

**Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas**

**ELABORAÇÃO DE UM MANUAL DE EXPERIMENTOS DE  
BIOQUÍMICA PARA PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

***- Material de Apoio Didático -***

Macroprojeto de Pesquisa:

***Produção e avaliação de recursos didático-pedagógicos para o ensino de Biologia***

**Aline Gisele Costa Almeida**

**BRASÍLIA-DF**

**2020**

**Aline Gisele Costa Almeida**

**ELABORAÇÃO DE UM MANUAL DE EXPERIMENTOS DE  
BIOQUÍMICA PARA PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO**

*- Material de Apoio Didático –*

Macroprojeto de Pesquisa:

*Produção e avaliação de recursos didático-pedagógicos para o ensino de Biologia*

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional - PROFBIO, do Instituto de Ciências Biológicas da Universidade de Brasília, como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Biologia.

**Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Consuelo Medeiros Rodrigues de Lima**

**BRASÍLIA-DF**

**2020**

## **FOLHA DE APROVAÇÃO**

**ALINE GISELE COSTA ALMEIDA**

### **“ELABORAÇÃO DE UM MANUAL DE EXPERIMENTOS DE BIOQUÍMICA PARA PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO - *Material de Apoio Didático*”**

Dissertação apresentada à banca examinadora como requisito parcial para obtenção do Título de Mestre em Ensino de Biologia pelo programa de Pós-Graduação em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade de Brasília -UnB.

#### **BANCA EXAMINADORA**

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Consuelo Medeiros Rodrigues de Lima (Orientadora)

---

Prof. Dr. Fábio Viegas Caixeta (Membro Titular)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Alice Melo Ribeiro (Membro Titular)

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ildinete Silva Pereira (Suplente)

Brasília, 31 de janeiro de 2020.

“O que vale na vida não é o ponto de partida e sim a caminhada.  
Caminhando e semeando, no fim terás o que colher”

**Cora Coralina**

## **RELATO DA MESTRANDA**

Em 2007, ingressei na Universidade Estadual de Montes Claros - Unimontes, polo de Unaí, através do processo seletivo PAES, iniciando minha vida acadêmica no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Entre 2009 e 2011, antes de concluir a minha graduação, lecionei os conteúdos de Matemática e Ciências Naturais no Ensino Fundamental nos anos finais, em escolas municipais da cidade de Unaí. Nesse período, ainda muito inexperiente como professora, aprendi muito com meus alunos e colegas de trabalho. Acredito que cometi muitos erros, e ainda cometo, mas sei que a dedicação e a determinação têm sido fundamentais para a minha formação profissional e o aprimoramento da minha prática pedagógica.

Após concluir minha graduação, em 2011, ingressei na Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal (SEE-DF), atuando como professora temporária; neste contexto, pude perceber um ambiente totalmente diferente do que estava acostumada em Minas Gerais, seja do ponto de vista estrutural, disponibilidade de materiais didáticos e na liberdade de desenvolver projetos pedagógicos. Sentindo-me despreparada para lidar com a nova realidade, decidi modificar um pouco a minha prática pedagógica, desenvolvendo atividades experimentais para ministrar parte do conteúdo programático. Para tanto, tomei por base experiências positivas realizadas ao longo do curso de graduação; também realizei buscas na internet e no livro didático. Vivenciando esse período, pude ver, nitidamente, que a minha vocação era o ensino, a sala de aula; trabalhar no contexto da Educação.

Em 2013, fui aprovada no concurso da SEE-DF e, no ano seguinte, fui convocada para assumir uma vaga de professora definitiva de Biologia em 40 horas semanais, ingressando no Centro Educacional do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal (CED PAD-DF) da Regional do Paranoá, instituição na qual trabalho até a presente data. Após ocupar vaga definitiva na SEE-DF, concluí duas especializações na modalidade a distância: uma de Educação Ambiental e a outra na área de Ensino Especial. Ao término do estágio probatório, ainda em busca de aprimoramento profissional, entendi que seria essencial realizar uma pós-graduação e comecei a pesquisar a disponibilidade de Mestrados na área de Educação. Nessa busca, descobri a possibilidade de cursar o Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (ProfBio); acompanhei os estágios de aprovação do curso, a seleção dos polos e a liberação do processo seletivo. Fiquei muito feliz da UnB ter sido um dos polos a ofertar este Mestrado,

aumentando as minhas expectativas em cursar um Mestrado na área de Biologia em uma das melhores universidades do país.

Após a aprovação e início do mestrado no ProfBio, descobri que estava grávida; fiquei muito apreensiva e insegura quanto a conseguir concluir o curso; mas, graças a Deus, minha gestação foi muito tranquila e meu filho nasceu saudável, motivo de muitas alegrias. Durante esse percurso, conheci pessoas maravilhosas que me acolheram com muito carinho, meus colegas da primeira e da segunda turma do ProfBio, pessoas que me apoiaram e me ajudaram ao longo dessa trajetória. Em todo esse período contei com o apoio da minha professora e orientadora Dra. Consuelo Medeiros Rodrigues de Lima, que sempre me aconselhou e me deu forças para não desistir.

No ProfBio tive acesso a diversas metodologias que ampliaram a minha visão de ensino e também do que pode ser realizado em uma sala de aula. As disciplinas proporcionaram melhora nas minhas percepções e compreensão de como desenvolver e estruturar atividades práticas, como ajudar o aluno a construir seu conhecimento e também nos mostraram que é possível tornar o conteúdo de Biologia mais palpável, dinâmico, lúdico e integrado à nossa realidade e à dos alunos.

Utilizando como referência algumas práticas pedagógicas propostas durante o curso de mestrado em minhas aulas para alunos do Ensino Médio, pude constatar que realização de atividades experimentais associadas com aulas teóricas bem contextualizadas favoreceu a compreensão de alguns temas abordados.

Agora, na reta final do mestrado, tenho a expectativa de contribuir com os meus colegas de profissão, disponibilizando o produto do meu trabalho de mestrado, um Manual de Experimentos de Bioquímica para professores do Ensino Médio. Esse Manual, que denominei, talvez intuitivamente, “Com as Mãos na Massa”, foi idealizado como material de apoio didático e constitui-se em uma iniciativa que pretende favorecer e estimular a inserção de atividades experimentais na prática pedagógica de professores de Biologia do Ensino Médio. Além disso, espero motivar outros professores a buscarem aprimoramento profissional inserindo-se em cursos de pós-graduação nos moldes do ProfBio.

Por fim, gostaria de manifestar meu sentimento de gratidão por essa oportunidade de aperfeiçoamento e por apresentar meu trabalho de conclusão de mestrado com a certeza de ter feito um investimento para aprimorar a minha prática docente e, quem sabe, contribuir com a de muitos de meus colegas, com a boa expectativa de que isso se refletirá positivamente na educação de nossos jovens.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço imensamente a Deus, pela força a mim concedida ao longo de toda trajetória acadêmica, me dando a graça de poder concluir esse trabalho com saúde e alegria.

Agradeço aos meus familiares, em especial a Paulo Francisco, Fernanda e Emanuel, pela paciência e sempre estarem ao meu lado, incentivando-me e fazendo acreditar que seria possível concluir esse Mestrado, mesmo com todas as dificuldades.

