitas pelos alunos durante a aula



Quadro 1 – Perguntas feitas pelos alunos e registradas no quadro

Perguntas			
1	Todo micróbio é uma bactéria?	17	São usados em medicamentos?
2	Micróbios morrem?	18	Existem fora da Terra?
3	É visível a olho nu?	19	Tem no sangue?
4	É grande?	20	Tem no bebê dentro da barriga?
5	Estão em todos os lugares?	21	Como se locomovem?
6	Causam apenas malefícios?	22	Excitabilidade?
7	Podemos matá-los?	23	É contagioso?
8	É procarionte?	24	Tem sistema?
9	É unicelular?	25	Tem resistência ao corpo humano?
10	Temos no nosso corpo?	26	Como é formado?
11	Qual o mais perigoso?	27	Como surgiu?
12	Se encontra no Brasil?	28	De onde veio o nome?
13	São necessários para a vida?	29	Envelhecem?
14	Existem vários tipos?	30	Qual seu tempo de vida?
15	Qual o tipo de reprodução? Como?	31	Como descobriram o primeiro?
16	Se alimentam do quê?	32	Teve alguma evolução?

4.1.2. Segunda aula: a coleta e semeadura das amostras

Na segunda aula, os estudantes foram divididos em grupos, de seis a oito integrantes cada, para a realização das atividades experimentais investigativas das próximas aulas. Os alunos entraram em acordo dentro dos grupos e escolheram um nome para representá-los e uma pergunta sobre os microrganismos que gostariam de responder através de uma atividade experimental.

Um total de cinco grupos foram formados nesta turma. Foi fornecido para cada um desses grupos um kit contendo um jaleco e luvas de procedimentos, o suficiente para cada estudante, uma placa de Petri contendo o meio de cultura LB estéril, produzido previamente em laboratório controlado na Universidade Federal de Minas Gerais, e um conjunto de swabs, também esterilizados previamente, para que realizassem o experimento escolhido por eles no início da aula.

Os nomes dos grupos bem como a pergunta básica escolhida por cada um deles podem ser observadas no Quadro 2.

Quadro 2 - Nomes dos grupos de trabalho com as respectivas perguntas a serem respondidas

Nome do grupo	Pergunta escolhida
Bacteriófago	Os microrganismos são visíveis a olho nu?
Micro Ludovico	Os microrganismos são diferentes uns dos outros?
Os Micro-gangster	Existem microrganismos em todos os lugares?
Reino Fungi	Existem microrganismos no nosso corpo?
Purê do conhecimento	Do que os microrganismos se alimentam?

O Grupo 1 escolheu o nome “Bacteriófago” e a seguinte questão para ser respondida: “Os microrganismos são visíveis a olho nu?”. Após discutirem por um tempo com os colegas e também com a mediação do professor, os alunos levantaram a seguinte hipótese: não

enxergamos os microrganismos a olho nu porque são muito pequenos. Para testar essa questão levantada, chegaram à conclusão de que poderiam tentar fazer os microrganismos crescerem em um meio e observar se, em grande quantidade, eles poderiam se tornar visíveis a olho nu.

O Grupo 2 escolheu o nome “Micro Ludovico” e a seguinte pergunta: “Os microrganismos são diferentes uns dos outros?”. Os alunos deste grupo concluíram que seria possível responder a esta pergunta observando os microrganismos com uma lente de aumento através de um microscópio. No entanto, para fazer isso, tiveram que cultivar microrganismos encontrados no próprio ambiente escolar para que eles aumentassem em número e se tornassem visíveis.

O Grupo 3 adotou o nome “Os Micro-gangster” e a pergunta: “Existem microrganismos em todos os lugares?”. Para investigar a resposta para essa questão, os alunos escolheram coletar amostras de lugares diversos que gostariam de saber se haveria microrganismos como o vaso sanitário, o bebedouro, o quadro da sala de aula e a folha de uma árvore.

O Grupo 4 escolheu o nome “Reino fungi” e a pergunta escolhida para ser respondida por meio de experimentos feitos por eles foi a seguinte: “Existem microrganismos no nosso corpo?” Para investigar e descobrir a resposta para esta pergunta, os alunos decidiram coletar amostras das mãos de colegas sem lavar, das mãos higienizadas com o uso de álcool em gel e da saliva e colocar em um meio propício para o crescimento de microrganismos para verificar se eles existiam nesses lugares.

O Grupo 5 escolheu o nome “Purê do conhecimento” e optaram por tentar responder a seguinte pergunta: “Do que os microrganismos se alimentam?”. Para responder esta questão os alunos fizeram a proposta de criar o próprio meio de cultura para analisar quais nutrientes propiciam o crescimento de microrganismos.

Após a divisão dos grupos, escolha dos nomes e da pergunta norteadora dos trabalhos, os alunos puderam, então, buscar amostras em locais escolhidos por eles mesmos dentro da escola. No primeiro momento, muitos alunos tiveram o intuito de buscar amostras de microrganismos em locais sujos e em alimentos estragados. Com a mediação do professor fazendo perguntas sobre a possível presença de microrganismos em locais limpos, os alunos se mostraram mais animados e inovaram mais nas escolhas dos locais para coleta de amostras. Os estudantes também chegaram à conclusão de que deveriam deixar uma parte da placa de Petri que receberam sem semear nenhum tipo de microrganismo para poder fazer um controle e comparar com as outras partes da placa.

Fotografias representativas das etapas experimentais da Sequência Didática podem ser observadas na Figura 3. Os locais em que retiraram amostras para semear nessa primeira placa encontram-se organizados por grupos no Quadro 3.

Quadro 3 - Grupos de trabalho e os respectivos locais de coleta de amostras para a semeadura

Grupos	Locais de coletas de amostras	
1	- Mesa do professor - Quadro da sala de aula	- Folha de árvore - Controle
2	- Casca da árvore - Mão do diretor	- Fungo verde da árvore - Controle
3	- Vaso sanitário - Micro-ondas	- bebedouro - Controle
4	- Mão sem lavar - Mão após lavar com água e sabão	- Mão após passar álcool em gel - Controle
5	- Vaso sanitário - Mesa do professor	- Celular - Controle

Figura 3 – Registro das etapas experimentais da Sequência Didática aplicada



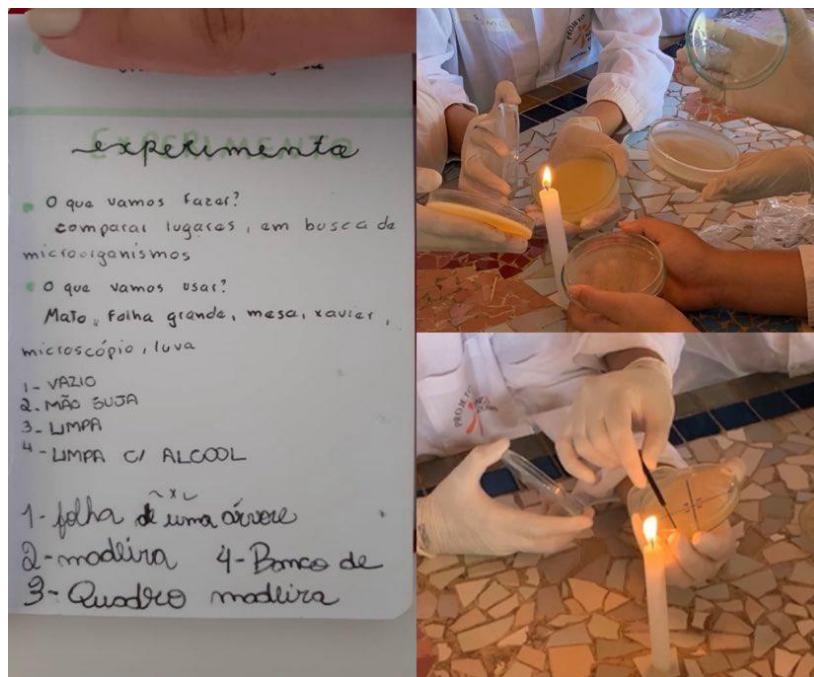
Fonte: Acervo pessoal da autora

Depois da coleta das amostras, os estudantes dividiram a placa de Petri do seu grupo em quatro partes com canetinha e fizeram a sementeira passando o swab suavemente sobre o meio de cultura, na região delimitada para cada amostra, e identificaram com o nome do grupo e do local em que a amostra foi coletada.

Como não havia na escola ambiente adequado e esterilizado para semear as placas de Petri, pois não há capelas ou laboratórios para a realização destas atividades, foi indagado aos alunos de que forma eles achavam que deveriam proceder para que, durante a sementeira, houvesse a menor contaminação possível do meio de cultura. Após uma pequena discussão entre os grupos, onde foi permitido o uso de celulares para consulta na internet, e com a mediação do professor, chegaram à conclusão de que semear próximo ao bico de Bunsen seria o mais apropriado pois, o calor da chama deixaria a área ao redor o mais livre de microrganismos possível. Na ausência de um bico de Bunsen na escola, os alunos propuseram a utilização de uma vela. Sendo assim, toda a deposição do material coletado com o swab foi feita próxima à chama de uma vela, de forma bem rápida, para evitar ao máximo que tivesse qualquer contaminação externa.

Após terminarem a identificação, os grupos armazenaram as placas de Petri em um local que eles mesmos escolheram. Para fazer essa escolha houve uma discussão entre eles e chegaram ao acordo de deixarem a caixa com todas as placas de Petri dentro de um depósito na escola que fica ao sol e permanece bastante quente durante todo o dia e abafado durante a noite. Cada grupo elaborou então hipóteses acerca da experiência realizada e as anotou no caderno para posteriormente poder compará-las com o resultado dos colegas na roda de conversa (Figura 4).

Figura 4 – Semeadura das placas de Petri próxima à chama de vela e anotações prévias do Grupo 4



Fonte: Acervo pessoal da autora

Após armazenarem as placas de Petri, os alunos puderam observar as embalagens de todos os produtos utilizados para a preparação dos meios que receberam prontos nas placas, a peptona, o extrato de carne, o cloreto de sódio, o ágar, a água destilada e o extrato de levedura. Observando esses produtos eles foram convidados a pensar em como poderiam produzir seu próprio meio de cultura de forma caseira com substâncias que possuem na cozinha.

momento, os grupos se reuniram para calcular as proporções que deveria conter na receita cada um dos ingredientes escolhidos.

Normalmente, o momento das atividades práticas em que o aluno deve fazer anotações e cálculos não é muito apreciado e pode-se ouvir reclamações durante a execução desta parte da atividade. No entanto, durante a realização dos cálculos foi possível ouvir comentários sobre como a Matemática quando aplicada em algo interessante se torna legal e fácil. Alguns alunos comentaram que nunca tinham conseguido entender a regra de três em sala de aula, mas que, utilizando essa técnica em cálculos para ver as proporções dos ingredientes, eles estavam conseguindo entender e ver a sua importância. Até mesmo alguns alunos que não gostam das disciplinas exatas pareciam entusiasmados com o que estavam fazendo. O resultado dessa parte da Sequência Didática foi bem diferente do esperado e extremamente positivo.

Após realizarem os cálculos, com o auxílio de uma balança (Figura 6), cada grupo preparou o seu meio de cultura, colocou na placa de Petri esterilizada fornecida pelo professor e armazenou em geladeira para que o meio pudesse se solidificar e ser utilizado na próxima aula.

Figura 6: Utilização da balança e dos cálculos matemáticos para preparar meios caseiros



Fonte: Acervo pessoal da autora

O Quadro 4 mostra os ingredientes escolhidos por cada grupo ao preparar o seu meio de cultura com produtos caseiros:

Quadro 4: Ingredientes utilizados pelos estudantes para produzirem os meios de cultura do grupo.

Grupos	Ingredientes
1	Gelatina incolor, leite, açúcar, óleo, sal, caldo de carne
2	Gelatina incolor, óleo, açúcar, sal, leite
3	Gelatina incolor, iogurte, fermento, açúcar
4	Gelatina incolor, vinagre, leite em pó
5	Gelatina incolor, leite, óleo e caldo de carne

4.1.3. Terceira aula: analisando o próprio meio de cultura

A terceira aula, foi o momento de cada grupo analisar se o meio de cultura produzido por eles mesmos tinha dado certo. Dos cinco grupos, apenas um meio de cultura foi viável para a realização de experimentos, o do Grupo 1 Bacteriófago, já os outros meios tiveram problemas na solidificação e homogeneização.

Um dos meios não se solidificou o suficiente para permitir que os microrganismos fossem semeados; o outro meio, apesar de ter se solidificado, depois de um tempo que permaneceu fora da geladeira acabou derretendo; e os outros dois meios restantes não ficaram homogêneos e nem transparentes o suficiente para que pudesse ser feita a visualização dos microrganismos depois do cultivo.

Os grupos que não conseguiram ter sucesso na produção do meio de cultura foram instruídos a procurarem explicações do porquê sua receita não deu certo e o que poderia ser feito de diferente. Após discutirem, os grupos registraram suas explicações no caderno e guardaram para discutir com os colegas durante a roda de conversa que foi realizada na última aula.

O Grupo 2, Micro Ludovico, chegou à conclusão de que seu experimento não havia dado certo pois acrescentaram óleo em excesso, o que impediu que o meio ficasse homogêneo. O Grupo 3, Micro-gangster, acrescentou gelatina em uma quantidade menor que a necessária pois erraram os cálculos e fizeram as proporções erradas para a quantidade de

água utilizada. O Grupo 4, Reino Fungi, concluiu que não havia dissolvido de forma adequada o leite em pó, restando algumas partes acumuladas o que dificultou a homogeneização do líquido e o Grupo 5, Purê do conhecimento, também concluiu que teria cometido o erro de acrescentar óleo em excesso de forma que não houve como homogeneizar a mistura corretamente.

O Grupo 1, único que conseguiu com que o meio se solidificasse e ficasse relativamente homogêneo, fez uma nova semeadura. Eles dividiram a placa de Petri em quatro partes e escolheram três diferentes locais dentro da escola para coletarem novamente as amostras. Os locais escolhidos foram: panela da cozinha, colher e caderno de estudo. Os estudantes então semearam na placa de Petri passando o swab suavemente sobre o meio de cultura que eles mesmos produziram e identificaram com o nome do local em que a amostra foi coletada. Nesse momento, a semeadura também foi realizada próximo à chama de uma vela, exatamente como no momento anterior, para que se mantivesse o meio com a menor contaminação microbiana possível. A placa utilizada pelos estudantes não foi autoclavada, apenas fervida em micro-ondas como método de esterilização.

Novamente, após a coleta e a semeadura da placa de Petri, o grupo armazenou seu experimento no mesmo balcão de antes, o local que consideraram mais quente e adequado dentro da escola. Os alunos anotaram como o experimento foi feito indicando os ingredientes presentes no meio de cultura escolhido por eles. Eles também elaboraram hipóteses novas acerca da experiência e fizeram anotações para posteriormente compará-las com os demais colegas.

Ainda nesta aula, cada grupo pôde analisar sua placa de Petri e observar os resultados da cultura realizada na aula anterior. Todos os grupos tiveram resultados positivos e puderam observar as culturas de microrganismos se formarem. Primeiro eles observaram as placas com a vista desarmada, depois com o auxílio de uma lupa e então, montaram suas próprias lâminas e observaram com o auxílio de um microscópio. Os alunos demonstraram grande satisfação em manusear o microscópio e muito interesse fazendo perguntas e levantando questionamentos diversos sobre o aparelho.

Enquanto eles observavam as lâminas fabricadas por eles no microscópio e faziam as anotações referentes à pergunta inicial levantada por cada grupo, foi discutido procedimentos de coloração de Gram, sua função e importância na determinação do tipo de bactéria a ser estudada. Os estudantes foram estimulados a fazerem a própria coloração das lâminas que produziram através das suas placas com as substâncias disponibilizadas pelo professor (Figura 7).

Figura 7 – Coloração Gram



Fonte: Acervo pessoal da autora

4.1.4. Quarta aula: finalização e análise dos resultados

A quarta aula foi programada como um momento para que diferentes grupos pudessem finalizar os experimentos e analisar os resultados obtidos. O Grupo 1, Bacteriófago, que havia logrado sucesso na preparação e na semeadura no seu próprio meio de cultura pôde também observar em microscópio o crescimento dos microrganismos na sua placa. O meio de cultura utilizado por esse grupo foi eficaz para o crescimento dos microrganismos tendo um resultado positivo. Os alunos desse grupo fizeram anotações e registraram as atividades com fotos (Figura 8).

Figura 8 – Meio de cultura caseiro: Grupo 1 Bacteriófago



Fonte: Acervo pessoal da autora

Alguns alunos de outros grupos que não alcançaram sucesso na primeira tentativa de preparar um meio próprio de cultura manifestaram interesse em prepararem novos meios refazendo os cálculos e as quantidades adequadas de ingredientes. Assim, paralelamente à análise dos resultados já obtidos, esses alunos realizaram novamente os experimentos de preparo de meios de cultura com a mediação do professor.

Esse momento de retomada em que os alunos puderam repensar nas escolhas dos ingredientes utilizados nos meios, refazerem os cálculos das concentrações, exploraram, fracassaram, corrigiram, coletaram dados, testaram e construíram explicações, foi de extrema importância já que é neste vai e vem que os conhecimentos e habilidades tem mais chance de serem consolidados (KLAUSEN, 2017).

Após terminarem as atividades experimentais do dia e as análises dos resultados, os grupos iniciaram o trabalho de confecção de murais com as perguntas, as estratégias experimentais e resultados obtidos à semelhança de pôsteres de congressos científicos, utilizando cartolinas, canetinhas, fotografias dos resultados, e diversos outros materiais disponibilizados pela escola.

4.1.5. Quinta aula: debatendo a vivência

Esta aula foi o momento de fazer uma grande roda de conversa e expor os resultados, observações e impressões de cada grupo a respeito das atividades realizadas. Cada grupo recebeu alguns textos impressos contendo assuntos relacionados à Microbiologia e alguns conceitos básicos da área sobre as perguntas levantadas no início da primeira aula, que foram selecionados pelo professor, para auxiliar no embasamento das argumentações e justificativas no momento da roda de conversa.

O Grupo 1, Bacteriófago, que havia levantado a seguinte questão: “Os microrganismos são visíveis a olho nu?”, chegou à conclusão de que só não conseguimos enxergar esses seres em todas as partes por estarem em pequena quantidade e serem microscópicos. Os alunos apresentaram as fotografias dos experimentos realizados por eles com o crescimento microbiano no vaso sanitário, no quadro da sala de aula e até mesmo na folha de uma árvore da escola. Os estudantes comentaram que já esperavam que no vaso sanitário houvesse microrganismos, porém ficaram surpresos de terem isolados mais microrganismos no quadro da sala do que no vaso, de acordo com os resultados obtidos pelo grupo.

O Grupo 2, Micro Ludovico, que escolheu a pergunta “Os microrganismos são diferentes?”, apresentou durante a discussão as fotografias dos microrganismos que foram observados ao microscópio através das lâminas preparadas a partir das colônias de bactérias que cresceram em suas placas de cultura. Chegaram à conclusão de que tais seres vivos apresentam variabilidade que atribuíram à diferentes espécies. Essa discussão foi embasada pelos textos fornecidos pelo professor aliados às observações dos alunos nas aulas anteriores e comentários dos outros colegas de outros grupos.

A pergunta do Grupo 3, Micro-gangster, “Existem microrganismos em todos os lugares?”, foi a que gerou maior envolvimento dos alunos. Ao apresentarem fotografias mostrando que, de todos os meios coletados por eles, o bebedouro da escola foi o que mais cresceu microrganismos, os alunos ficaram eufóricos. Essa imagem gerou tanta repercussão, que os alunos do grupo resolveram compartilhá-la nas redes sociais (Figura 9) e no dia seguinte os alunos de outras salas estavam muito interessados em saber como eles haviam feito para ver os microrganismos que tinham no bebedouro da escola. Durante a roda de conversa os alunos foram estimulados e cuidadosamente conduzidos por meio de questionamentos a concluir que, embora microrganismos estejam em praticamente todos os

locais não estéreis, até mesmo no ar, água e alimentos, nem sempre eles são patogênicos ou prejudiciais para os seres humanos.

Figura 9: Repercussão nas redes sociais



Fonte: Acervo pessoal da autora

O Grupo 4, Reino Fungi, que encampou com a pergunta “Existem microrganismos no nosso corpo?”, mostrou para os colegas os resultados das culturas de amostras provenientes das mãos sem lavar, lavadas e com álcool em gel. Ao observarem que mesmo com álcool em gel houve o crescimento de alguns microrganismos, mesmo que em quantidade bem mais baixa, os alunos ficaram preocupados e levantaram questões como o risco da contaminação pelo COVID-19. Com a ajuda dos textos bases fornecidos pelo professor, os alunos avaliaram que o que deve ter ocasionado o crescimento de alguns microrganismos após a higienização das mãos pode ter sido a lavagem incorreta ou a aplicação inadequada do álcool em gel (Figura 10).

Figura 10 – Resultados obtidos pelo Grupo 4



Fonte: Acervo pessoal da autora

O Grupo 5, Purê do conhecimento, que optou por responder à pergunta: “Do que os microrganismos se alimentam?” fez um levantamento dos meios de cultura fabricados pelos outros colegas e apresentaram os principais equívocos na composição deles que impediu que os meios criados pelos estudantes pudessem ser utilizados para o isolamento de microrganismos. Eles apresentaram a importância dos nutrientes como os carboidratos e lipídeos para a multiplicação dos seres vivos, incluindo a importância do uso da gelatina incolor nos meios.

No final da aula os alunos deram continuidade na preparação dos painéis e murais iniciados na aula anterior. Não foi estipulada nenhuma regra para a confecção desse material, os alunos puderam utilizar a criatividade de cada um e fazerem da forma que achassem melhor.

4.1.6. Sexta aula: a comunicação pública da vivência no âmbito escolar

Na sexta e última aula dessa Sequência Didática os estudantes terminaram a fabricação dos murais. Os estudantes ainda estavam muito entusiasmados com as atividades desenvolvidas ao longo da semana. Mesmo fazendo bastante calor e já tendo terminado todas

as atividades práticas, os estudantes permaneceram utilizando os jalecos durante a confecção dos murais.

À medida que os grupos iam terminando o mural, os representantes de cada grupo passavam nas salas de aula da escola apresentando a metodologia utilizada e os resultados obtidos para outras turmas de segundo ano de Ensino Médio Regular. Esse momento de socialização do conhecimento foi importante para que os alunos consolidassem os conceitos e as experiências realizadas nos últimos dias e, também, para que os outros colegas tivessem conhecimento do que estavam realizando na escola (Figura 11).

Figura 11 - Registro do momento da confecção dos murais para a socialização do conhecimento



Depois que todos os grupos terminaram os painéis e apresentaram para as outras turmas de segundo ano de Ensino Médio Regular, os murais foram colocados em exposição na forma de pôsteres nos corredores da escola para que os demais alunos e funcionários da 50 instituição pudessem ter acesso e conhecimento das atividades realizadas durante a semana na escola.

Os alunos que estavam presentes nesta aula responderam novamente o mesmo questionário aplicado durante a primeira aula, o pós-questionário (anexo I). Aqueles que se ausentaram, puderam responder esse questionário de forma on-line via e-mail ou WhatsApp, conforme achassem mais fácil.

4.2. PRÉ-QUESTIONÁRIO

O Pré-questionário, que se encontra no anexo A deste trabalho, foi aplicado durante a primeira aula da Sequência Didática com o objetivo de possibilitar a realização de um levantamento do conhecimento prévio dos alunos acerca do tema abordado na atividade investigativa que seria proposta posteriormente, a Microbiologia. Um total de 40 alunos respondeu à todas as questões contidas nesse pré-teste sem consulta e sem interferência do professor.

O Quadro 5 resume cada pergunta contida no questionário e o seu respectivo objetivo.

Quadro 5 - Questões contidas no questionário aplicado aos alunos acompanhadas dos objetivos de cada uma.

Questões		Objetivo
1	Você sabe o que são os microrganismos? () Sim () Não () Não tenho certeza	Observar a percepção dos estudantes sobre o próprio conhecimento sobre os microrganismos.
2	Marque o(s) ser(es) a seguir que você considera como sendo microrganismos. () Ácaros () Algas () Bactérias () Fungos () Protozoários () Vírus	Verificar se os participantes de fato compreendem o que são microrganismos em relação ao que responderam na Questão 1.
3	Microrganismos são sempre patogênicos? () Sim () Não () Não tenho certeza	Investigar se os estudantes participantes compreendem o papel positivo que muitos microrganismos apresentam.
4	Em geral a vida é melhor com ou sem os microrganismos? () Com () Sem () Não tenho certeza	Investigar se os estudantes reconhecem o papel importante dos microrganismos para a vida em diferentes ambientes.
5	Você sabe o que é um meio de cultura e para que ele serve? Explique com suas palavras. () Sim () Não () Não tenho certeza	Apurar o conhecimento que os participantes têm sobre meios de cultura por meio de questão objetiva seguida de discursiva.
6	Na sua opinião, o que é importante para o desenvolvimento de microrganismos? () Umidade () Aminoácidos () Carboidratos () Lipídeos () Vitaminas () Sujeira	Investigar se os alunos conhecem as substâncias que permitem o crescimento e proliferação de microrganismos.
7	Para você, há microrganismos em todos os lugares ou ambientes? Justifique sua resposta () Sim () Não () Não tenho certeza	Identificar se os alunos compreendem a existência e distribuição dos microrganismos por diferentes ambientes.
8	Todos os microrganismos são seres unicelulares? () Sim () Não () Não tenho certeza	Investigar se os alunos sabem identificar características mais específicas dos microrganismos.
9	Você sabe o que é microbiologia? () Sim () Não () Não tenho certeza	Verificar, a percepção dos estudantes sobre o próprio conhecimento acerca do que é microbiologia.
10	Se sua resposta na questão anterior foi Sim ou Não tenho certeza, explique o que é microbiologia para você.	Confrontar, por meio de resposta discursiva, o conhecimento de fato dos estudantes sobre a microbiologia em relação as respostas dadas na Questão 9.

4.3. PÓS-QUESTIONÁRIO

O pós-questionário, que se encontra no anexo I, foi aplicado durante a última aula da Sequência Didática (sexta aula) executada neste trabalho com o objetivo de se averiguar a eficácia da sequência utilizada e a sua contribuição para um aprendizado significativo do estudante.

Esse questionário também foi disponibilizado para ser respondido virtualmente, através do e-mail ou do WhatsApp, por aqueles alunos que optaram por não comparecer à última aula devido à insegurança com o aumento do número de casos de COVID-19 na cidade e no país. Apesar de as aulas presenciais ainda terem permanecido em andamento por duas semanas após o término da atividade proposta por este trabalho, alguns alunos se sentiram mais seguros ficando em casa antes que o Estado emitisse em nota oficial a suspensão das aulas.

Dessa forma, 26 alunos responderam ao questionário de forma presencial e 14 de forma eletrônica, via e-mail e WhatsApp. Sendo assim, foi conseguido que a mesma quantia de estudantes que responderam ao Pré-questionário no primeiro dia da aplicação da sequência investigativa, respondesse também ao Pós-questionário. Isso permitiu uma comparação mais eficaz dos dados.

As perguntas contidas no Pós-questionário são semelhantes às do Pré-questionário, tendo, portanto, os mesmos objetivos. Há uma pequena alteração ao final com o acréscimo de duas perguntas, as quais visaram medir quali-quantitativamente o interesse e a satisfação dos alunos com a atividade realizada através da escala Likert. Em uma dessas perguntas é disponibilizado um espaço para que o aluno, caso deseje, relate o que achou e como se sentiu realizando essa atividade, podendo também escrever suas sugestões e opiniões; e em outra, o aluno deveria selecionar o seu grau de satisfação com a atividade em uma escala de um a dez (sendo 1 pouco e 10 muito).

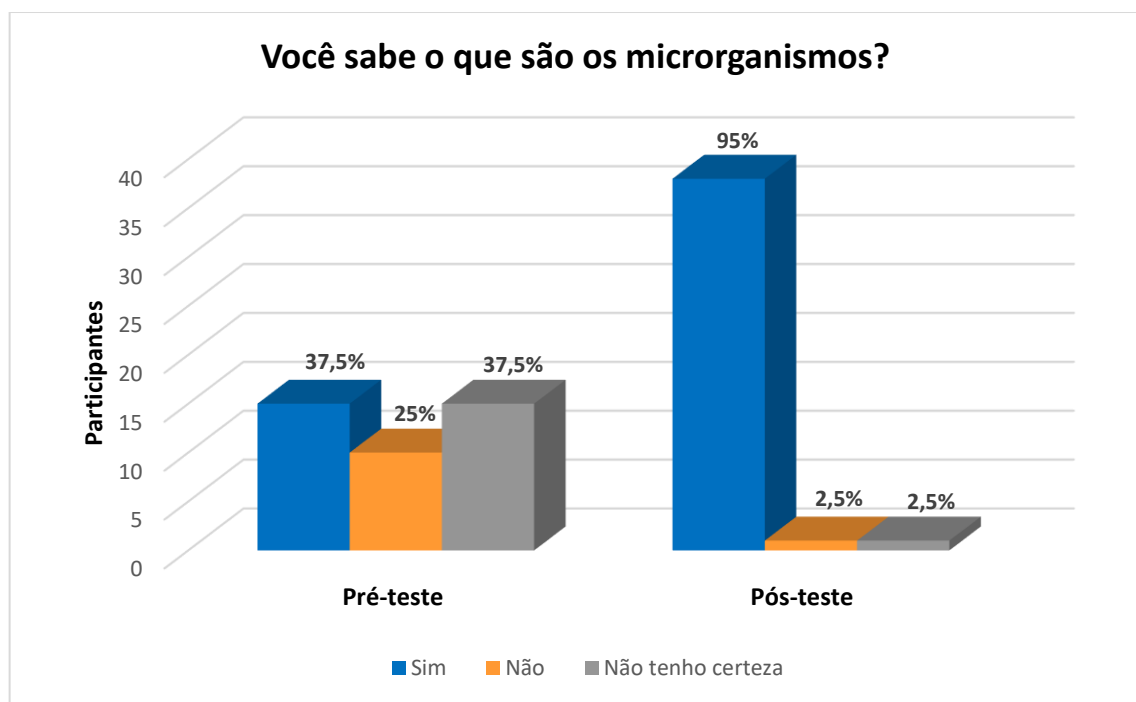
4.4. ANÁLISE QUALI-QUANTITATIVA DOS QUESTIONÁRIOS

Tanto o questionário aplicado no início da atividade quanto o aplicado após a Sequência Didática tiveram a participação dos 40 alunos do segundo ano do ensino médio regular matutino. Os resultados das respostas de cada questão encontram-se organizados abaixo em gráficos comparativos.