Agradeço aos professores do CED PAD-DF em especial o Anésio, a Vanusa e o Ricardo, meus companheiros de viagem, que presenciaram meus momentos de tristeza e vitória, aconselhando e dando força para seguir em frente.

Agradeço ao diretor do CED PAD-DF, o Prof. Gildinei, sem a ajuda dele, não teria sido possível finalizar este curso.

Deixo aqui o meu carinho e agradecimento aos meus nobres colegas do ProfBio, da Turma 1 e da Turma 2 (que me acolheram com muito carinho), com os quais pude compartilhar vitórias e frustrações; foi um privilégio ter dividido as minhas sextas-feiras com vocês. Obrigada a todos pelas palavras de incentivo, pelas dicas daqueles que já passaram por essa etapa; foi um prazer ter conhecido cada um de vocês.

Agradeço, em especial, aos meus companheiros de viagem das sextas-feiras, Ana Claudia, Malu e Fernando, pela paciência, pelos conselhos e risadas de cada dia.

Agradeço aos professores Ana Júlia Pedreira, Christiano Gati e Élide Campos pelas importantes contribuições na etapa de Qualificação deste trabalho.

Agradeço à minha orientadora, Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Consuelo Medeiros Rodrigues de Lima, pela paciência e cuidado que teve comigo durante cada etapa deste curso. Mesmo em momentos de muita adversidade me incentivou e não deixou que eu fraquejasse e desistisse. E aos professores da Universidade de Brasília, integrantes do programa do ProfBio, pela dedicação, seriedade e competência em suas aulas, fazendo toda a diferença em minha prática pedagógica.

Agradeço à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro ao Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (ProfBio).

## RESUMO

A metodologia tradicional de ensino, em que o professor expõe o tema e o aluno é um mero ouvinte, tem sido questionada quanto a conduzir a uma aprendizagem efetiva. Nesse contexto, os resultados apresentados na literatura apontam a abordagem prática dos conteúdos integrada à teoria como uma estratégia que contribui para tornar os processos de ensino e de aprendizagem mais eficazes. Muitas são as barreiras que inviabilizam a inserção de atividades experimentais na rotina pedagógica; em particular, a indisponibilidade de tempo para o professor para buscar informações e planejar aulas experimentais. Com base nessas ponderações, elaboramos um manual de experimentos de Bioquímica para dar subsídios a professores do Ensino Médio da Rede Pública no planejamento, organização e execução de experimentos de Bioquímica. O “Currículo em Movimento da Educação Básica do DF – Ensino Médio” da Secretaria de Estado de Educação do DF foi utilizado como referência para buscar o conteúdo de Bioquímica a ser abordado no Manual. Os critérios para seleção dos experimentos foram: contemplar os conteúdos de Fotossíntese, Fermentação e Enzimas estudados no Ensino Médio, ser possível de executar em 1 hora/aula ou poder ser realizado em etapas passíveis de interrupção (permitindo a retomada em outras aulas) e utilizar materiais disponíveis na escola ou de fácil aquisição e de baixo custo. O Manual, “batizado” com o nome “Com as Mãos na Massa”, foi organizado em três capítulos: No capítulo 1 são apresentadas regras gerais de segurança no “Espaço Laboratório”. O capítulo 2 apresenta uma breve introdução sobre aulas práticas e o ensino de Biologia/Bioquímica e a abordagem experimental, considerando características do ensino investigativo e a base teórica referente aos temas dos experimentos apresentados no manual: fotossíntese, fermentação e enzimas. O capítulo 3 apresenta orientações para a realização de atividades experimentais, o fluxograma de organização dos experimentos e os experimentos, sendo 6 de fotossíntese, 5 de fermentação e 4 de enzimas. O Manual foi avaliado por 22 professores de Biologia do Ensino Médio que lecionam em escolas públicas do DF, sendo que desses 18 são (ou foram) discentes do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da UnB. Esses professores receberam, em formato digital, o manual e o questionário *on-line* contendo 11 questões de múltipla escolha e 1 questão discursiva (opcional), cujo propósito maior foi avaliar o potencial do manual para constituir apoio didático para o ensino de Bioquímica no Ensino Médio, mas também saber se o acesso ao manual seria um fator motivador para incluir atividades experimentais na prática pedagógica desses professores.



A análise dos dados do questionário foi feita utilizando a ferramenta *Google Forms*. De forma geral, a maioria dos avaliadores (> 90%) considerou o manual excelente ou muito bom em relação à clareza, objetividade, organização e conteúdo. Com relação à motivação, 68,2% responderam que o acesso ao manual os motivaria a inserir atividade experimental de Bioquímica em sua prática pedagógica e 27,3% responderam que muito provavelmente também seriam motivados. Os resultados sugerem que o manual está adequado para a finalidade proposta. O manual será disponibilizado impresso e também *on-line*, por meio de um *site*, que viabilizará a integração entre professores de Biologia e também a troca de ideias.

**Palavras-chave:** Atividades experimentais, Experimentos de Bioquímica, Ensino Médio, Fotossíntese, Fermentação, Enzimas.

## ABSTRACT

The traditional teaching methodology, in which the teacher exposes the subject and the student is a mere listener, has been questioned as to leading to effective learning. In this context, the results presented in the literature point to the practical approach of content integrated to the theory as a strategy that contributes to make the teaching and learning processes more effective. There are many barriers that prevent the insertion of experimental activities in the pedagogical routine; in particular, the unavailability of time for the teacher to seek information and to plan experimental classes. Based on these considerations, we elaborated a manual of biochemistry experiments to give subsidies to public high school teachers in the planning, organization and execution of biochemistry experiments. The “Moving Curriculum of Basic Education of the DF - High School” of the DF State Department of Education was used as a reference to search the biochemistry content to be addressed in the Manual. The criteria for the selection of the experiments were: to contemplate the contents of Photosynthesis, Fermentation and Enzymes studied in High School, to be able to perform in 1 hour / class or to be performed in interruptible stages (allowing the resumption in other classes) and use materials available at school or easily available and inexpensive. The Handbook, baptized under the name “Hands-On”, was organized into three chapters: Chapter 1 presents general safety rules in the “Laboratory Space”. Chapter 2 presents a brief introduction about practical classes and the teaching of Biology / Biochemistry and the experimental approach, considering characteristics of investigative teaching and the theoretical basis regarding the themes of the experiments presented in the manual: photosynthesis, fermentation and enzymes. Chapter 3 presents guidelines for carrying

out experimental activities, the flowchart of the organization of the experiments and the experiments, being 6 photosynthesis, 5 fermentations and 4 enzymes. The Manual was evaluated by 22 high school biology teachers who teach in public schools in the Federal District, and of these 18 are (or were) students of the Professional Master's Degree in Biological Education in National Network (PROFBIO) of UnB. These teachers received, in digital format, the manual and the online questionnaire containing 11 multiple-choice questions and 1 discursive question (optional), whose main purpose was to evaluate the potential of the manual to constitute didactic support for the teaching of Biochemistry in Teaching. Medium, but also whether access to the manual would be a motivating factor to include experimental activities in the pedagogical practice of these teachers. The analysis of the questionnaire data was done using the Google Forms tool. Overall, most reviewers (> 90%) found the manual excellent or very good with regard to clarity, objectivity, organization and content. Regarding motivation, 68.2% answered that access to the manual would motivate them to insert experimental biochemistry activity in their pedagogical practice and 27.3% answered that they would most likely also be motivated. The results suggest that the manual is suitable for the proposed purpose. The manual will be available in print and also online, through a website, which will enable the integration between biology teachers and also the exchange of ideas.