4.4.1. Questão 1 – “Você sabe o que são os microrganismos?”

Para esta questão, os alunos poderiam selecionar apenas uma de um total de três opções: saber ou não o que é um microrganismo ou não ter certeza da resposta para esta pergunta. Os resultados desta questão no pré e pós-questionários encontram-se resumidos na Figura 12.

Figura 12 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 1 no Pré- e pós-questionários



No questionário aplicado antes do início das atividades, 37,5% (15 estudantes) afirmaram saber o que são microrganismos enquanto 25% (10 estudantes) não sabiam e 37,5% (15 estudantes) não souberam afirmar.

Já no questionário aplicado após a Sequência Didática, as respostas dadas pelos alunos evidenciaram um resultado positivo na percepção dos estudantes sobre o próprio conhecimento, pois a porcentagem de estudantes que afirmaram saber do que se tratam os microrganismos subiu de 37,5% (15 estudantes) para 95% (38 estudantes), quase a totalidade dos discentes que participaram da pesquisa, um ganho de quase 60%. Ou seja, após participarem das atividades propostas, apenas dois estudantes (5% dos alunos) afirmaram não saber a resposta ou não ter certeza, o que representa um índice extremamente baixo quando comparado ao total de participantes.

Este resultado foi considerado muito positivo. Ele indica que a forma como esse assunto foi abordado durante o desenvolvimento da Sequência Didática de caráter investigativo contribuiu positivamente para a consolidação do conhecimento dos estudantes sobre o que são microrganismos.

É importante ressaltar que, no Currículo Básico Comum (CBC) de Ciências, seguido pelas escolas de todo o Estado de Minas Gerais durante muitos anos como base para o planejamento e escolha dos temas abordados durante o ano de cada seguimento, em um dos seus eixos temáticos, mais precisamente o “Eixo Temático I – Ambiente e Vida”, “Tema 4: Decomposição de Materiais”, encontram-se como tópicos a serem trabalhados pelos docentes durante o período do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental I: “A ação de microrganismos na produção de alimentos e na reciclagem de nutrientes” relacionando aos fatores “presença de ar, luz, calor e umidade com o desenvolvimento de microrganismos, e a ação dos microrganismos com transformações dos alimentos, como produção de pães, coalhadas, iogurte, queijos”; também a “relação do lixo com o papel dos microrganismos”; e a discussão sobre “o problema do lixo nas sociedades modernas” e suas alternativas. Sendo assim, o esperado era que os alunos participantes da atividade proposta por este trabalho, cursando o segundo ano do Ensino Médio Regular, tivessem confiança sobre o próprio conhecimento sobre o tópico de Microbiologia por já terem, teoricamente, tido contato com esse conteúdo alguns anos antes em pelo menos duas oportunidades da vida escolar. Porém, isso não foi constatado. Isso pode decorrer da precariedade e ineficácia do modelo tradicional de ensino que, por priorizar uma abordagem tradicional e extremamente formal dos conceitos em detrimento de abordagens investigativas, contextualizadas e instigadoras, pode dificultar a

ocorrência de um processo de ensino/aprendizagem efetivo gerando deficiências e lacunas no conhecimento dos estudantes.

De acordo com estudos realizados por Oliveira (2013), áreas do conhecimento que exigem maior nível de abstração costumam ser relatadas como a principal dificuldade da maioria dos discentes. Sendo a Microbiologia uma área extremamente abstrata e ainda com o agravante de se ter grande dificuldade de visualização dos microrganismos devido à falta de equipamentos próprios nas escolas públicas de forma geral, fica clara a necessidade de os professores buscarem práticas pedagógicas alternativas que não necessitem de materiais de laboratório com preço elevado ou espaços adaptados para o ensino desse conteúdo durante a vida escolar do aluno.

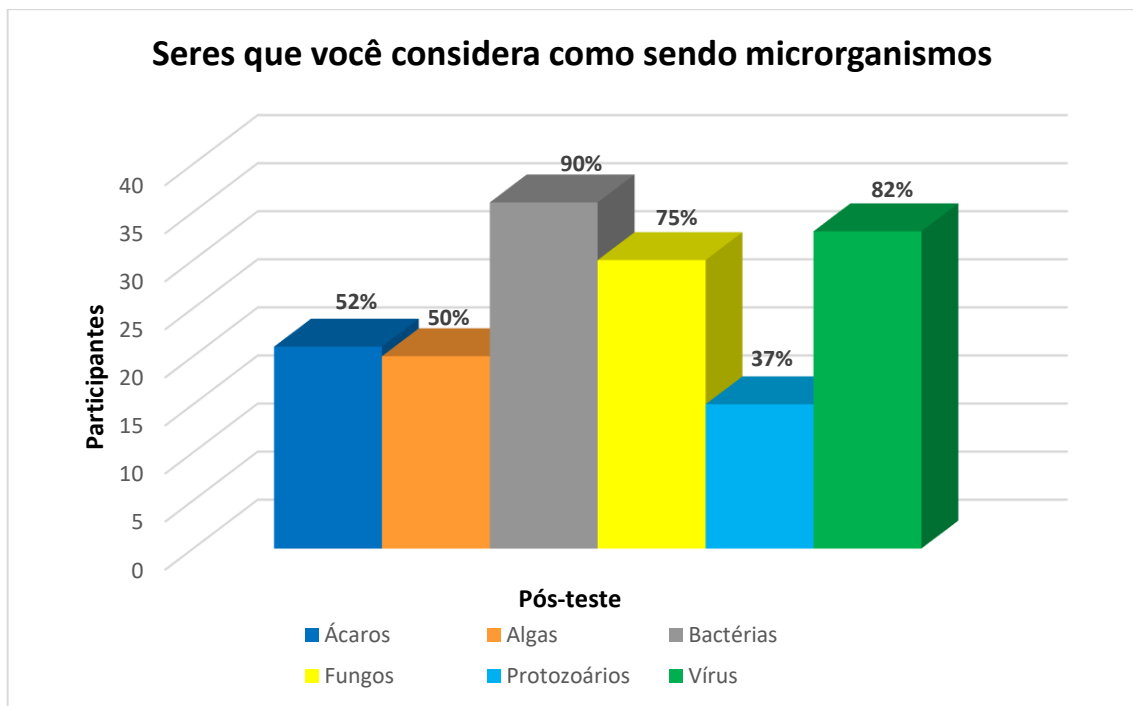
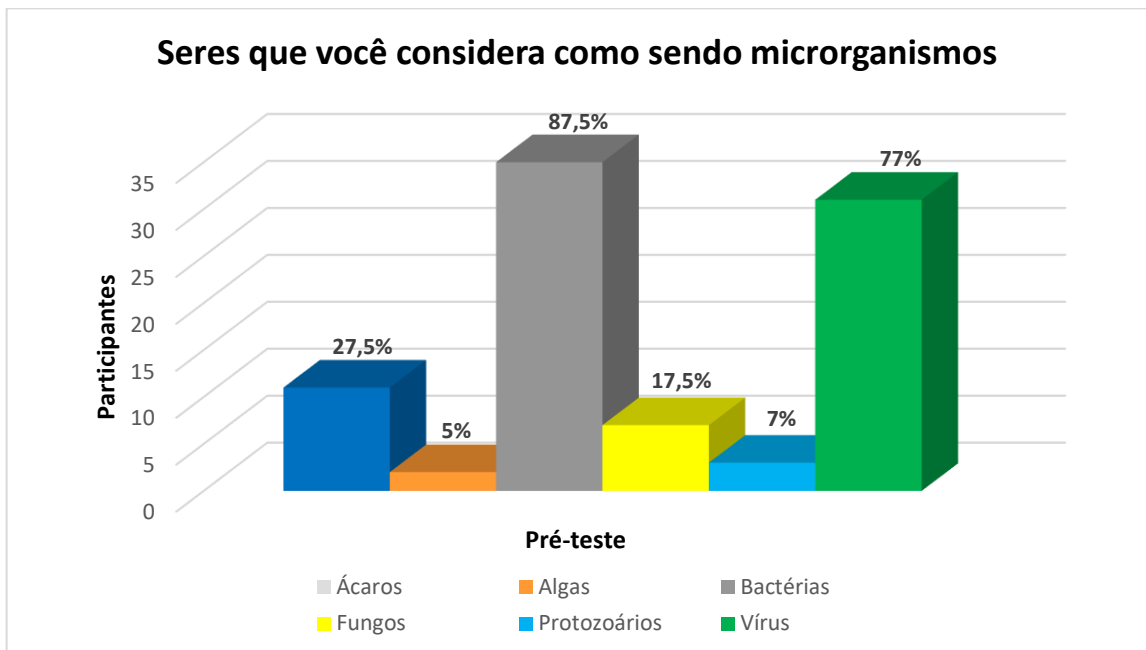
4.4.2. Questão 2 – “Marque o(s) ser(es) a seguir que você considera como sendo microrganismos.”

Esta questão foi direcionada à identificação dos microrganismos pelos alunos. Nela, os discentes poderiam marcar, ao mesmo tempo, desde que considerassem que mais de uma alternativa se adequava à resposta da questão, uma ou mais das seguintes opções fornecidas: ácaros, algas, bactérias, fungos, protozoários e vírus.

O objetivo principal dessa questão foi verificar se, ao escolher os seres vivos listados, os participantes tinham o entendimento correto sobre a resposta que optaram por escolher na pergunta anterior (Questão 1) sobre saber ou não o que são microrganismos.

Como pode-se observar na Figura 13, no pré-teste houve uma predominância de escolha pelas bactérias, 87,5% (35 estudantes) e pelos vírus, 77% (31 estudantes), seguido pelos ácaros 27,5% (11 estudantes), e fungos 17,5% (7 estudantes).

Figura 13 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 2 no Pré-questionário (Painel A) e no Pós-questionário (Painel B).



A razão pela qual os alunos, em sua grande maioria, escolheram os vírus e as bactérias como exemplos de microrganismos deixando outros seres vivos que estavam entre as opções de resposta de lado, pode ser devido ao fato de na mídia ser recorrente as informações a respeito de infecções virais ou bacterianas. A atual pandemia do COVID-19 que, desde o

início de 2020, tem sido abordada com cada vez mais frequência na televisão e na internet, tornando-se recorrente em redes sociais, pode ter influenciado, também, no conhecimento prévio dos alunos ao diferenciarem vírus de bactérias.

Todavia, durante a aplicação do questionário, houve indagação entre os alunos sobre o que seria um protozoário e uma alga. Portanto, uma das possíveis razões que fizeram os Protozoários e as Algas serem os seres vivos escolhidos menos vezes no Pré-questionário, 7% (três estudantes) e 5% (dois estudantes) respectivamente, pode ser o fato de os estudantes desconhecerem esses dois grupos de organismos, de forma que preferiram não os escolher como microrganismo.

Depois que a Sequência Didática proposta foi realizada com os alunos, pôde-se observar nas respostas do pós-questionário que o conceito de microrganismo da turma em geral se ampliou de forma bem expressiva. Bactérias e vírus ainda continuaram ocupando as posições principais das respostas, representando a maior quantidade na escolha dos discentes, 90% (36 estudantes) e 82% (33 estudantes), respectivamente. Porém, as algas e os protozoários que se encontravam com um índice baixo de respostas no Pré-questionário, 5% (2 estudantes) e 7% (3 estudantes), respectivamente, no Pós-questionário apresentaram resultados mais positivos de 50% (20 estudantes) e 37% (15 estudantes), um aumento consideravelmente expressivo.

No entanto, uma pequena quantidade de estudantes, mesmo após a aplicação de todas as atividades propostas, continuou desconsiderando nas suas respostas os protozoários e as algas como representantes de microrganismos. Isto demonstra que uma parcela da turma ainda permaneceu com dúvidas com relação a esta questão mesmo após terem discutido o assunto e terem sido instigados a procurarem imagens na internet para conhecerem mais sobre esses seres.

Com relação às algas, as dúvidas geradas entre os alunos podem ter sido provenientes de durante a pesquisa na internet os alunos terem encontrado fotos de algas microscópicas, deixando, portanto, de lado o fato de que existem microrganismos nesse grupo de seres também.

Apesar disso, no geral, quando realizamos comparações pareadas das respostas dadas pelos estudantes na Questão 1 com as escolhas realizadas na Questão 2, observamos que a atividade contribuiu expressivamente para que os alunos desmistificassem a ideia de que apenas bactérias e vírus estão no grupo de microrganismos, incorporando um conceito mais abrangente a esse termo.

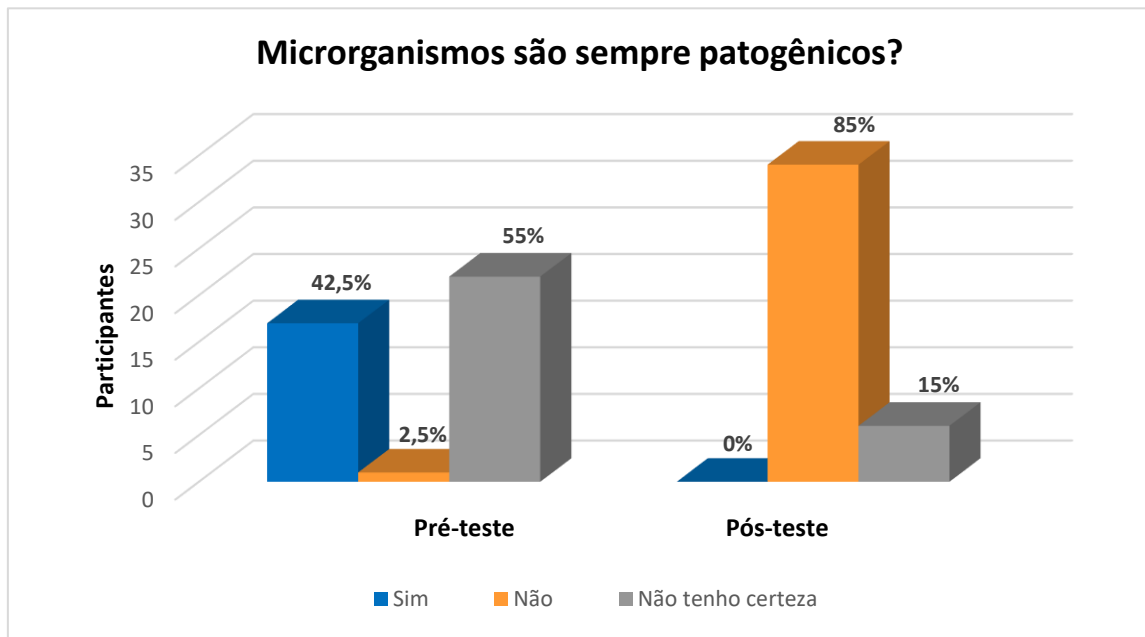
De fato, ao realizar pesquisas com alunos do Ensino Fundamental, Zompero (2009) relata que houve também dificuldades na identificação de microrganismos devido a correlações equivocadas com a vida cotidiana. No presente estudo deste TCM, constatou-se as mesmas dificuldades, conforme pode-se observar nos resultados do gráfico da Figura 13. Houve dificuldades entre os alunos, a princípio, para fazerem a identificação de quão abrangente o termo microrganismo pode ser.

4.4.3. Questão 3 – “*Microrganismos são sempre patogênicos?*”

Na Questão de número 3, os alunos foram convidados a avaliar se os microrganismos seriam sempre patogênicos. Nessa questão os estudantes puderam selecionar apenas uma das três opções fornecidas como alternativas de resposta: sim, não, ou não tenho certeza da resposta.

Pode-se observar, de acordo com o gráfico das respostas à essa pergunta, representado na Figura 14, que os alunos ficaram bastante divididos entre afirmar que os microrganismos são sempre patogênicos e não ter certeza da resposta. Um total de 17 estudantes (42,5%) afirmou que esses organismos sempre são patogênicos, já mais da metade dos alunos (22 estudantes, 55%) preferiu não opinar com certeza sobre o assunto. Apenas um estudante (2,5%) afirmou que nem todos os microrganismos são patogênicos.

Figura 14 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 3 no Pré- e Pós-questionários



Os resultados observados no Pré-questionário corroboram com resultados de outros pesquisadores que também mostram que a grande maioria dos estudantes apresenta uma visão distorcida sobre microrganismos por associá-los apenas aos agentes causadores de doenças, esquecendo-se que existem muitos seres microscópicos que são essenciais para a manutenção da vida no planeta, incluindo para os seres humanos. É o caso dos estudos realizados por Oliveira (2014) com alunos do Ensino Médio Regular onde, diante dos resultados apresentados com questionários, notou-se a grande dificuldade que os alunos sentem no entendimento sobre o papel dos microrganismos na vida do planeta. Similarmente, resultados dos estudos de Moresco (2017), com alunos das séries finais do Ensino Fundamental II, também corroboram com tais constatações.

Há que considerar que a própria escola pode ser um fator consolidador desse entendimento majoritário da patogenicidade associada aos microrganismos, visto que o foco quando se estuda Microbiologia nas escolas é, geralmente, naqueles microrganismos que causam doenças (patogênicos). Isso pode fazer com que os estudantes acabem por desconhecer a real importância da maioria dos seres desse grupo que desempenham atividades biológicas de grande importância para o equilíbrio dos ecossistemas (Oliveira, 2014).

Curiosamente, no gráfico comparativo das respostas dos Pré e Pós-questionários, representados na Figura 14, pode-se observar que a ideia inicialmente expressa dos alunos no

Pré-questionário de que os microrganismos são sempre causadores de doenças foi superada pelo conhecimento de que existem seres microscópios de extrema importância para a vida, uma vez que nenhum aluno escolheu a alternativa de que os microrganismos são sempre patogênicos no segundo questionário aplicado. De fato, 34 estudantes (85%) afirmaram que nem sempre tais seres causam doenças (um aumento de 82,5%), enquanto apenas seis estudantes (15%) permaneceram com dúvidas e marcaram a opção “não tenho certeza da resposta”.

Tais resultados obtidos como resposta à essa questão estão de acordo com estudos feitos anteriormente e indicam que o uso de metodologias ativas e de cunho investigativo no ensino pode ser um fator que contribui para a reformulação de concepções errôneas e o favorecimento de uma aprendizagem mais coerente com os conhecimentos científicos (Moresco, 2017).

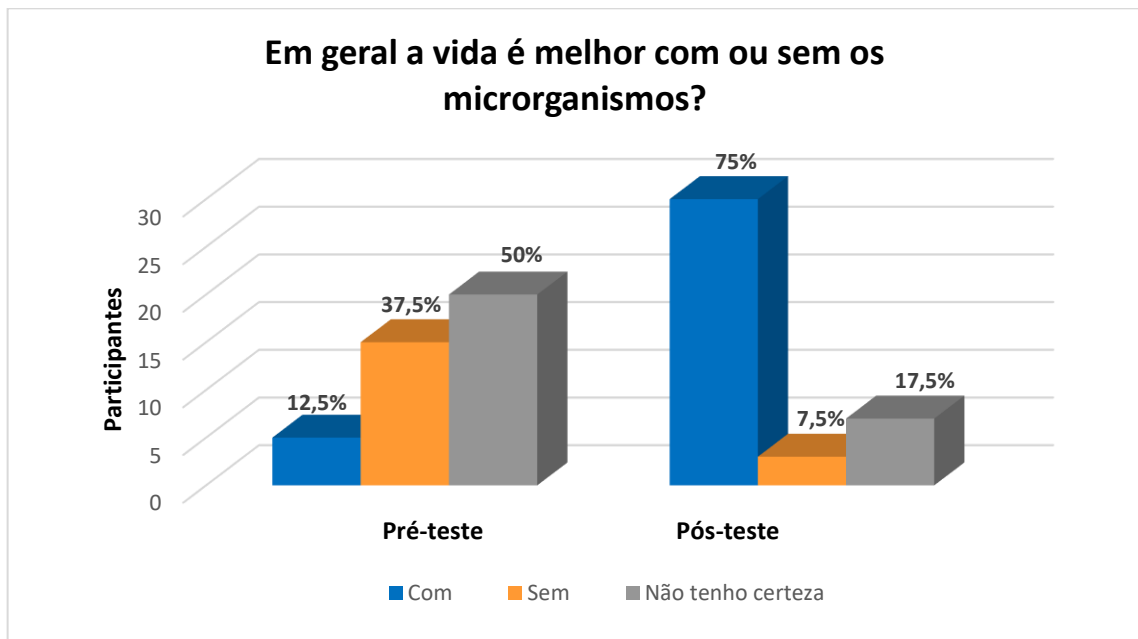
Comparando-se os resultados referentes às respostas dadas pelos alunos em relação à Questão 3 nos Pré e Pós-questionários da Figura 14, pode-se perceber que os participantes, após a atividade investigativa passaram a compreender melhor o papel positivo que os microrganismos podem desempenhar.

4.4.4. Questão 4 – “Em geral a vida é melhor com ou sem os microrganismos?”

Na Questão 4, os alunos avaliaram como seria a vida na presença e na ausência de microrganismos, e puderam escolher entre as três opções oferecidas: a vida é melhor com ou sem os microrganismos, ou não tenho certeza da resposta. Nesta questão, havia ainda um campo para que o aluno justificasse a sua resposta caso achasse apropriado e se sentisse à vontade para fazer isto.

No gráfico do Pré-questionário, representado na Figura 15, observa-se que os alunos ficaram muito inseguros ao responder essa pergunta, uma vez que 20 estudantes (50%) selecionaram a opção não tenho certeza como resposta. Um total de 15 estudantes (37,5%) afirmou que a vida seria melhor sem a existência de microrganismos e apenas 5 estudantes (12,5%) escolheram a alternativa que dizia que a vida seria melhor com a presença de tais seres vivos.

Figura 15 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 4 no Pré- e Pós-questionários



A quantidade expressiva de estudantes que optaram por dizer que seria melhor a vida se os microrganismos não existissem evidencia, mais uma vez, que há um conceito já enraizado na mente dos alunos de que microrganismos são prejudiciais, fazendo uma associação errônea apenas com seres patogênicos.

Todos os 40 alunos participantes optaram por escrever justificativas no campo opcional que constava abaixo da questão. A principal justificativa presente entre os alunos que afirmaram não ter certeza se a vida seria melhor com a presença ou ausência desses seres, foi a de que não sabiam ao certo o que eram microrganismos e, portanto, não saberiam responder à questão. Já entre aqueles que afirmaram que a vida seria melhor sem os microrganismos, na justificativa estava sempre presente a ideia de que microrganismos são prejudiciais e a constante associação deles com doenças e problemas causados aos seres humanos. Houve inclusive alguns erros conceituais. Sete alunos afirmaram, durante a elaboração da justificativa, que microrganismos, como lombrigas, causavam parasitoses, confundindo claramente helmintos intestinais com microrganismos.

A educação não ocorre exclusivamente no âmbito escolar, ela acontece também no espaço fora da escola, independente do espaço formal, pois, onde há interação há aprendizagem (Dewey, 2010). Dessa forma, o conhecimento prévio dos estudantes, vindo da

sua interação contínua com jornais, revistas, televisão, e até mesmo do convívio do dia a dia com pessoas mais experientes como os seus pais e avós, pode resultar em uma ideia equivocada que se distancia de o conhecimento científico a respeito dos microrganismos serem sempre patogênicos, causando diversos malefícios à saúde humana, conforme foi demonstrado nas respostas dos alunos ao Pré-questionário.

Para esta mesma questão no Pós-questionário, houve uma redução de 20 estudantes (50%) para sete estudantes (17,5%) entre aqueles que escolheram a opção “não tenho certeza”. Isto demonstra uma maior confiança em responder ao questionário após a aplicação das aulas propostas e discussão das dúvidas entre os colegas, indicando que a interação durante as aulas da Sequência Didática proporcionou uma compreensão melhor do tema abordado.

Entre os alunos que afirmavam que a vida seria melhor sem os microrganismos, o número de estudantes diminuiu de 15 (37,5%) para três (7,5%). E, enquanto no Pré-questionário apenas cinco estudantes (12,5%) afirmavam que os microrganismos eram importantes para a vida, no Pós-questionário esse número saltou para 30 estudantes (75%), um resultado estatisticamente bem positivo.

Houve justificativas coerentes no espaço apropriado da Questão 4 no Pós-questionário, que realmente comprovam o melhor entendimento dos estudantes sobre o tema, tais como a afirmação de que existem microrganismos que são a base da cadeia alimentar. Tal afirmação indica a capacidade de identificação da existência de pequenas algas oceânicas, tema que surgiu durante os debates em sala antes do Pós-questionário. Para auxiliar na discussão deste assunto, foi sugerido que os alunos realizassem pesquisas, utilizando a internet.

Outras justificativas presentes no questionário que corroboram com a conclusão de que houve um aumento de conhecimento por parte dos discentes foram: “apesar de causarem doenças muitos são necessários e ajudam”, “são fundamentais para a vida”, “importantes para o equilíbrio ecológico”, “vivem dentro do nosso corpo de forma equilibrada”. Os estudantes foram capazes de, no geral, identificar nas suas justificativas particularidades de seres microscópicos que são essenciais à vida tornando extremamente importante a existência deles.

O objetivo inicial da Questão 4 foi investigar se os estudantes reconheciam o papel importante dos microrganismos em diferentes ambientes. Constatou-se com o Pré-questionário que havia uma grande dificuldade entre os alunos em perceber a importância dos microrganismos para a vida no planeta. Com a comparação dos resultados das respostas dos Pré e Pós-questionários, conforme observa-se na Figura 15, pode-se observar que o conceito

dos alunos sobre essa questão foi reformulado e esse conhecimento foi positivamente consolidado.

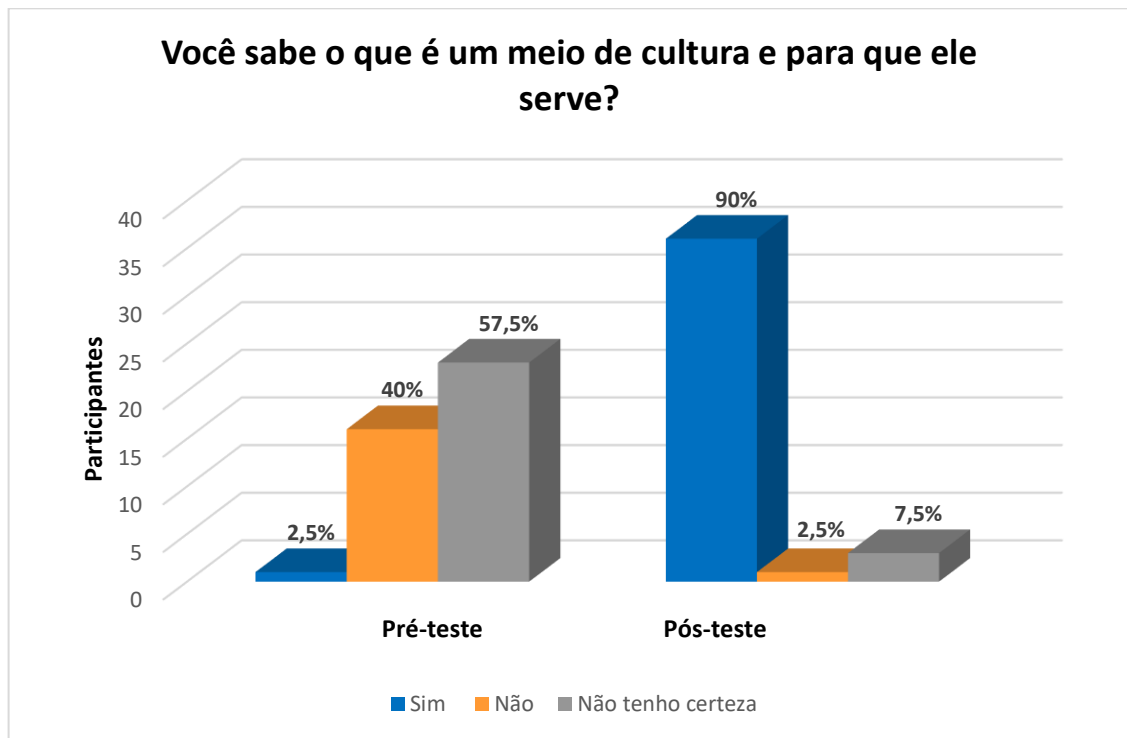
Segundo Dewey (2010), o aprendizado se torna mais significativo quando está fundamentado em experiências vividas. Desta forma, a atividade prática, ao permitir que os alunos observassem os microrganismos do próprio ambiente do seu dia a dia crescerem, permitiu que a aprendizagem se tornasse mais significativa, e, portanto, mais eficaz.

4.4.5. Questão 5 – *“Você sabe o que é um meio de cultura e para que ele serve?”*

Na Questão 5, o foco foi o conhecimento sobre meio de cultura e seu papel. Nesta questão foram apresentadas três opções para que os alunos pudessem optar por uma delas: saber ou não o que é um meio de cultura ou não ter certeza sobre a resposta. Havia, também, ao final da pergunta, um espaço para que o aluno justificasse a opção escolhida, caso assim desejasse. O objetivo deste espaço foi investigar se a escolha do estudante se deu de forma consistente ou aleatória.