**Keywords:** Experimental Activities, Biochemistry Experiments, High School, Photosynthesis, Fermentation, Enzymes.

## **LISTA DE ABREVIATURAS**

BNCC Base Nacional Comum Curricular

TCM Trabalho de Conclusão de Mestrado

SEE DF Secretaria de Estado de Educação do Distrito Federal

PNLD2018 Programa Nacional do Livro Didático 2018

P Pergunta

CED PAD DF Centro Educacional do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito Federal

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1:</b> Capa do Manual de Experimentos de Bioquímica.....	29
<b>Figura 2:</b> Resultado referente à pergunta 1 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.....	35
<b>Figura 3:</b> Resultado referente à pergunta 2 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.....	35
<b>Figura 4:</b> Resultado referente à pergunta 3 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.....	36
<b>Figura 5:</b> Resultado referente à pergunta 4 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.....	38
<b>Figura 6:</b> Resultado referente à pergunta 5 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.....	38
<b>Figura 7:</b> Resultado referente à pergunta 6 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.....	39
<b>Figura 8:</b> Resultado referente à pergunta 7 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.....	40
<b>Figura 9:</b> Resultado referente à pergunta 10 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.....	44

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b> - Resultados, em porcentagem, da avaliação dos professores, com relação à adequação de cada experimento a uma característica investigativa.....	42
<b>Tabela 2</b> – Resultados, em porcentagem, da avaliação dos professores, com relação à aquisição dos materiais e reagentes de cada experimento.....	43
<b>Tabela 3</b> - Grau de importância, em porcentagem, de alguns fatores na aplicação de atividades experimentais.....	45

# SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>15</b>
1.1 AULAS PRÁTICAS E O ENSINO DE BIOLOGIA .....	15
1.1.1 Atividades experimentais de biologia e o ensino investigativo.....	17
1.2 O VALOR DO ERRO PARA O APRENDIZADO.....	20
<b>2. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>21</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>22</b>
3.1 Objetivo Geral.....	22
3.2 Objetivos Específicos.....	22
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>23</b>
4.1 ELABORAÇÃO DO MANUAL.....	23
4.1.1 Estrutura organizacional do manual.....	23
4.1.2 Organização dos experimentos no contexto do ensino investigativo.....	24
4.2 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E AVALIAÇÃO DO MANUAL.....	25
4.3 DESENVOLVIMENTO DO <i>SITE</i> .....	26
<b>5. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.....</b>	<b>27</b>
5.1 ASPECTOS ÉTICOS.....	27
5.2 RELEVÂNCIA SOCIAL.....	27
5.3 PARTICIPANTES DA AVALIAÇÃO DO MANUAL.....	27
<b>6. RESULTADOS.....</b>	<b>28</b>
6.1 O MANUAL DE EXPERIMENTOS DE BIOQUÍMICA.....	28
6.2 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO MANUAL, ANÁLISE E DISCUSSÃO..	34
<b>7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E EXPECTATIVAS .....</b>	<b>47</b>
<b>8 REFERÊNCIAS.....</b>	<b>50</b>
ANEXO 1- PARECER FINAL DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA FACULDADE DE SAÚDE – CEPFS/UnB.....	53
APÊNDICE 1- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) ....	55
APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO COMPLETO COM GRÁFICOS DISPONÍVEIS NO <i>GOOGLE FORMS</i> .....	58
APÊNDICE 3 – MANUAL DE EXPERIMENTOS DE BIOQUÍMICA “COM AS MÃOS NA MASSA” – Material de Apoio Didático.....	86

## 1. INTRODUÇÃO

A Bioquímica é uma ciência que estuda as transformações químicas que acontecem nas células dos seres vivos e que, por meio dos processos metabólicos, viabilizam a manutenção da vida. A abordagem do conteúdo de Bioquímica deve promover a integração das disciplinas Química e Biologia, explorando ideias e conceitos comuns às duas. Tal conteúdo faz parte do ciclo básico do Ensino Médio e também de cursos de algumas áreas do ensino superior (FRANCISCO JUNIOR, 2007).

A integração dos conteúdos (neste caso, Biologia e Química) é uma das alternativas para superar a fragmentação do conhecimento e evitar uma visão reducionista das Ciências, o que permite uma abordagem dos assuntos com uma conexão mais direta com a realidade do educando (CORREIA, et al. 2004).

Trabalhar os conteúdos buscando criar uma relação mais estreita entre conhecimentos gerais e específicos é uma estratégia que minimiza a possibilidade de fazer uma abordagem muito superficial, que deve ser evitada, pois pode comprometer a aprendizagem. Essa estratégia demanda metodologias permeadas por questões atuais que devem ser desenvolvidas de forma contínua ao longo do ano letivo. Dessa forma, deverá ser feita a integração entre aulas teóricas e práticas, de acordo com a necessidade dos educandos (MOURA, 2012).

De acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

(...) o Ensino Médio deve garantir aos estudantes a compreensão dos fundamentos científico-tecnológicos dos processos produtivos, relacionando a teoria com a prática. Para tanto, a escola que acolhe as juventudes, por meio da articulação entre diferentes áreas do conhecimento, deve possibilitar aos estudantes: Compreender e utilizar os conceitos e teorias que compõem a base do conhecimento científico- tecnológico, bem como os procedimentos metodológicos e suas lógicas; conscientizar-se quanto à necessidade de continuar aprendendo e aprimorando seus conhecimentos (BNCC, 2018, 467).

### 1.1 AULAS PRÁTICAS E O ENSINO DE BIOLOGIA

Segundo Krasilchik (2004), aulas práticas são aquelas que permitem uma intensa mobilização dos estudantes a partir da manipulação de materiais e equipamentos, da observação de objetos e transformações, envolvendo-os em investigações científicas para que eles possam desenvolver novas habilidades e a capacidade de resolver problemas.

Alguns autores consideram que o envolvimento dos estudantes em aulas práticas no ensino de Biologia é um fator de motivação para eles, em função de participarem como atores

efetivos do processo de aquisição de conhecimento, podendo conduzi-los a uma aprendizagem efetiva e também edificar e consolidar valores essenciais ao trabalho colaborativo (POSSOBOM *et al.*, 2003; FALA *et al.*, 2010).

Lima (2011) relata a importância de aulas práticas no processo de ensino e de aprendizagem dos temas da Biologia, tanto do ponto de vista do educador como do educando, mas enfatiza a existência de limitações que terminam inviabilizando a implementação dessas atividades. Dentre essas limitações podemos citar: a falta de estrutura e equipamentos para a execução de aulas práticas, a falta de interesse por parte de alguns alunos nesse tipo de atividade e turmas muito grandes, dificultando o acompanhamento pelos professores.

A aprendizagem envolve a integração entre a base de conhecimentos pertinentes adquiridos anteriormente e os recém adquiridos, podendo agregar conhecimento novo e também resultar em alteração ou consolidação do conhecimento adquirido anteriormente. Essa aprendizagem habilita o sujeito a buscar esse conhecimento, quando requerido, por meio de diferentes processos cognitivos (MOREIRA, 2012).