No Pré-questionário, a grande maioria dos alunos ficou dividida entre não saber o que é um meio de cultura e não ter certeza da resposta. Um total de 16 estudantes (40%) afirmou não saber enquanto 23 estudantes (57,5%) selecionaram a opção não ter certeza da resposta. Apenas 2,5% (1 estudante) afirmou que sabia o que era um meio de cultura, porém no momento de justificar no espaço propício para isto, identificou de forma equivocada, argumentando que um meio de cultura era apenas o recipiente em que os seres vivos são cultivados (Figura 16).

Figura 16 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 5 no Pré- e Pós-questionários



Ao observar os resultados apresentados no gráfico da Figura 16 que compara as respostas dos Pré e Pós-questionários para a Questão 5, fica bem claro que o objetivo de que os alunos compreendessem mais sobre meios de cultura foi alcançado. No Pós-questionário, 36 estudantes (90%), ou seja 87,5% a mais que no Pré-questionário, responderam que sabiam o que era e para que servia um meio de cultura. Tais alunos justificaram no espaço apropriado para isto do questionário com conceitos corretos. As afirmativas são desde as mais simples até as mais complexas. Entre algumas justificativas utilizadas pelos estudantes, estão: “lugar propício para o crescimento e proliferação de bactérias”, “substância que faz o microrganismo se desenvolver e crescer para facilitar o estudo dele”, “alimento dos microrganismos”, “local que possui características e elementos essenciais e favoráveis para a proliferação dos microrganismos”, “produtos que fazem a bactéria se multiplicar para aparecer no microscópio”, “alimento das bactérias”.

Entre os alunos que não demonstraram conhecimento ou segurança sobre o papel do meio de cultura no pós-questionário, apenas um estudante (2,5%) afirmou não saber do que se tratava um meio de cultura e três estudantes (7,5%) disseram não ter certeza. Considerando que compreensão sobre meio de cultura e isolamento de microrganismo são conceitos de certa

forma mais avançados dentro da Microbiologia, essa é uma porcentagem de estudantes que não internalizaram estes conceitos é muito pequena quando comparada com os alunos que conseguiram assimilar e responder corretamente esta questão depois da prática investigativa aplicada.

Com esse resultado pode-se depreender que ao proporcionar maior liberdade e autonomia para que o aluno seja o protagonista do seu aprendizado, resultados positivos são alcançados.

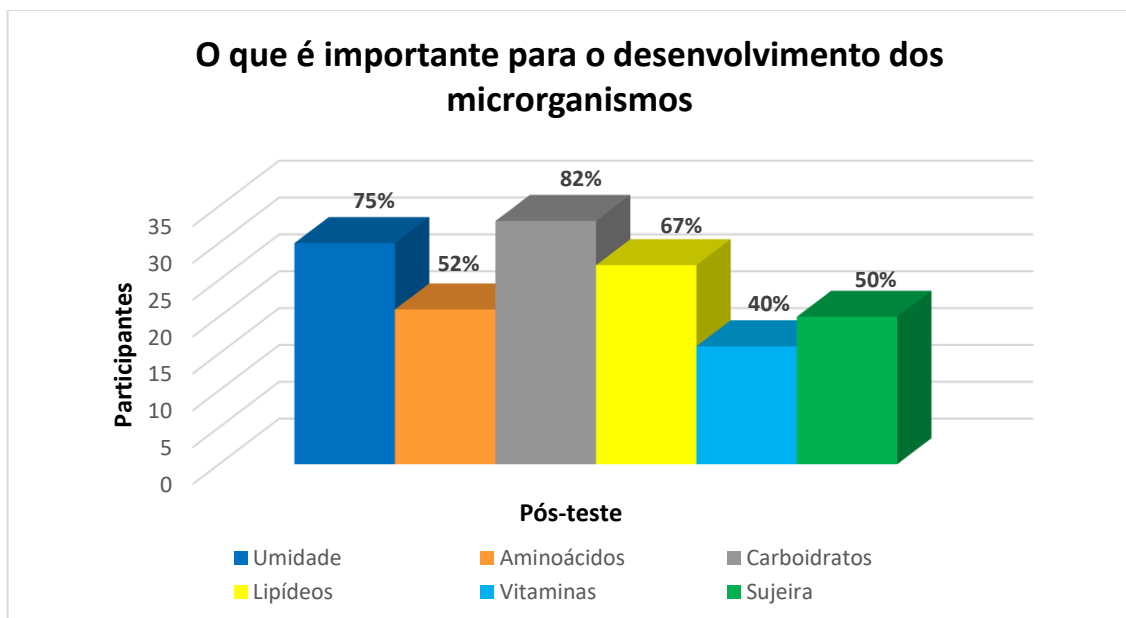
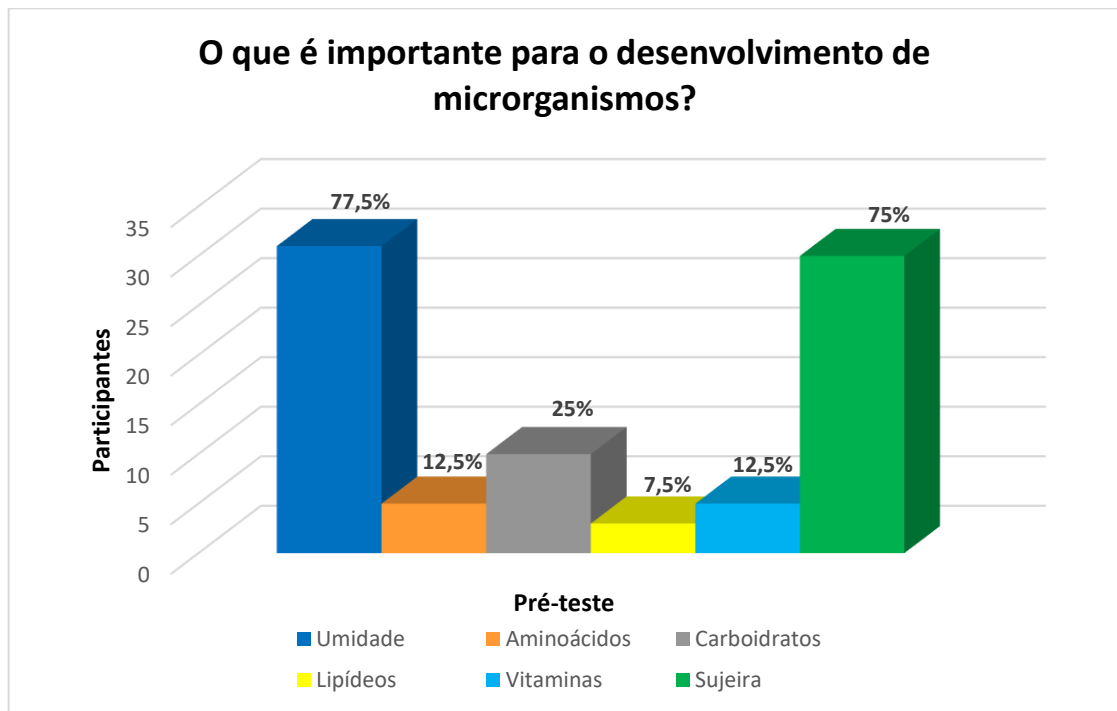
4.4.6. Questão 6 – *“Na sua opinião, o que é importante para o desenvolvimento de microrganismos?”*

Para abordar a questão de nutrientes e condições ambientais necessários ao crescimento e proliferação de microrganismos, na Questão 6, os alunos deveriam escolher entre as seis opções disponibilizadas: umidade, aminoácidos, carboidratos, lipídeos, vitaminas e sujeira, podendo optar por mais de uma ao mesmo tempo caso achassem apropriado.

No questionário aplicado antes da realização das atividades, pôde-se observar que a grande maioria dos estudantes, dentro da mesma linha de raciocínio de associar microrganismos principalmente a patógenos, doenças e sujeira, desconhecia o conjunto de nutrientes necessários para o desenvolvimento de um microrganismo, uma vez que, 31 estudantes (77,5%) escolheram a umidade e 30 estudantes (75%) escolheram a sujeira como as principais condições necessárias para o desenvolvimento de microrganismos. As outras quatro opções tiveram relativamente baixa adesão, sendo que o menos escolhido foi lipídio, com 7,5% (3 estudantes) das respostas. Um total de 10 estudantes (25%) selecionou também o carboidrato como um item importante para promover o crescimento de microrganismos, cinco estudantes (12,5%) escolheram aminoácidos e cinco estudantes (12,5%) vitaminas (Figura 17A).

Observando-se o gráfico das respostas à essa pergunta do pós-questionário na Figura 17B, nota-se que houve um maior alinhamento entre as escolhas feitas pelos alunos, sem diferenças muito discrepantes entre as opções, pois, todas as alternativas tiveram, relativamente, quase a mesma quantidade de votos.

Figura 17 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 6 do Pré-questionário (Painel A) e do Pós-questionário (Painel B).



Apesar de já ter ocorrido todas as atividades investigativas, metade dos estudantes participante do projeto na escola (20 estudantes, 50%) mantiveram a escolha da sujeira como condição importante para o desenvolvimento de microrganismos. A umidade também ainda

foi bastante escolhida (30 estudantes, 75%). Apesar de não terem necessariamente escolhido um ambiente úmido para armazenar as placas de cultura produzidas por eles, mas apenas um ambiente que fosse bastante quente, ao acrescentar água no meio de cultura preparado os estudantes podem ter feito a associação da presença do líquido com o desenvolvimento dos microrganismos.

A porcentagem de alunos que escolheram o carboidrato como uma substância importante para o crescimento de microrganismos aumentou significativamente de 10 (25%) para 33 (82%) estudantes quando se compara o questionário anterior com o posterior. A porcentagem escolhida de lipídeos também aumentou significativamente, de três (7,5%) para 27 (67%) estudantes, assim como também a de aminoácidos que aumentou de cinco (12,5%) para 21 (52%) estudantes, e de vitaminas que foi de cinco (12,5%) para 16 (40%) estudantes triplicando a quantidade.

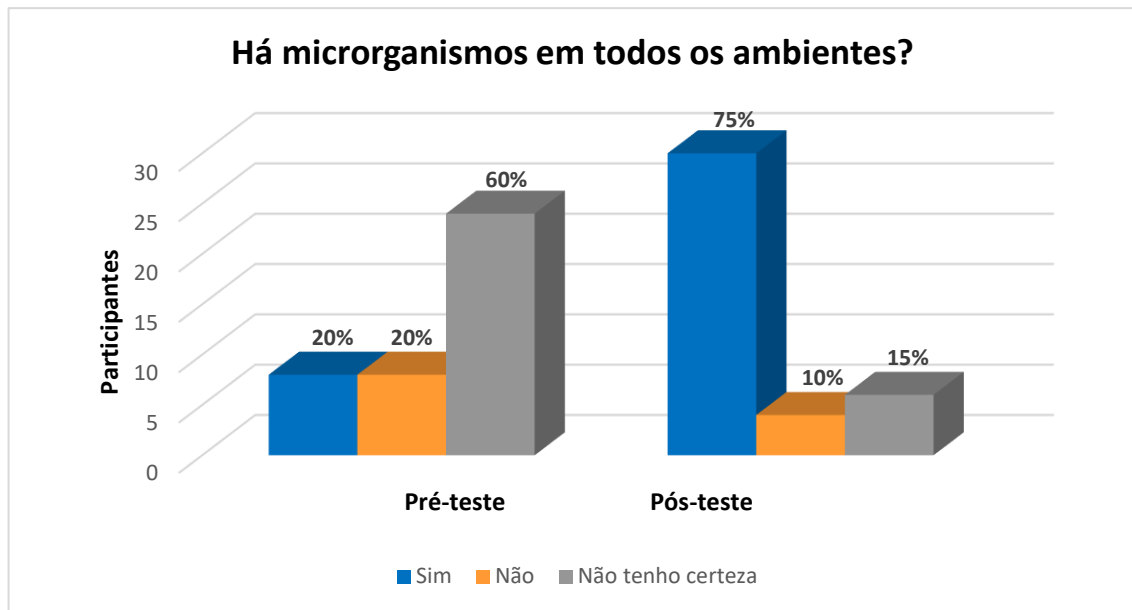
Essa melhor compreensão da composição de um ambiente para que haja a multiplicação dos microrganismos foi adquirida durante as atividades práticas onde os alunos puderam, pela primeira vez, ter contato com componentes laboratoriais de meio de cultura e fabricarem, com elementos da cozinha utilizados no seu cotidiano, o seu próprio meio de cultura.

4.4.7. Questão 7 – “Há microrganismos em todos os ambientes?”

A compreensão dos estudantes sobre a dispersão de microrganismos em diferentes ambientes foi investigada na Questão 7. Dentre as três alternativas contidas nesta questão, os alunos poderiam escolher apenas uma: afirmar que os microrganismos estão presentes ou não em todos os ambientes ou não ter certeza da resposta. Abaixo desta questão também foi deixado um espaço para que os estudantes expressassem suas opiniões a respeito da resposta escolhida e sua visão sobre os microrganismos.

No Pré-questionário, aplicado aos discentes durante a primeira aula, 24 estudantes (60%) não souberam afirmar se os microrganismos poderiam ser encontrados em todos os ambientes ou não. O restante dos alunos ficou dividido entre afirmar que todos os ambientes possuíam microrganismos (oito estudantes, 20%) e que nem todos os lugares possuem tais seres, (oito estudantes, 20%) (Figura 18).

Figura 18 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 7 no Pré-Pós-questionários



Entre os oito estudantes que responderam que os microrganismos se encontram em todos os lugares, a justificativa predominante foi a de que, na opinião deles, não existia nenhum lugar que pudesse ser limpo o suficiente para matar todo e qualquer ser vivo, principalmente aqueles que não vemos. Entre os outros oito estudantes que afirmaram que não existem microrganismos em todos os ambientes, algumas das justificativas foram as seguintes: “o ar, por exemplo, é um lugar que não existe microrganismo porque eu não consigo ver nenhum”, “em lugares limpos não existem microrganismos, como por exemplo a mesa depois que a gente passa detergente, ou a mão depois que a gente lava”. Já a justificativa da maioria dos 24 estudantes que afirmaram não ter certeza sobre a resposta dessa pergunta, a mais comum foi a de que não sabiam o que era um microrganismo e, portanto, não poderiam afirmar nada sobre isso.

Estudos realizados por Moresco (2017) tiveram resultado similar para a questão dos ambientes em que se poderiam encontrar microrganismos. Os estudantes costumam associar ambientes aparentemente limpos à “esterilidade”, o que denota uma confusão na compreensão de conceitos que são rotineiramente utilizados no cotidiano como limpeza, com desinfecção e esterilidade.

Após a realização da Sequência Didática, pôde-se observar que os resultados do Pós-questionário foram positivos quando comparados aos do Pré-questionário. Um total de 30

estudantes (75%) passou a afirmar que existem microrganismos em todos os ambientes, colocando corretamente como observação no espaço apropriado para a justificativa que, “apesar de existirem em todos os lugares, era possível fazer a esterilização de um ambiente se desejado”. O número de alunos que tiveram receio de se posicionar diminuiu bastante, de 24 estudantes (60%) no Pré-questionário para seis estudantes (15%) no Pós-questionário. A porcentagem de alunos que não acham que existem microrganismos em todos os ambientes também caiu para a metade, passando de oito (20 %) para quatro (10%) estudantes.