O conteúdo de Bioquímica do Ensino Médio requer a aplicação de novas e diversificadas metodologias e a elaboração de materiais de apoio ao conteúdo apresentado nos livros didáticos, pois emprega conceitos abstratos, que muitas vezes são de difícil compreensão (FRANCISCO JUNIOR, 2007). Dessa forma, os professores de Biologia que abordam esses conteúdos são chamados a repensar a forma de ensinar e a abandonar os antigos métodos, nos quais os alunos são conduzidos a uma resposta pré-estabelecida.

A utilização de diferentes estratégias e recursos pedagógicos poderá despertar o interesse dos estudantes e tornar o conteúdo mais compreensível, aceitável e significativo. De acordo com a BNCC (2018, p. 16) é importante “contextualizar os conteúdos dos componentes curriculares, identificando estratégias para apresentá-los, representá-los, exemplificá-los, conectá-los e torná-los significativos, com base na realidade do lugar e do tempo nos quais as aprendizagens estão situadas”.

Segundo BUSATO (2001, p. 41), “Usar as diferentes mídias (jornais, TV, vídeo, internet, CD educativo, música, videoclipe) como aliados ao ensino é um dos maiores desafios para o professor”. Isso, provavelmente, porque exige conhecimento e habilidade em informática; dessa forma, cabe a esse profissional informatizar-se e acompanhar os avanços tecnológicos disponíveis. Para BUSATO (2001) esse conhecimento técnico deve ser usado como ferramenta para aprimorar as práticas em sala de aula, tornando possível adequar o conhecimento teórico à realidade do contexto social dos educandos.



### 1.1.1 Atividades experimentais de biologia e o ensino investigativo

Durante muitos anos, o processo de aprendizagem foi fundamentado no sistema tradicional de ensinar, restringindo a qualidade do ensino à ideia de supervalorização dos conteúdos, baseada na repetição, memorização, treinamentos, exposição oral e à negação do valor do erro, e utilizando como únicos meios para a comunicação o quadro negro, os livros didáticos e o giz. Mesmo nos dias atuais, com todos os avanços tecnológicos e a facilidade de acesso a uma gama enorme de informações, ainda existem professores que mantêm a concepção tradicional de ensino (DELIZOICOV e ANGOTTI, 2009). O cenário atual é outro e muitos são os desafios a serem enfrentados pelos professores. KRASILCHIK (2004) assume uma postura crítica diante desse cenário:

(...) o docente, por falta de autoconfiança, de preparo, ou por comodismo, restringe-se a apresentar aos alunos, com o mínimo de modificações, o material previamente elaborado por autores que são aceitos como autoridades. Apoiado em material planejado por outros e produzido industrialmente, o professor abre mão de sua autonomia e liberdade, tornando –se simplesmente um técnico KRASILCHIK (2004, p. 184).

De acordo com BUSATO (2001):

Torna-se essencial ao educador abrir-se a esta nova visão, superando as dificuldades trazidas pela educação tradicional, adquirindo novas posturas e abrindo-se à necessidade de atualizar-se no uso das novas práticas pedagógicas e de novas tecnologias para implementá-las em suas aulas. Apenas o uso de técnicas motivadoras de aprendizagem não garante um ensino inovador; é preciso também repensar as competências técnicas, os ambientes de aprendizagem, as concepções teóricas, como também despertar nos professores a necessidade de reverem sua postura de “transmissores de conhecimento” e de se reeducarem para o conhecimento integrado (BUSATO, 2001, P.11).

A inclusão de atividades experimentais no planejamento pedagógico dos professores das diferentes áreas, particularmente nas Ciências da Vida, como a Biologia, apresenta-se como fator muito importante para tornar o conteúdo mais compreensível, menos abstrato para os educandos. As atividades experimentais constituem um recurso didático que pode auxiliar o professor em suas estratégias de ensino, o que foi apresentado na teoria, favorecendo a aquisição de novos conceitos, tornando o conteúdo mais representativo e próximo da realidade, o que pode despertar no educando o gosto pela disciplina (KRASILCHIK, 2016).

Nesse Sentido,

As aulas de laboratório têm um lugar insubstituível nos cursos de Biologia, pois desempenham funções únicas: permitem que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos. Na análise do processo biológico, verificam concretamente o significado da variabilidade individual e a conseqüente necessidade de se trabalhar sempre com grupos de indivíduos para obter resultados válidos. Além disso, somente nas aulas práticas os alunos enfrentam os resultados não previstos, cuja interpretação desafia sua imaginação e raciocínio KRASILCHIK (2016, p.88).

Uma aula experimental necessita ir além de uma simples aula de laboratório, em que o aluno é um mero observador, preso em um procedimento pré-estabelecido. Os estudantes precisam ser submetidos a situações que propiciem ir além da reprodução de conhecimentos; eles precisam definir/resolver um problema, planejar suas ações, os procedimentos e equipamentos que usarão para a coleta de dados, testar suas hipóteses, reconhecer as variáveis e o referencial das mesmas e a relação entre a informação e a construção de uma explicação, interpretando os resultados, formulando suas próprias conclusões. Essas condições pedagógicas (*status* pedagógico) pode ser alcançado por meio da realização de atividades experimentais investigativas (VALDEZ, 2017).

Nesse viés, uma abordagem investigativa, não deve se resumir a um conjunto de etapas predefinidas, tampouco se restringir a uma mera manipulação de objetos ou realização de experimentos em um laboratório. Ao contrário, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das matrizes energéticas e dos processos industriais, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os tipos e as transformações de energia, e as propriedades dos materiais. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente (BRASIL, 2018, p. 551).

Dentro dessa perspectiva, entendemos que, utilizando a estratégia de investigação de situações-problema em sala de aula, o professor propicia ao aluno a oportunidade para investir no desenvolvimento de sua autonomia intelectual.

Segundo Sasseron (2015), o ensino por investigação não deve limitar-se aos conteúdos e temas distintos, presentes nos componentes curriculares, pois pode ser implantado de diversas

formas em diferentes áreas do conhecimento, podendo abordar aspectos ligados ao trabalho, questões morais e éticas, entre outros (SASSERON, 2015).

Nesse contexto, o Conselho Nacional de Pesquisa (*National Research Council - NRC*) elaborado no ano 2000, nos Estados Unidos, propõe cinco aspectos fundamentais para que uma atividade seja reconhecida como investigativa:

- a) Deve engajar os estudantes com problemas de orientação científica;
- b) Incentivar a análise de evidências em resposta ao problema proposto;
- c) Elaborar explicações por meio de evidências coletadas;
- d) Levar em consideração as explicações diferentes da sua, referente ao problema estudado;
- e) Promover a comunicação e justificativas construídas em resposta ao problema a ser investigado (NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2000).

As características supracitadas colocam o aluno no centro do processo, torna-o protagonista no desenvolvimento do seu próprio conhecimento, fazendo com que busquem respostas para o problema em questão, valorizando a atividade, a argumentação e a comunicação científicas.

Com base no exposto e considerando que a literatura nessa área indica que a aplicação de atividades experimentais apresenta um grande potencial para ajudar os estudantes a consolidarem e a ampliarem os significados dos conceitos, entendemos que a elaboração de um manual de experimentos de Biologia voltado para o professor do Ensino Médio de escolas públicas poderia auxiliá-lo no planejamento de atividades experimentais, facilitando seu trabalho e, quem sabe, motivando-o a inserir a experimentação de forma mais representativa no seu planejamento pedagógico. Mais ainda, que a inclusão de atividades experimentais na perspectiva do ensino investigativo poderia contribuir positivamente tanto no desempenho do professor, que é um dos principais atores na difusão do conhecimento científico, quanto no aprendizado dos estudantes, que estarão imersos em ambiente propício para pensar sobre a Ciência a relacioná-la ao seu cotidiano. Esse cenário fértil deverá conduzir a um aprendizado profícuo, que pode resultar em maior interesse nos temas abordados e em temas correlatos e, inclusive, desdobrar-se em novas hipóteses e proposições.

## 1.2 O VALOR DO ERRO PARA O APRENDIZADO

É oportuno enfatizar que nem sempre o resultado dos experimentos está de acordo com o esperado. Às vezes, um erro de manipulação – quantidade ou troca de reagentes, alteração na sequência de substâncias que serão misturadas, tempo de reação, dentre outros pode gerar um resultado diferente. É fundamental que o professor “use bem” o “erro”; isto é, oportunize a discussão do valor desse resultado inesperado, conscientizando os alunos sobre o quanto se aprende analisando-o e, enfatizando a importância de levarmos em conta nossas possíveis “falhas”.

As hipóteses, quando testadas experimentalmente, proporcionam aos alunos a oportunidade de refletirem sobre seus resultados. Como explica Carvalho, [...] “os alunos precisam errar, isto é, propor coisas que pensam testá-las e verificar que não funcionam” (CARVALHO, 2019, p.12). Cabe ao professor, nesse momento, apenas orientar seus alunos e verificar se eles entenderam a proposta, não interferindo no desenvolvimento do trabalho.

O professor precisa dar espaço a seus alunos para que discutam seus próprios resultados e aprendam a ouvir, debater os resultados apresentados pelos colegas, para assim identificarem possíveis erros, analisando e chegando a novas conclusões. O erro e o acerto devem ser encarados como um caminho necessário para o desenvolvimento intelectual: “O erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio” (CARVALHO, 2019, p. 3).

É importante que o professor seja prudente ao avaliar o “erro” de seus alunos para que, de fato, sirva de instrumento norteador para um ensino de qualidade. Dessa forma, qualquer atitude indevida por parte do docente pode interferir de forma negativa no processo de aprendizagem. O professor não deve encarar o erro como falha, mas sim como parte de um processo natural do aprendizado: “O erro não é um corpo estranho, uma falha na aprendizagem. Ele é essencial, faz parte do processo” (DEMO, 2001, p. 50).

O professor pode valorizar o erro, demonstrando que é possível o aluno se apropriar do erro para chegar a novos conhecimentos ou novos resultados. Dessa forma, a partir da experiência com o erro, o aluno tem a oportunidade de ampliar e/ou consolidar seu aprendizado.

Assim, é pertinente considerar que a visão estratégica do professor é essencial para enxergar o potencial educativo que cada resultado traz e não o descarte apenas por não estar de acordo com o previsto. Todo resultado é passível de discussão e cabe a nós professores buscarmos a melhor forma de abordá-lo, sempre em sintonia com o propósito educacional.

## 2. JUSTIFICATIVA

Dados da literatura apontam a realização de aulas experimentais como uma estratégia didática com potencial para tornar a aprendizagem efetiva, mas a execução de experimentos requer um planejamento detalhado, que vai além do conteúdo, em si. Entre outras coisas, é essencial saber qual o material necessário e a sua disponibilidade, o tempo requerido para realizar o experimento, as dificuldades que podem surgir na execução e na observação dos resultados e os pontos essenciais a serem discutidos para mediar a compreensão do tema. Outro ponto importante é poder contar com técnicos de laboratório para preparar e ajudar na condução de aulas práticas, mas sabe-se que as escolas públicas não contam com tal suporte. Assim, ter acesso fácil às informações básicas compiladas de forma organizada dará subsídios ao professor, facilitando seu trabalho e exigindo-lhe menos tempo no planejamento de sua aula.

Agrega-se à importância da realização de aulas de experimentação na consolidação do conhecimento científico, um retorno positivo ao empenho do professor no processo de ensino e também aos anseios do educando em aprender continuamente e transitar pelo mundo da ciência, buscando a base para compreender, explicar e integrar o conhecimento que vai sendo adquirido.

Considerando esse cenário, propomos e elaboramos um manual de experimentos de Bioquímica com o intuito de atender às demandas básicas do professor de Biologia do Ensino Médio no planejamento e condução de experimentos dentro dos temas fotossíntese, fermentação e enzimas. Este manual, no qual buscamos compilar de forma organizada, objetiva e clara um conjunto de experimentos abordando esses temas e contemplando características investigativas, pretende constituir-se em material de apoio didático para o ensino de Bioquímica, propiciando ao professor suporte e mais segurança para aplicar e conduzir as atividades propostas. Dessa forma, será possível também minimizar algumas questões relativas à insegurança que poderia surgir na montagem do experimento e na abordagem de alguns tópicos de Bioquímica, em particular no que diz respeito à diversidade de questões que podem ser levantadas pelos estudantes, como relatado por BIZZO (2009).

O propósito mais amplo inserido na concretização desse projeto é favorecer e estimular a inserção de atividades experimentais com características investigativas na prática pedagógica de professores de Biologia do Ensino Médio e isso, provavelmente, foi a fonte de inspiração para a escolha do nome do manual – “Com as Mãos na Massa”, produto deste Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM).

Para divulgar e facilitar o acesso ao manual, além da versão impressa, a ser disponibilizada para a Coordenação do ProfBio na UFMG e para os professores de Biologia que participaram da avaliação do manual, construímos um *site*; um ambiente virtual para propiciar a interação entre professores de Biologia, que poderão consultar o manual, dar um *feedback* quanto à execução dos experimentos e também entrar em contato com o pesquisador para trocar ideias, tirar dúvidas e/ou sugerir outros experimentos.

Como resultado final esperamos também que o professor se aproxime mais e mais de seu alunado, favorecendo a interação aluno-professor, aluno-aluno e o despertar da curiosidade e interesse dos educandos pelo conhecimento.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

- Elaborar um manual de experimentos de Bioquímica que se constitua em apoio pedagógico para o professor do Ensino Médio da Rede Pública no planejamento e execução de experimentos de Bioquímica, contemplando características do ensino investigativo.

#### **3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Elaborar um manual de experimentos de Bioquímica, abordando os temas fotossíntese, fermentação e enzimas, contendo as informações básicas sobre esses temas e o delineamento experimental detalhado.

- Elaborar o questionário para a avaliação do manual;
- Submeter o manual à avaliação por professores de Biologia do Ensino Médio;
- Realizar a análise das respostas do questionário de avaliação do manual;
- Construir um ambiente virtual para a divulgação e disponibilização do manual.

## 4. METODOLOGIA

A execução do projeto envolveu a elaboração do Manual de Experimentos de Bioquímica e, em paralelo, a construção de um ambiente virtual, um *site*, para a divulgação e disponibilização do manual, com o suporte técnico de um profissional da área.