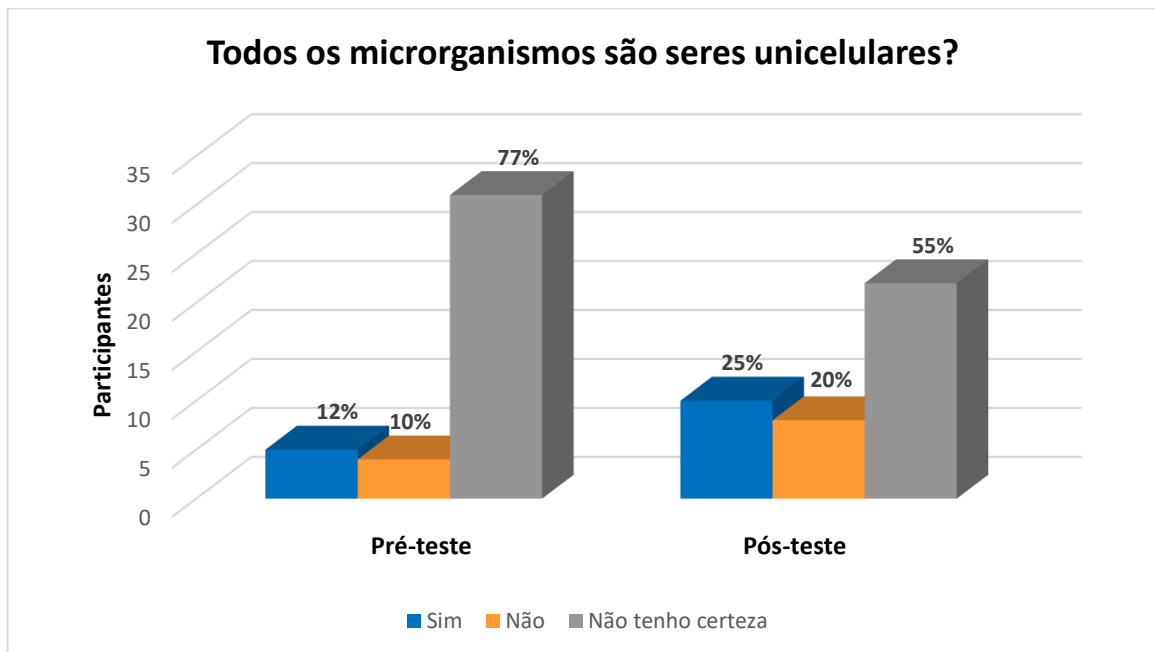
Durante o preenchimento do Pré-questionário, alguns comentários dos alunos em relação à questão da presença de organismos em locais inóspitos foram muito interessantes. Um dos estudantes indagou se no Polo Norte haveria bactérias, já que é muito frio. Esta indagação abriu espaço para outros estudantes perguntarem sobre vulcões e outros ambientes extremos gerando uma discussão bem produtiva e esclarecedora para os alunos.

4.4.8. Questão 8 – “*Todos os microrganismos são seres unicelulares?*”

Aspectos morfológicos dos microrganismos foram abordados na Questão 8. Nesta questão, os alunos tiveram a oportunidade de escolher uma dentre três opções: os microrganismos são ou não unicelulares ou não tenho certeza da resposta.

Comparando-se os gráficos resultantes das análises dos Pré e Pós-questionários, pode-se observar que os alunos, mesmo após a realização da Sequência Didática, ainda permaneceram com dúvidas, optando por selecionar a alternativa “não tenho certeza”. No Pré-questionário 31 estudantes (77%) escolherem essa alternativa, enquanto no Pós-questionário 22 estudantes (55%) fizeram essa opção. Este é um número bem expressivo, tendo em vista o total de alunos participantes da pesquisa (Figura 19).

Figura 19 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 8 no Pré- e Pós-questionários



A quantidade de discentes que se posicionou entre as alternativas que afirmavam que os microrganismos são ou não unicelulares, dobrou do Pré- para o Pós-questionário. Enquanto um total de cinco estudantes (12%) no primeiro questionário e 10 estudantes (25%) no segundo questionário afirmaram que os microrganismos eram unicelulares, quatro estudantes (10%) no primeiro questionário e oito estudantes (20%) no segundo questionário, escolheram afirmar que não.

Esta dificuldade apresentada pelos alunos de se posicionarem quanto ao número de células dos seres, pode estar relacionada a uma defasagem na consolidação de conceitos de citologia, pois, durante a aplicação dos dois questionários eles fizeram perguntas repetidas sobre o que significa ser unicelular e o que é uma célula.

É relevante ressaltar que as atividades práticas trabalhadas neste projeto falharam em não permitir a verificação por parte dos estudantes da morfologia de muitos dos microrganismos estudados, atendo-se apenas à visualização ao microscópio óptico de algumas bactérias coradas pelo método de Gram. Esse pode ser um dos motivos que contribuíram para que o conceito uni e pluricelular permanecesse desconhecido para a maioria dos estudantes.

No entanto, um ponto importante a ser também considerado e que pode ser observado no resultado da maioria das perguntas do questionário, mas que aparece de forma mais

evidente nesta questão, é a quantidade de alunos que optam por escolher a opção “não tenho certeza”. Isto reafirma a necessidade de se trabalhar com os alunos de forma que compreendam que o erro também faz parte do processo da construção do conhecimento para que não tenham medo de errar ao responder.

Como pode ser observado na Figura 19, os dados referentes à citologia dos microrganismos demonstram o receio dos estudantes em responderem a uma questão de forma errada, optando, sempre que possível, pela opção que não possuem certeza da resposta, uma vez que a porcentagem de estudantes que escolheram essa alternativa no Pré-, mas também no Pós-questionários foi bem expressiva.

De acordo com Vigotsky (2001) tanto os acertos quanto os erros são elementos integrantes do processo de construção do conhecimento, tendo o erro, uma função importante no desenvolvimento da inteligência humana. É possível que esse medo de errar possa ter sido construído no decorrer da vida do estudante, a partir dos métodos de avaliação aplicados na escola tradicional. De acordo com Aquino (1997, p. 104), “a avaliação tem função disciplinadora. É por meio dos processos avaliativos que é possível conhecer e controlar cada um dos alunos e, inclusive, catalogá-los de acordo com as competências esperadas”. Com essa prática, a escola acaba deixando de lado a importância da sala de aula em ser um espaço de produção de conhecimento e a avaliação apenas um de seus desdobramentos e os alunos acabam ficando com receio de cometer qualquer tipo de erro. Como o erro pode ser um método eficaz para construir a aprendizagem e a sua superação faz parte do processo de conhecer, é importante que alunos e professores passem a vê-lo como um acontecimento e não como um erro propriamente dito. Desta forma, é possível que ele sirva de ponto de partida para o avanço a partir do momento que ele é identificado e compreendido (Rocha e Junior, 2016).

Incentivar os alunos a se expressarem dando-lhes o direito de errar sem julgamentos e punições pode contribuir para o professor dinamizar melhor seu ensino e para o aluno aprender de maneira mais eficaz.

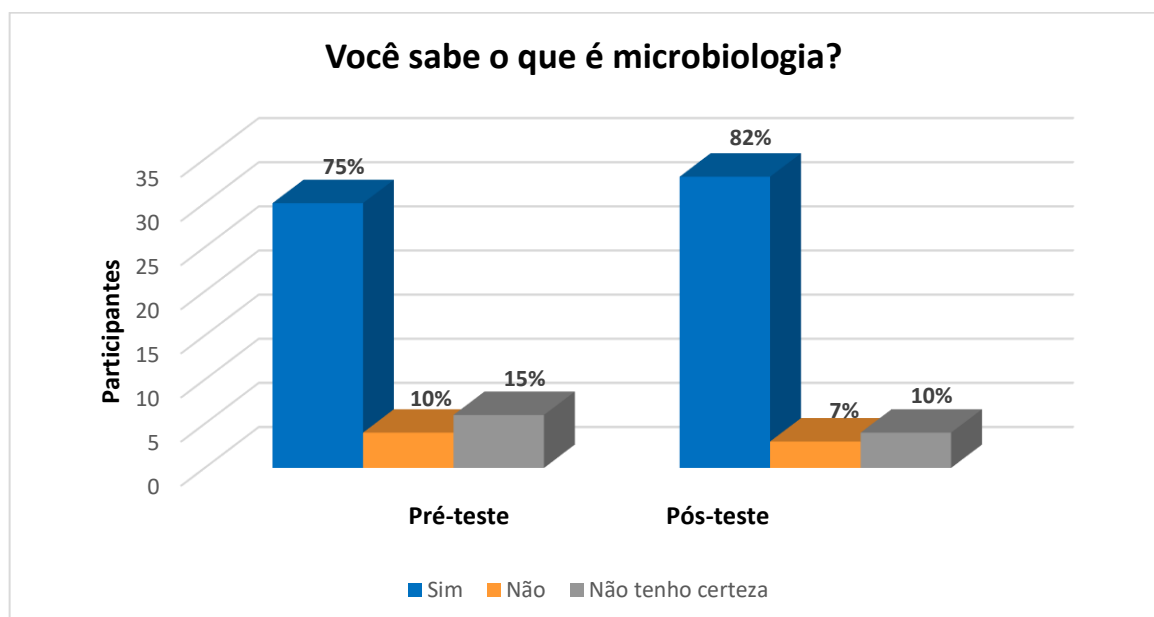
4.4.9. Questão 9 – “Você sabe o que é Microbiologia?”

Para além de questões inerente aos próprios microrganismos, o nível de conhecimento dos estudantes sobre o campo de estudo da Microbiologia foi também analisado. Na Questão 9, no tocante à Microbiologia, os alunos poderiam escolher uma dentre as seguintes opções: saber ou não o que é Microbiologia ou não ter certeza da resposta.

Ao se analisar os gráficos dos resultados para essa questão isoladamente na Figura 20, observa-se resultados similares tanto no Pré-questionário quanto no Pós-questionário. No questionário aplicado antes das atividades, 30 estudantes (75%) afirmaram conhecer o que é Microbiologia, enquanto quatro estudantes (10%) afirmaram que não. Seis estudantes (15%) escolheram a opção não ter certeza da resposta. Já no Pós-questionário, 33 estudantes (82%) afirmaram conhecer o que é Microbiologia e três estudantes (7%) não. Os quatro estudantes restantes (10%) afirmaram não ter certeza da resposta.

Essa quantidade expressiva de alunos que afirmaram ter conhecimento sobre o termo Microbiologia, mesmo antes das atividades investigativas, possivelmente advém do fato que a própria estrutura da palavra, já fornece uma ideia do que se trata o termo. E essa possibilidade foi mais investigada na próxima questão.

Figura 20 – Gráficos comparativos das respostas dadas à Questão de número 9 no Pré- e Pós-questionários



4.4.10. Questão 10 – “Explique o que é Microbiologia para você.”

Complementando a questão anterior, foi solicitado ainda que os estudantes explicassem o que seria Microbiologia no entendimento deles. Esta questão, discursiva, teve o intuito de confirmar se haveria coerência entre a opção escolhida na Questão 9 e a compreensão dos sobre o real significado de Microbiologia.

Como já descrito, no Pré-questionário, 30 estudantes (75%) já haviam afirmado saber o que significava esse termo, porém, algumas explicações destes mesmos alunos na Questão 10 demonstraram que os conceitos Microbiologia, para pelo menos parte dos estudantes estavam equivocados. Esses alunos deram respostas tais como “pesquisa pequena” e “pequeno estudo da vida”.

Já no Pós-questionário o número de estudantes que responderam saber o que é Microbiologia aumentou de forma bastante sutil (30 para 33 estudantes ou 82%), porém, as respostas na questão 10 tornaram-se mais adequadas, desde explicações mais simples, porém corretas, até explicações completas, tais como: “estuda microrganismos”, “estudo dos seres pequenos”, “estudo das pequenas coisas da Biologia” e “área da Biologia que estuda os microrganismos”.

Zompero (2009) relata a importância de que os alunos saibam o que é Microbiologia devido ao papel crucial dessa Ciência para a vida e equilíbrio de ecossistemas. Em seus estudos, ele ressalta ainda o papel essencial do docente em elaborar estratégias diversificadas para que a consolidação dos conhecimentos relativamente abstratos dentro da área da Microbiologia se dê de forma efetiva entre os discentes.

4.5. Análise da percepção dos estudantes sobre a Sequência Didática proposta

Para a análise da percepção dos estudantes sobre a Sequência Didática proposta, foram acrescentadas duas questões no Pós-questionário para que os alunos pudessem expressar o que acharam das atividades investigativas.

Uma delas pedia para que eles classificassem, em uma escala Likert de 1 a 10 a sua satisfação com as atividades desenvolvidas, sendo 1 para “não gostou nada” e 10 “gostou muito”. Todos os 40 alunos, sem exceção, optaram pelo 10. Como os questionários eram anônimos, pode-se depreender do valor destas respostas que os discentes realmente se interessaram e aprovaram a atividade por não precisarem ter receio de responder de forma negativa.

A aprovação que os alunos deram para a atividade se torna mais evidente com as respostas que deram à última pergunta do Pós-questionário. Nela, os alunos poderiam descrever, caso desejassem, o que acharam das atividades que foram aplicadas, dando sugestões ou fazendo considerações dos pontos negativos observados. Todos os 40 alunos participantes descreveram estar completamente satisfeitos com a Sequência Didática, sem reclamações ou sugestões negativas.

Um aluno descreveu a atividade como “muito boa e divertida”, enquanto outro disse ter sido uma “grande oportunidade”. Palavras como “incrível”, “inesquecível” e “importante” foram repetidamente utilizadas pelos alunos para descrever as aulas executadas durante o projeto na Sequência Didática.

Vários discentes disseram achar válida a Sequência Didática realizada por facilitar o entendimento e a compreensão do conteúdo de Biologia. Isto pode ser visto, por exemplo, na fala de um aluno: “A atividade mostrou muitas coisas que nunca tínhamos visto antes na escola. Foi demais, ficou bem mais fácil entender a microbiologia assim, amei ter participado. Amei ter visto as bactérias, despertou meu interesse pela Ciência e Biologia. Muita gratidão”.

A fala de um outro aluno, “essa atividade fez a gente se aproximar da professora”, ressalta a importância do vínculo do discente com o docente para a efetivação do processo de ensino/aprendizagem, como já enfatizado por Freire (1997). Esta aproximação, capaz de auxiliar no desenvolvimento do aluno como estudante, foi facilitada por meio da realização da Sequência Didática proposta neste trabalho.