### 4.1 ELABORAÇÃO DO MANUAL

O Manual de Experimentos de Bioquímica foi idealizado pensando em nós, professores de Biologia que lecionam no Ensino Médio, para contribuir como material de apoio didático. O “Currículo em Movimento da Educação Básica do DF – Ensino Médio” da Secretaria de Estado de Educação do DF foi utilizado como referência para buscar e selecionar o conteúdo de Bioquímica a ser abordado no manual. Em seguida foram realizadas buscas de experimentos, referentes aos conteúdos selecionados, em artigos, *sites* da internet e em livros didáticos aprovados pelo Programa Nacional do Livro Didático 2018 (PNLD2018). Os critérios para a seleção dos experimentos foram: contemplar os conteúdos de fotossíntese, fermentação e enzimas estudados durante o Ensino Médio, ser possível de executar em 1 hora/aula ou poder ser realizado em etapas passíveis de interrupção (permitindo a retomada em outra aula) e utilizar materiais disponíveis na escola ou de fácil aquisição e de baixo custo.

#### 4.1.1 Estrutura organizacional do manual

O manual inicia com uma breve apresentação sobre como foi idealizado, qual a proposta e como está estruturado. Em seguida, as informações são apresentadas em três capítulos. O capítulo 1 trata das regras gerais de segurança no “Espaço Laboratório”, na medida que entendemos ser muito importante que, ao “abrir as portas” de um espaço para a realização de experimentos, o professor conscientize seus estudantes sobre tais questões, tornando a atividade experimental mais segura e tranquila.

O capítulo 2 apresenta uma breve introdução sobre a Bioquímica e a abordagem experimental e o ensino investigativo e também a base teórica referente aos temas dos experimentos: fotossíntese, fermentação e enzimas. O capítulo 3 traz as orientações para o professor planejar e realizar os experimentos, o fluxograma de organização das atividades

experimentais e os experimentos referentes aos temas selecionados, buscando sempre contemplar características do ensino investigativo. Também são indicadas fontes de consulta para o aprofundamento em cada tema. Dessa forma, o professor terá, praticamente, todas as informações requeridas para planejar, aplicar e discutir os experimentos descritos nesse manual.

#### 4.1.2 Organização dos experimentos no contexto do ensino investigativo

Os experimentos que compõem o manual seguem um mesmo modelo de organização, contemplando características do ensino investigativo, inspirado nos trabalhos desenvolvidos por Carvalho (2019) e Sasseron (2013, 2015). Este modelo é apresentado abaixo:

**Título:** Informa o tema a ser explorado no experimento.

**Objetivo (s):** Evidencia o que se pretende com a atividade experimental.

**Problematização:** Permite que o professor tenha uma noção do conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema a ser abordado. Este tópico é utilizado para apresentar questão (ões) que motivem os estudantes a fazer novos questionamentos e, quem sabe, a levantarem hipóteses. Por tratar-se de alunos do Ensino Médio, é importante que o professor proponha as questões que farão parte da problematização e observe se todos os alunos entenderam o que está sendo proposto.

Observar a participação dos alunos também é um ponto a considerar, visto que alguns deles tendem a tomar as rédeas da discussão; eles não devem ser podados, mas o professor precisa instigar outros estudantes a apresentarem suas ideias. Nesse momento, o professor será mais um observador/mediador e deve ter cuidado para não revelar as respostas das questões propostas, fato que eliminaria toda a possibilidade de investigação por parte do aluno.

**Materiais e Procedimento:** Nessas etapas o professor precisa observar com atenção como os alunos estão realizando o procedimento experimental; os cuidados com a manipulação do material/reagentes. Essa etapa poderá dar condições aos alunos para levantarem hipóteses. É uma etapa da passagem da ação manipulativa à ação intelectual.



**Resultados Esperados:** Coleta e análise de dados. Esta etapa requer que o aluno observe detalhadamente os resultados, comparando as observações iniciais com as resultantes do procedimento experimental.

**Discussão:** Em cada experimento há sugestões de questões para o professor instigar os estudantes a pensarem no tema em experimentação, nos resultados obtidos e se há como tirar conclusões a partir dos mesmos. É o momento em que o professor, como mediador do processo educacional, terá a oportunidade de reforçar os aspectos que considera mais relevantes dentro do tema, chamando os alunos à reflexão, além de trazer à tona a importância de uma abordagem experimental e reforçar as características do ensino investigativo. Ainda na discussão, é sugerido ao professor que retome os questionamentos da problematização; oportunidade para discutirem as hipóteses levantadas pelos alunos, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais. Ao retomar a problematização é importante que, além da discussão das hipóteses, os alunos possam relatar por escrito o que foi apreendido; isso poderá realçar a construção pessoal do conhecimento.

Na análise e discussão dos resultados, os alunos deverão ser incentivados a expor para a turma os resultados obtidos e a ouvirem e considerarem os dados coletados pelos colegas; e também serem questionados com relação às evidências obtidas. Essa postura poderá promover no aluno o desenvolvimento de atitudes científicas. Nessa etapa, a ação intelectual torna-se bem evidente (CARVALHO, 2019).

## 4.2 ELABORAÇÃO DO QUESTIONÁRIO E AVALIAÇÃO DO MANUAL

O questionário *on-line* foi elaborado utilizando a ferramenta *Google Forms* e continha 11 questões objetivas de múltipla escolha, de caráter obrigatório, e 1 questão discursiva de caráter opcional. As perguntas foram elaboradas com base no Documento de Trabalho de Hill e Hill (1998) e referiam-se ao potencial do manual como material de apoio pedagógico e como fator motivador para o professor inserir aulas experimentais de Bioquímica em sua prática pedagógica. A questão discursiva abriu espaço para críticas e sugestões, as quais serão consideradas para o aprimoramento do manual.

A avaliação do manual pelos professores participantes foi realizada por meio da aplicação desse questionário *on-line*, cujas respostas (dados) foram tratadas de forma quantitativa, utilizando a ferramenta *on-line Google Forms*. A modalidade de pesquisa

quantitativa visa verificar uma hipótese em termos estatísticos, por meio da coleta de dados quantificáveis, isto é, dados que são traduzidos em números e informações que possam ser analisadas e classificadas (PRODANOV; FREITAS, 2013). Para Dalfovo (2008), a pesquisa quantitativa, ao fazer uso de técnicas estatísticas, objetivando os resultados, impede possíveis distorções de análise e interpretação dos dados, aumentando a margem de segurança dos resultados apresentados.

A análise quantitativa foi escolhida para analisar os dados desse trabalho, na medida que envolve avaliação de um manual de experimentos de Bioquímica com relação a uma pergunta central, o seu potencial para ser utilizado como material de apoio didático, a partir da análise de características objetivas, de acordo com a percepção de professores.

O questionário e os gráficos dos resultados são apresentados no Apêndice 2.

### 4.3 DESENVOLVIMENTO DO *SITE*

O *site* foi desenvolvido em parceria com o *web designer* Romário Oliveira Sousa, utilizando o programa “*Wix.com*”, uma plataforma *on-line* de criação e edição de *sites*, que oferece aos usuários a possibilidade de criar um *site* profissional independente de conhecimento prévio em programação ou *designer*.

A versão *on-line* do manual foi elaborada e inserida no *site* sob a supervisão técnica do referido *web designer*, a quem caberá a atualização dos dados após a apreciação pela Banca Examinadora de Mestrado.

Esse ambiente virtual ficará aberto para acesso ao manual e para viabilizar a interação entre professores de Biologia, os quais poderão deixar depoimentos com relação a aplicabilidade de cada experimento compartilhar *links* de vídeos ou sugerir novos experimentos. O manual *online* poderá ser acessado em *smartphones*, mas o uso está otimizado para computadores.

(*Link* de acesso ao *site* do Manual < <https://comasmaosnamassa.wixsite.com/cmmbio>)

## **5. CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA**

### **5.1 ASPECTOS ÉTICOS**

Esse projeto, incluindo o questionário, foi submetido e aprovado (Parecer favorável N° 3. 642.533, CAAE: 15363419.4.0000.0030) pelo Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Faculdade de Ciências da Saúde da Universidade de Brasília (CEPFS-UnB), ao qual a instituição está vinculada (Anexo 1).

### **5.2 RELEVÂNCIA SOCIAL**

A relevância social do projeto é contribuir para a melhoria do ensino de Biologia/Bioquímica em escolas públicas do DF, na medida que o produto desse projeto, um manual de experimentos, visa facilitar e estimular a inserção de aulas experimentais de Bioquímica na prática pedagógica de professores de Biologia do Ensino Médio. A abordagem experimental com características do ensino investigativo, de acordo com a literatura, é uma estratégia pedagógica que motiva o alunado, ajuda a contextualizar e integrar os conteúdos teóricos estudados, tornando o ensino mais efetivo.

Nessa perspectiva, o desenvolvimento de material didático dirigido aos professores de Biologia significa contribuir para que a qualidade do ensino público do nosso país melhore.

### **5.3 PARTICIPANTES DA AVALIAÇÃO DO MANUAL**

Todos os participantes da avaliação do manual são professores de Biologia do Ensino Médio que lecionam em escolas públicas do DF. Foram convidados (pessoalmente ou por e-mail) para avaliar o manual, 30 professores que lecionam nas escolas do Centro Educacional do Programa de Assentamento Dirigido do Distrito (CED PAD DF) da regional do Paranoá, Centro Educacional São Francisco da regional de São Sebastião, Centro de Ensino Médio 01 da regional de São Sebastião, sendo que dezoito (18) desses professores são (ou foram) discentes do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da UnB. Vinte e dois (22) desses professores se dispuseram a participar e foram informados acerca dos objetivos da avaliação e convidados formalmente a participar por meio do envio, pela internet,

do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) (Apêndice 1), a ser assinado em caso de concordância com os termos apresentados. Também foram enviados o Manual de Experimentos de Bioquímica “Com as Mãos na Massa” (Apêndice 3) e o Questionário *on-line* (Apêndice 2).

Os dados obtidos a partir das respostas ao questionário (Apêndice 2) disponibilizado *on-line* (ferramenta *Google Forms*) foram submetidos à análise quantitativa e os resultados serão considerados para o aprimoramento do manual. Algumas sugestões já foram implementadas para a apresentação do TCM.

## **6. RESULTADOS**

### **6.1 O MANUAL DE EXPERIMENTOS DE BIOQUÍMICA**

O Manual de Experimentos de Bioquímica “Com as Mãos na Massa”, produto desse Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM), foi idealizado para contribuir como material de apoio didático para professores de Biologia que lecionam o conteúdo de Bioquímica para alunos do Ensino Médio. O propósito mais amplo é favorecer e incentivar a realização de aulas experimentais com características do ensino investigativo na prática pedagógica dos professores de Biologia.

Para ilustrar, são apresentados abaixo a capa (Fig. 1) e um dos experimentos do manual. O manual completo encontra-se no Apêndice 3.



Figura 1: Capa do Manual de Experimentos de Bioquímica (imagens adaptadas da internet)

**Experimento presente no Manual:**

## **FOTOSSÍNTESE E AS CORES DA LUZ**

**Tempo médio para a execução do experimento: 50 minutos.**

### **PROBLEMATIZAÇÃO**

- a) Por que a denominação “Fotossíntese”?
- b) A luz influencia a percepção das cores?
- c) Há relação entre a eficiência da fotossíntese e as cores da luz absorvida?

### **OBJETIVOS**

Verificar e compreender a influência da luz visível na fotossíntese. Identificar os comprimentos de onda (cores) mais eficientes para esse processo. Verificar a liberação de gás (oxigênio) pela fotossíntese.

### **MATERIAIS**

- ✚ 06 béqueres - 1L (ou recipiente de vidro transparente - 1L);
- ✚ 06 tubos de ensaio;
- ✚ 06 funis (que se encaixe invertido no fundo do béquer);
- ✚ Bicarbonato de sódio;
- ✚ Água (da torneira);
- ✚ 06 ramos de *Elódea sp.* (tamanhos similares ou pesar para garantir a mesma quantidade/béquer);
- ✚ Folhas de papel celofane transparente: sem cor, vermelho, cor de laranja, amarelo, verde e azul.

### **PROCEDIMENTO**

1. Preparar a solução de bicarbonato de sódio - dissolver 15g de bicarbonato de sódio em 750 mL de água (para cada béquer);

2. Colocar um ramo de *Elodea sp.* dentro de cada funil e acomodar essa montagem, de forma invertida, no fundo do béquer, contendo a solução de bicarbonato de sódio;

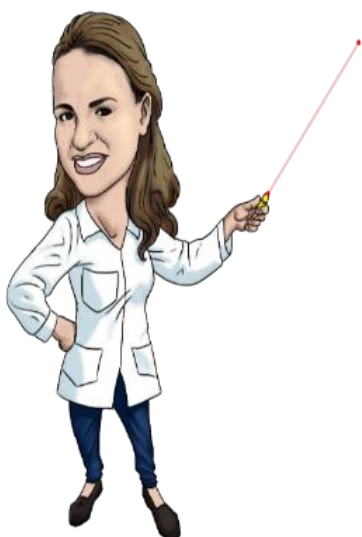
- As folhas de *Elodea sp.* devem ficar totalmente imersas na solução e dentro do funil.

3. Cobrir a haste dos funis com um tubo de ensaio cheio de solução de bicarbonato de sódio;

- Isso é importante para aprisionar os gases produzidos e evitar a entrada de ar.

4. Envolver cada montagem com uma cor diferente de papel celofane: um béquer ficará envolto por papel sem cor, outro por celofane vermelho, outro pelo de cor laranja, outro com o amarelo, outro com o de cor verde e outro com o azul;

5. Expor as montagens à luz solar, em um mesmo local;



- Procure garantir as mesmas condições de luminosidade para todas as montagens.
- Lembre os estudantes de observarem os sistemas montados antes da exposição à luz solar e fazerem suas anotações.
- O tempo de exposição pode variar em função da luminosidade no dia.
- Os estudantes devem observar as montagens e anotar os resultados. Comparar com as anotações feitas antes de expor as montagens à luz solar.

6. Aguardar por, no mínimo, 30 min.

## RESULTADOS ESPERADOS

Controle - A montagem com celofane incolor - utiliza-se o mesmo material plástico das outras montagens, mas sem ação filtrante, que é diferenciada pelas cores. Serve como referencial para estabelecer a intensidade da fotossíntese, a partir do volume de oxigênio liberado no tempo experimental.