Em uma das respostas, um aluno disse: “Ótimo jeito de fazer com que os alunos se interessem e aprendam mais porque estão interagindo o tempo todo com a matéria que está sendo ensinada. Aparecem muitas dúvidas e isso aumenta muito o interesse porque vocês tiveram disposição de não nos dar a resposta, mas fazer a gente descobrir sozinho! Dá muito mais trabalho, mas eu achei muito mais divertido! Amei mesmo!”. É interessante que esse é, de fato, o espírito buscado nas atividades investigativas e na Sequência Didática proposta, que encontra bases no trabalho desenvolvido pelo então professor de Bioquímica da Universidade

Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), o Leopoldo de Meis. E isso faz com que sejam levantadas questões importantes sobre a metodologia de ensino utilizada em sala de aula.

Outro aluno fez a seguinte afirmação: “Posso dizer que foi a atividade mais incrível e interessante de toda a minha vida aqui nessa escola. Obrigado por ter me proporcionado a oportunidade de conhecer o trabalho de um cientista, de conhecer um cientista e poder aprender na prática um conteúdo que seria muito mais difícil de entender só usando o livro.” Isto faz perceber a necessidade de se tentar aliar a teoria à prática investigativa para que o aluno sinta e perceba que o conteúdo estudado se aproxima do seu cotidiano. Desta forma, é possível fazer com que o discente tenha um maior interesse pelo que está sendo estudado. Isto pode ser observado na seguinte resposta de outro aluno: “Foi visível o interesse dos meus colegas em participar, algo que eu não via há muito tempo mesmo. Felicidade e gratidão definem.”

Há uma considerável possibilidade de se alcançar resultados muito positivos com uma abordagem de cunho investigativo, mesmo que se tenha um período bem pequeno de tempo disponível. Sobre isso, um aluno declarou: “A atividade foi muito produtiva, aprendemos muita coisa em tão pouco tempo. Se pudesse escolher, eu queria que fosse o ano todo assim, aprenderíamos muito mais coisas dessa forma, se outras coisas fossem ensinadas assim também”.

A importância de o aluno se tornar o protagonista da construção do seu próprio conhecimento de forma que isso permita provocar uma mudança na sua visão sobre o conteúdo estudado também foi ressaltada por algumas respostas, tais como: “Muito legal e interessante trazer algo diferente para a escola. Foi muito especial para mim poder participar. Foi o melhor momento que eu já tive aqui na escola que eu me lembro, desde pequenininho” e “Nunca imaginei que pudesse ser gostoso aprender Biologia. Hoje eu gosto mais da matéria.”

Nenhum ponto negativo foi mencionado nas respostas dessa questão, a única sugestão que apareceu com certa frequência foi a de que os alunos gostariam muito que tais atividades fossem realizadas mais vezes durante o ano letivo, em todas as disciplinas, e não apenas esporadicamente.

Com as respostas, percebe-se claramente a influência grande que o docente tem como mediador do aprendizado do aluno despertando sonhos e estimulando a curiosidade: “Foi uma experiência única na minha vida. Vestir o jaleco me fez sentir muita vontade de ir para a universidade. Eu espero me esforçar o suficiente para conseguir isso. Despertou um sonho em mim.”

5. CONCLUSÕES

O presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver uma Sequência Didática adequada, baseada em atividades investigativas, para o ensino dos conceitos básicos de microbiologia para estudantes do segundo ano do Ensino Médio. E, nesse sentido, pode-se afirmar que a proposta foi bem-sucedida.

A aplicação de um questionário prévio de avaliação do conhecimento de partida dos estudantes (Pré-questionário), com perguntas envolvendo o tópico de microbiologia, objeto de estudo da sequência de atividades proposta pelo trabalho, permitiu que fossem levantadas informações e identificadas as concepções dos alunos sobre conceitos microbiológicos e sua relação com o cotidiano, tendo sido possível identificar que alguns conceitos, tais como o significado da palavra Microbiologia, a importância dos microrganismos e seres pertencentes a esse grupo, ou eram equivocados ou não consolidados para a maior parte dos estudantes.

Ao se comparar as respostas dadas pelos estudantes no Pré-questionário com as respostas dadas no Pós-questionário, aplicado ao final das atividades, na última aula da Sequência Didática, observou-se claramente de forma quantitativa e qualitativa que houve uma consolidação de conceitos e uma diminuição de algumas das defasagens de conhecimento dos alunos relativas à microbiologia.

As atividades em que os alunos puderam inocular eles mesmos os microrganismos em placas de Petri contendo os meios de cultura previamente preparados em laboratório, fazer o levantamento de hipóteses e observar o crescimento dos microrganismos em microscópios, oportunizou aos discentes observar e vivenciar na prática o papel de um cientista despertando o interesse deles pela teoria que poderia explicar o que estava sendo observado. O debate entre os grupos e a roda de conversa em sala sobre os resultados obtidos dessa prática estimulou a construção e a compreensão de conceitos microbiológicos como se pôde observar nos murais produzidos e expostos pela escola e no envolvimento dos estudantes durante todo o processo.

A natureza investigativa das atividades propostas, que inclusive permitiu aos alunos criarem seus próprios meios de cultura, utilizando diferentes materiais caseiros disponibilizados pelo professor na escola e a inoculação de microrganismos nesses meios, tornou o estudo dos microrganismos mais interessante e atrativo para os alunos. Isto foi percebido claramente, de maneira qualitativa, tanto nas respostas do questionário sobre a

satisfação com a atividade, quanto durante toda a atividade, pelo entusiasmo e pela intensa participação dos alunos.

A observação dos estudantes do crescimento positivo dos microrganismos nas placas de cultura, independentemente do local em que as amostras foram colocadas, permitiu que eles compreendessem a existência desses seres vivos em diferentes ambientes, bem como a importância e os mecanismos de controle da população deles.

Conclui-se, portanto, com os resultados obtidos com as respostas aos questionários e com a observação qualitativa do envolvimento, interesse e comprometimento dos alunos durante as Atividades da Sequência Didática, que as práticas cumpriram seu papel de estimular a construção e compreensão de conceitos de Microbiologia, confirmando a eficácia dessas atividades desenvolvidas com os alunos.

6. REFERÊNCIAS

- BARBOSA, F. H.; BARBOSA, L. P. J. L. **Alternativas metodológicas em Microbiologia - viabilizando atividades práticas.** Revista de Biologia e Ciências da Terra ISSN 1519-5228 Volume 10 - Número 2 - 2º Semestre, 2010.
- BARBOSA, F. G.; OLIVEIRA, N. C. de. **Estratégias para o Ensino de Microbiologia: uma Experiência com Alunos do Ensino Fundamental em uma Escola de Anápolis-GO.** Revista de Ensino, Educação e Ciências Humanas, Londrina – PR, v. 16, n. 1, p. 5-13, jan. 2015.
- BERNARDI, G.; LEONARDI, A.F.; SILVEIRA, M.S.; FERREIRA, S.A.; GOLDSCHMIDT, A. I. **Concepções prévias dos alunos dos anos iniciais sobre microrganismos.** Revista Ciências & Ideias, v.10, n.1, 2019.
- BOMBONATO, L. G. G. **A importância do uso do laboratório nas aulas de ciências. Monografia de especialização.** Medianeira, 2017. Disponível em: http://repositorio.roca.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2617/1/MD_ENSCIE_2011_1_07.pdf acesso em: 01/02/21
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza e Matemática e suas tecnologias.** Brasília: MEC, 2000.
- BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais. Introdução aos parâmetros curriculares nacionais.** Brasília: MEC, 1997.
- BRICCIA, V.; CARVALHO, A. M. P. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula.** São Paulo: Cengage Learning, 2013.
- CARVALHO, J. G. **Competências do professor universitário: a prática como itinerário para a aprendizagem ativa do aluno.** Revista Pensamento Contemporâneo em Administração, vol. 8, núm. 2, abril-junio, 2014.
- CASSANTI, A. C.; CASSANTI, A. C.; ARAÚJO, E. E.; URSI, S. **Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores.** Colégio Dante Alighieri. São Paulo, 2008.
- CRUZ, K. P. et al. **Microbiologia no cotidiano: proposta de ensino por investigação de baixo custo.** Atas de Ciências da Saúde (ISSN 2448-3753), São Paulo, v. 7, p. 82, jun. 2019.
- DEWEY, J. **Experiência e Educação.** Tradução de Renata Gaspar. Petrópolis, Rio de Janeiro: Vozes, 2010.
- DÖBEREINER, J.; ANDRADE, V. de O.; BALDANI, V.L.D. **Protocolos para Preparo de Meios de Cultura da Embrapa Agrobiologia.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, dez. 1999.
- FERNANDES, N. C. DE A. Q., VIEIRA, D. A. P.; **Microbiologia Geral,** 2012.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa.** Cap. 3, 2002.

GIANOTTO, D. E. P.; DINIZ, R. E. S. **Formação inicial de professores de Biologia: a metodologia colaborativa mediada pelo computador e a aprendizagem para a docência.** Ciênc. educ. (Bauru), Bauru, v. 16, n. 3, p. 631-648, 2010.

HORTA, J. S. B. **A concepção de diretrizes e bases na história da educação brasileira,** in: C.R.J. Cury, V. L. A. BRITO e J.S.B. HORTA (orgs), Medo à liberdade e compromisso democrático: Lei de Diretrizes e Bases e Plano Nacional de Educação, São Paulo, Editora do Brasil, 1997.

KLAUSEN, L. S. **Aprendizagem significativa: um desafio.** Formação de professores: contextos, sentidos e práticas. IV Seminário Internacional de Representações Sociais, Subjetividade e Educação, 2017.

LIMBERGER, K. M.; SILVA, R. M.; ROSITO, B. A. **Investigando a contribuição de atividades experimentais nas concepções sobre microbiologia de alunos do ensino fundamental.** X Salão de Iniciação Científica, 2010.

LOCATELLI, R. J.; CARVALHO, A. M. P. de. **Uma análise do raciocínio utilizado pelos alunos ao resolverem os problemas propostos nas atividades de conhecimento físico.** Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, [S. l.], v. 7, n. 3, 2011.

Ministério da Saúde, **Técnica de Coloração de Gram.** Brasília: Programa Nacional de Doenças Sexualmente Transmissíveis e AIDS, 1997.

MORESCO, T.; ROCHA, J. B.; BARBOSA, N. **Ensino de microbiologia e a experimentação no ensino fundamental.** Revista Contexto & Educação, v. 32, n. 103, p. 165-190, 1 dez. 2017.

NEVES, R. A. et al. **Vygotsky e as teorias da aprendizagem.** UNirevista, vol. 1, nº2, 2006.

NICÉSIO, R.G. **Coloração de Gram.** Biomedicina Brasil, 2011.

OLIVEIRA, N. F. de. **Concepções alternativas sobre microorganismos: alerta para a necessidade de melhoria no processo ensino-aprendizagem de biologia. 2014.** 62 fl. (Trabalho de Conclusão de Curso – Monografia), Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Centro de Educação e Saúde, Universidade Federal de Campina Grande, Cuité – Paraíba – Brasil, 2014.

OLIVEIRA, D. L. de. **Ciências nas salas de aula.** Porto Alegre: Ed. Mediação, 1999.

OLIVEIRA, A. P. L.; CORREIA, M. D. **Aula de campo como mecanismo facilitador do ensino-aprendizagem sobre ecossistemas recifais em Alagoas.** ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, v. 6, n. 2, p 163-190, 2013.

PECATTI, C. et al. **Atividades experimentais nas séries iniciais: relatos de uma investigação.** Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, v. 6, n. 2, p. 263-274, 2007.

PESSOA, T. M. S. C. et al. **percepção dos alunos do ensino fundamental da rede pública de Aracaju sobre a relação da Microbiologia no cotidiano.** Scientia plena. 8. 1-4, 2012.

ROCHA, S. M. G; JUNIOR, I. B. O. **O erro e seu papel na avaliação da aprendizagem: breves reflexões.** Os desafios da escola pública paranaense na perspectiva do professor ISBN 9788580150933. Volume 1, 2016.

SOLINO, A. P.; GEHLEN, S. T. **O papel da problematização freireana em aulas de ciências/física: articulações entre a abordagem temática freireana e o ensino de ciências por investigação.** Ciênc. educ. (Bauru), Bauru , v. 21, n. 4, p. 911-930, Dec. 2015 .

VERMELHO, A. B. et al. **Práticas de microbiologia.** Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem.** São Paulo. Editora Martins Fontes, 2001.

ZOMPERO, A. F. **Concepções de alunos do ensino fundamental sobre microorganismos em aspectos que envolvem saúde: implicações para o ensino aprendizagem.** In: Experiências em Ensino de Ciências. V. 4, n. 3, p. 31-42. Porto Alegre: 2009.

ZÔMPERO, A. F.; LABURÚ, C. E. **Atividades investigativas no ensino de ciências: Aspectos históricos e diferentes abordagens.** Revista Ensaio, v. 13, n. 3, p. 67-80, 2011.

WELKER, C. A. D. **O estudo de bactérias e protistas no ensino médio: uma abordagem menos convencional.** In: Experiências em Ensino de Ciências. V. 2, nº 2, p. 69-75. Porto Alegre, 2007.

7. ANEXOS

ANEXO A: Questionário pré-atividade



ATIVIDADE 1: PRÉ-QUESTIONÁRIO

Mestrado Profissional no ensino de Biologia/ Universidade Federal de Minas Gerais.

Mestranda: Aline Constancio Ladeira

Orientadora: Profa. Dr. Andrea Mara Macedo

Série: 2º ano do ensino médio

Turno: Matutino.

Disciplina: Biologia.

Assunto: Microbiologia

1) Você sabe o que são os microrganismos?

() Sim () Não () Não tenho certeza

2) Microrganismos são sempre patogênicos?

() Sim () Não () Não tenho certeza

3) Em geral a vida é melhor com ou sem os microrganismos?

() Com microrganismos () Sem microrganismos () Não tenho certeza

4) Você sabe o que é um meio de cultura e para que ele serve? Explique com suas palavras.

() Sim () Não () Não tenho certeza.

5) Na sua opinião, o que é importante para o desenvolvimento de microrganismos? Marque a(s) opção(ões) correta(s).

- Umidade Aminoácidos Carboidratos
 Lipídeos Vitaminas Sujeira
 Outros (especificar) _____

6) Para você, há microrganismos em todos os lugares ou ambientes? Justifique sua resposta.

- Sim. Não Não tenho certeza
-
-

7) Marque o(s) ser(es) a seguir que você considera como sendo microrganismos.

- Ácaros Algas Bactérias Fungos
 Protozoários Vírus Outros (especificar) _____

8) Todos os microrganismos são seres unicelulares?

- Sim Não Não tenho certeza

9) Você sabe o que é microbiologia?

- Sim. Não. Não tenho certeza.

10) Se sua resposta na questão anterior foi Sim ou Não tenho certeza explique o que é microbiologia para você.

ANEXO B: Meio de cultura LB

Material Necessário

- Cloreto de Sódio a 10% P/V4
- Extrato de Levedura
- Triptona
- Algodão
- Erlenmeyer de 1000 ml
- Béquer
- Funil
- Placa de Petri
- Proveta
- Tubo de ensaio.

Procedimento

Colocar 500 ml de água destilada em um Erlenmeyer e acrescentar 10g de Triptona, mais 5g de Extrato de levedura e 5g de Cloreto de sódio. Completar o Erlenmeyer até 1000 ml com água destilada.

Adicionar ágar nas seguintes quantidades: 1,8 g por litro para meio semissólido (dissolver antes da distribuição) e 15 g por litro de meio sólido.

ANEXO C: Coloração Gram

Material necessário

- Béquer
- Balança
- Bastões de vidro
- Proveta
- Violeta-de-metila
- Álcool etílico
- Oxalato de amônia
- Lugol
- Safranina
- Água destilada.

Procedimento

1. Cubra o esfregaço com violeta-de-metila e deixe por aproximadamente 15 segundos;
2. Adicione igual quantidade de água sobre a lâmina coberta com violeta-de-metila e deixe agir por mais 45 segundos;
3. Escorra o corante e lave em um filete de água corrente, cubra a lâmina com lugol diluído (1/20) e deixe agir por aproximadamente 1 minuto;
4. Escorra o lugol e lave em um filete de água corrente;
5. Adicione álcool etílico (99,5° GL) sobre a lâmina; descorando-a, até que não desprenda mais corante;
6. Lave em um filete de água corrente;
7. Cubra a lâmina com safranina e deixe agir por aproximadamente 30 segundos;
8. Lave em um filete de água corrente;
9. Deixe secar ao ar livre, ou seque suavemente, com o auxílio de um papel de filtro limpo;
10. Coloque uma gota de óleo de imersão sobre o esfregaço;
11. Leia em objetiva de imersão (100 X).

ANEXO D: TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)**TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)**

Prezado(a) estudante do ensino médio da rede pública de ensino do estado de Minas Gerais. Você está sendo convidado(a) a participar do estudo “O mundo é dos micróbios? Abordando a microbiologia no Ensino médio por meio de atividades investigativas” coordenado pela pesquisadora Aline Constancio Ladeira (e-mail: alineladeira@yahoo.com.br) e sua orientadora Professora Doutora Andrea Mara Macedo (Telefone p/contato: (31) 3409-2641). Seus pais ou responsáveis permitiram que você participe.

Nesta pesquisa pretendemos verificar e avaliar a percepção dos alunos sobre conceitos microbiológicos e sua relação com o seu cotidiano. Você só precisa participar da pesquisa se quiser, é um direito seu e não terá nenhum problema se desistir. Os adolescentes que irão participar desta pesquisa têm de 16 a 17 anos de idade. A pesquisa será feita na sala de aula, da Escola Estadual Professor Antônio Domingues Chaves, onde vocês irão responder questionários com trechos relacionados ao conteúdo de microbiologia. Para isso, serão utilizados questionários on-line e/ou escritos. Apesar de questionários serem considerados seguros, é possível ocorrer constrangimento por responder incorretamente. Para que isto não aconteça, não será necessária a sua identificação nos questionários. Caso aconteça algo errado, você pode nos procurar pelos telefones e e-mails que estão disponíveis no começo deste texto. Espera-se que os resultados do trabalho proporcionem dados para planejar uma Sequência Didática inovadora, baseada em atividades investigativas voltadas para o conhecimento de microrganismos e seu papel em diferentes ambientes.

Ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der. Os resultados da pesquisa vão ser publicados em um artigo científico, mas sem identificar os adolescentes que participaram. Os questionários utilizados na pesquisa serão armazenados e posteriormente destruídos.

=====

CONSENTIMENTO PÓS INFORMADO

Eu, _____
declaro que fui informado dos objetivos e finalidades da pesquisa “O mundo é dos micróbios? Abordando a microbiologia no Ensino médio por meio de atividades investigativas”. Li e entendi as informações. Tive oportunidade de fazer perguntas e tirar minhas dúvidas. Este formulário está sendo assinado voluntariamente por mim e concordo em participar do estudo até que eu decida o contrário, bem como autorizo a divulgação e publicação das informações que dei, exceto os meus dados pessoais, em eventos e publicações científicas. Sendo assim, assino este documento, juntamente com o pesquisador, em duas vias de igual teor, ficando uma via sob minha responsabilidade e a outra via com o pesquisador.

ATENÇÃO: em caso de dúvidas éticas e para informar ocorrências irregulares ou danosas durante sua participação neste estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais: Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha Belo Horizonte, MG - Brasil. Telefone: (31)3409-4592. E-mail: coep@prpq.ufmg.br

_____, ____ de _____ de 2019.

Assinatura do menor

Assinatura do pesquisador

ANEXO E: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado(a) estudante do ensino médio da rede pública de ensino do estado de Minas Gerais. Você está sendo convidado(a) a participar do estudo “O mundo é dos micróbios? Abordando a microbiologia no Ensino médio por meio de atividades investigativas”. Esta etapa da pesquisa tem por objetivo verificar e avaliar a percepção dos alunos sobre conceitos microbiológicos e sua relação com o seu cotidiano. Para isso, serão utilizados questionários on-line e/ou escritos. Apesar de questionários serem considerados seguros, é possível ocorrer constrangimento por responder incorretamente. Para que isto não aconteça, não será necessária a identificação nos questionários. Espera-se que os resultados do trabalho proporcionem dados para planejar uma Sequência Didática inovadora, baseada em atividades investigativas voltadas para o conhecimento de microrganismos e seu papel em diferentes ambientes. Vale informar que o projeto de pesquisa já foi submetido e aprovado pelo COEP.

Agradecemos a sua atenção e a disponibilidade de contribuir com essa pesquisa.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____
declaro que fui informado dos objetivos e finalidades da pesquisa “O mundo é dos micróbios? Abordando a microbiologia no Ensino médio por meio de atividades investigativas”. Li e entendi as informações. Tive oportunidade de fazer perguntas e tirar minhas dúvidas. Este formulário está sendo assinado voluntariamente por mim e concordo em participar do estudo até que eu decida o contrário, bem como autorizo a divulgação e publicação das informações que dei, exceto os meus dados pessoais, em eventos e publicações científicas. Sendo assim, assino este documento, juntamente com o pesquisador, em duas vias de igual teor, ficando uma via sob minha responsabilidade e a outra via com o pesquisador.

Os questionários serão armazenados e posteriormente destruídos.

Para qualquer informação a respeito dessa pesquisa devo entrar em contato com a pesquisadora através do e-mail: alineladeira@yahoo.com.br. Declaro estar ciente desse termo e concordo com o acima exposto.

Endereço do responsável pela pesquisa:

Dra. Andrea Mara Macedo - Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Endereço: Av. Antônio Carlos, nº 6627 Bloco H4/SN. Bairro Pampulha, BH/MG CEP: 31270-901

Telefone p/contato: (31) 3409-2641

ATENÇÃO: em caso de dúvidas éticas e para informar ocorrências irregulares ou danosas durante sua participação neste estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais: Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha Belo Horizonte, MG - Brasil. Telefone: (31)3409-4592. E-mail: coep@prpq.ufmg.br

ALINE CONSTANCIO LADEIRA (pesquisadora) _____

ANDREA MARA MACEDO (orientadora) _____

(o documento segue em duas vias, poderá ser impresso e guardado pelo participante)

**ANEXO F: TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) –
ALUNO MENOR DE 18 ANOS**

Prezado(a) responsável pelo(a) menor _____. O(a) estudante está sendo convidado(a) a participar do estudo “O mundo é dos micróbios? Abordando a microbiologia no Ensino médio por meio de atividades investigativas”. Esta etapa da pesquisa tem por objetivo verificar e avaliar a percepção dos alunos sobre conceitos microbiológicos e sua relação com o seu cotidiano. Para isso, serão utilizados questionários on-line e/ou escritos. Apesar de questionários serem considerados seguros, é possível ocorrer constrangimento por responder incorretamente. Para que isto não aconteça, não será necessária a identificação nos questionários. Espera-se que os resultados do trabalho proporcionem dados para planejar uma Sequência Didática inovadora, baseada em atividades investigativas voltadas para o conhecimento de microrganismos e seu papel em diferentes ambientes. Vale informar que o projeto de pesquisa já foi submetido e aprovado pelo COEP.

Agradecemos a sua atenção e a disponibilidade de contribuir com essa pesquisa.

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Eu, _____, responsável pelo estudante do segundo ano do ensino médio regular, da Escola Estadual Professor Antônio Domingues Chaves declaro que fui informado dos objetivos e finalidades da pesquisa “O mundo é dos micróbios? Abordando a microbiologia no Ensino médio por meio de atividades investigativas”. Li e entendi as informações. Tive oportunidade de fazer perguntas e tirar minhas dúvidas. Este formulário está sendo assinado voluntariamente por mim autorizando o adolescente pelo qual sou responsável, em participar do estudo até que eu decida o contrário, bem como autorizo a divulgação e publicação das informações que ele dará, exceto dos dados pessoais, em eventos e publicações científicas. Sendo assim, assino este documento, juntamente com o pesquisador, em duas vias de igual teor, ficando uma via sob minha responsabilidade e a outra via com o pesquisador.

Os questionários utilizados na pesquisa serão armazenados e posteriormente destruídos.

Para qualquer informação a respeito dessa pesquisa devo entrar em contato com a pesquisadora através do e-mail: alineladeira@yahoo.com.br.

Declaro estar ciente desse termo e concordo com o acima exposto.

Endereço do responsável pela pesquisa:

Dra. Andrea Mara Macedo - Instituição: Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

Endereço: Av. Antônio Carlos, nº 6627 Bloco H4/SN. Bairro Pampulha, BH/MG CEP: 31270-901

Telefone p/contato: (31) 3409-2641.

ATENÇÃO: em caso de dúvidas éticas e para informar ocorrências irregulares ou danosas durante sua participação neste estudo, dirija-se ao: Comitê de Ética em pesquisa da Universidade Federal de Minas Gerais: Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005. Campus Pampulha Belo Horizonte, MG - Brasil. Telefone: (31)3409-4592. E-mail: coep@prpq.ufmg.br

ALINE CONSTANCIO LADEIRA (pesquisadora) - _____

ANDREA MARA MACEDO (orientadora) - _____

RESPONSÁVEL - _____

(o documento segue em duas vias, poderá ser impresso e guardado pelo responsável)

ANEXO G – TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM – Maior de 18 anos

Eu, _____,
 nacionalidade _____, portador da Cédula de identidade RG
 nº. _____, inscrito no CPF sob nº _____,
 residente à Av/Rua _____, nº. _____, município
 de _____/Minas Gerais. AUTORIZO o uso de minha
 imagem em todo e qualquer material entre fotos e documentos, para ser utilizada em
 Dissertação de Mestrado e todos os demais produtos deste trabalho, desenvolvido pela
 Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG sejam essas destinadas à divulgação ao
 público em geral. A presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo inclusive a
 licença a terceiros, de forma direta ou indireta, e a inserção em materiais para toda e qualquer
 finalidade, seja para uso comercial, de publicidade, jornalístico, editorial, didático e outros
 que existam ou venham a existir no futuro, para veiculação/distribuição em território nacional
 e internacional, por prazo indeterminado.

Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que
 nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e
 assino a presente autorização.

_____, dia ____ de _____ de _____.

(assinatura)

Nome: _____

Telefone p/ contato: _____

ANEXO H: TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM – Menor de 18 anos**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE IMAGEM**

Eu, _____,
 nacionalidade _____, menor de idade, neste ato devidamente representado por
 seu (sua) (responsável legal), _____,
 nacionalidade _____, estado civil _____, portador da Cédula de
 identidade RG nº. _____, inscrito no CPF sob nº _____,
 residente à Av/Rua _____, nº. _____, município de
 _____/Minas Gerais. AUTORIZO o uso de imagem em
 todo e qualquer material entre fotos e documentos, para ser utilizada em Dissertação de
 Mestrado e todos os demais produtos deste trabalho, desenvolvido pela Universidade Federal
 de Minas Gerais – UFMG sejam essas destinadas à divulgação ao público em geral. A
 presente autorização é concedida a título gratuito, abrangendo inclusive a licença a terceiros,
 de forma direta ou indireta, e a inserção em materiais para toda e qualquer finalidade, seja
 para uso comercial, de publicidade, jornalístico, editorial, didático e outros que existam ou
 venham a existir no futuro, para veiculação/distribuição em território nacional e internacional,
 por prazo indeterminado.

Por esta ser a expressão da minha vontade declaro que autorizo o uso acima descrito sem que
 nada haja a ser reclamado a título de direitos conexos à minha imagem ou a qualquer outro, e
 assino a presente autorização.

_____, dia ____ de _____ de _____.

(assinatura)

Nome da criança: _____

Por seu Responsável Legal: _____

Telefone p/ contato: _____

ANEXO I: Questionário pós-atividade



ATIVIDADE 2: QUESTIONÁRIO

Mestrado Profissional no ensino de Biologia/ Universidade Federal de Minas Gerais.

Mestranda: Aline Constancio Ladeira

Orientadora: Profa. Dr. Andrea Mara Macedo

Série: 2º ano do ensino médio

Turno: Matutino.

Disciplina: Biologia.

Assunto: Microbiologia

1) Você sabe o que são os microrganismos?

Sim Não Não tenho certeza

2) Microrganismos são sempre patogênicos?

Sim Não Não tenho certeza

3) Em geral a vida é melhor com ou sem os microrganismos?

Com microrganismos Sem microrganismos Não tenho certeza

4) Você sabe o que é um meio de cultura e para que ele serve? Explique com suas palavras.

Sim Não Não tenho certeza.

5) Na sua opinião, o que é importante para o desenvolvimento de microrganismos? Marque a(s) opção(ões) correta(s).

Umidade Aminoácidos Carboidratos

Lipídeos Vitaminas Sujeria

Outros (especificar) _____

6) Para você, há microrganismos em todos os lugares ou ambientes? Justifique sua resposta.

() Sim. () Não () Não tenho certeza

7) Marque o(s) ser(es) a seguir que você considera como sendo microrganismos.

() Ácaros () Algas () Bactérias () Fungos

() Protozoários () Vírus () Outros (especificar) _____

8) Todos os microrganismos são seres unicelulares?

() Sim () Não () Não tenho certeza

9) Você sabe o que é microbiologia?

() Sim. () Não. () Não tenho certeza.

10) Se sua resposta na questão anterior foi Sim ou Não tenho certeza explique o que é microbiologia para você.

11) Qual seu grau de satisfação com a atividade (sendo 1 pouco e 10 muito):

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

12) Faça um relato, se desejar, sobre o que achou desse tipo de atividade.

ANEXO J: Aprovação no CEP - UFMG

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS

Continuação do Parecer: 4.518.964

Outros	parecer_do_departamento.pdf	13/10/2020 22:37:26	ALINE CONSTANCIO	Aceito
Folha de Rosto	folhaderosto.pdf	06/10/2020 21:55:13	ALINE CONSTANCIO	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Carta.pdf	20/10/2019 18:26:59	ALINE CONSTANCIO LADEIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	TCM.docx	20/10/2019 18:26:39	ALINE CONSTANCIO LADEIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 01 de Fevereiro de 2021

Assinado por:

Críssia Carem Paiva Fontainha
(Coordenador(a))**Endereço:** Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005**Bairro:** Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901**UF:** MG **Município:** BELO HORIZONTE**Telefone:** (31)3409-4592**E-mail:** coep@prpq.ufmg.br