Montagem com celofane incolor - maior liberação de gás oxigênio. Praticamente toda a radiação atravessa o material do celofane incolor; há incidência de energia luminosa de todas as faixas do visível.

Montagens com celofane vermelho e azul - quantidades intermediárias de oxigênio. No caso do vermelho e do azul, os comprimentos de onda azul e do vermelho são mais eficientemente absorvidos pela clorofila do que os demais, portanto, são mais eficientes para a obtenção de energia.

Montagens com celofanes laranja, amarelo e verde - quantidades menores de oxigênio, sendo ainda em menor proporção na com celofane verde. Nesses comprimentos de onda, a absorção de energia luminosa é muito pequena, principalmente, no correspondente à cor verde.

## DISCUSSÃO

# Qual a função do Bicarbonato de sódio no experimento?

# Qual a origem do oxigênio liberado na fotossíntese?

# A luz artificial pode promover a fotossíntese?

# Quais os elementos essenciais para que a fotossíntese ocorra?

### Retomar a Problematização

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.

## OUTRAS QUESTÕES PARA A DISCUSSÃO

# Foi verificada a presença de bolhas (de gás) no ápice dos tubos de ensaio? Que gás é esse?

Como podemos testar se corresponde a esse gás? Houve diferença na quantidade desse gás nas diferentes montagens?

# Qual a função do papel celofane colorido?

# Quais os comprimentos de onda (cores) mais eficientes para a fotossíntese?

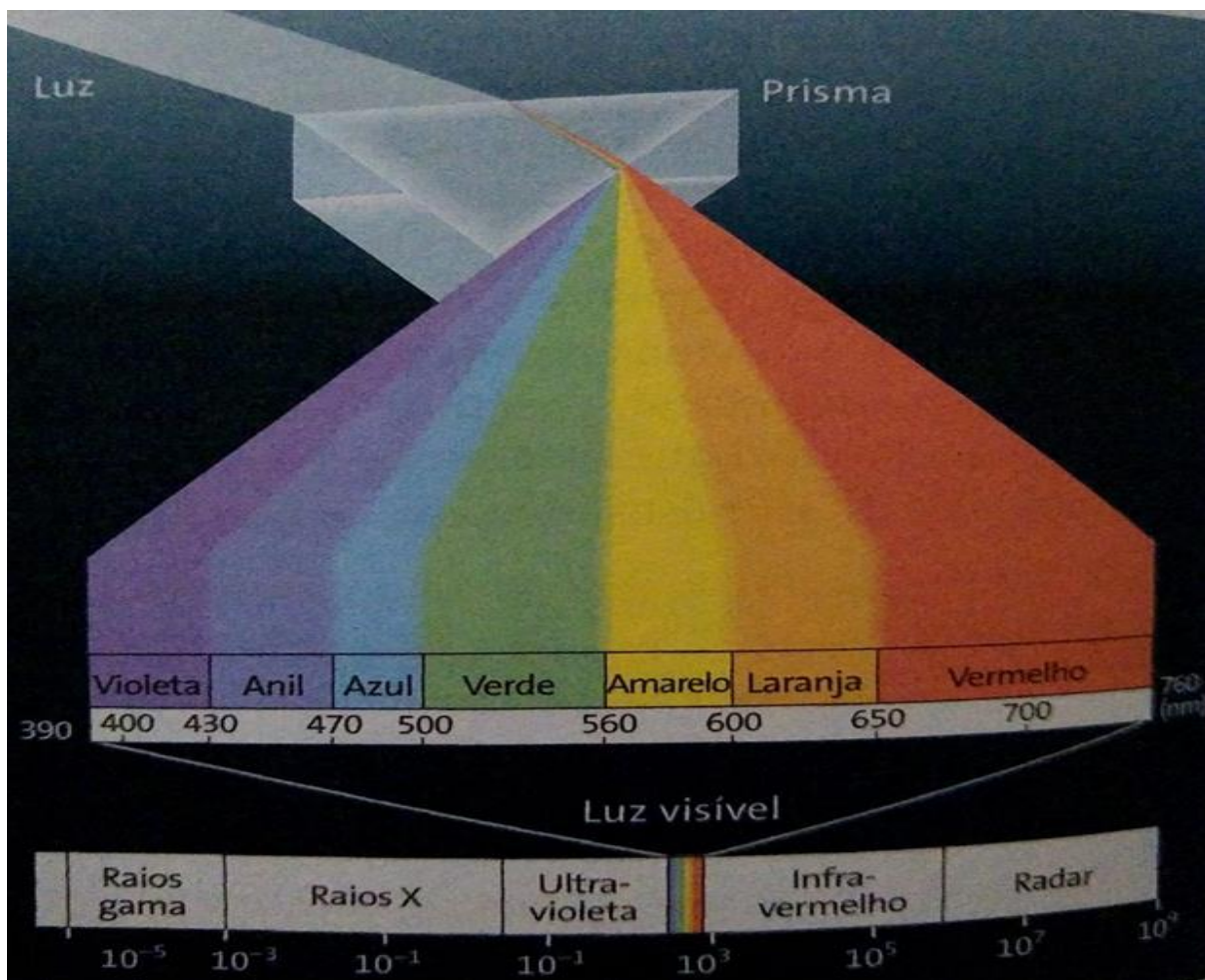
# Qual é a importância da montagem utilizando o papel celofane sem cor? Uma montagem sem o envoltório de papel celofane produziria o mesmo efeito?



Professor;

Esse é o momento oportuno para associar as cores aos comprimentos de onda da luz visível. Troque ideias sobre essa relação, usando a figura disponibilizada a seguir ou a imagem que preferir.





Fonte: Livro de Sônia Lopes, **BIO**: Volume 1. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. p.242.

Lembre-se que o diferencial do controle experimental deve ser apenas a variável a ser testada. Logo, precisa-se utilizar o mesmo material utilizado nas outras montagens, com o diferencial da cor (filtro); ou seja, usar o celofane, porém sem cor.

# Em quais montagens há indicação de que a taxa de fotossíntese foi maior? Em quais seria menor? Justifique.

**Você pode usar, basicamente, a mesma montagem e materiais desse experimento e investigar outros pontos do processo fotossintético. Abaixo, há uma lista de sugestões.**

- Variar a intensidade de luz (utilizar lâmpadas de diferentes Watts).
- Variar a disponibilidade de carbono, variando a concentração de Bicarbonato de sódio.
- Comparar o processo fotossintético em diferentes plantas.



**Professor,**

*Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:*

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

## REFERÊNCIAS

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia Hoje**. 3 ed. São Paulo: Ática, 2016. p.288.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. **BIO**: Volume 1. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. p.384.

## 6.2 RESULTADOS DA AVALIAÇÃO DO MANUAL, ANÁLISE E DISCUSSÃO

O Manual de Experimentos de Bioquímica “Com as Mãos na Massa” foi submetido à apreciação por professores de Biologia do Ensino Médio que atuam em escolas públicas do DF. Os professores avaliadores (22) responderam um questionário *on-line*, elaborado utilizando ferramenta *Google Forms*, contendo 11 questões objetivas de múltipla escolha, de caráter obrigatório, e 1 questão discursiva de caráter opcional.

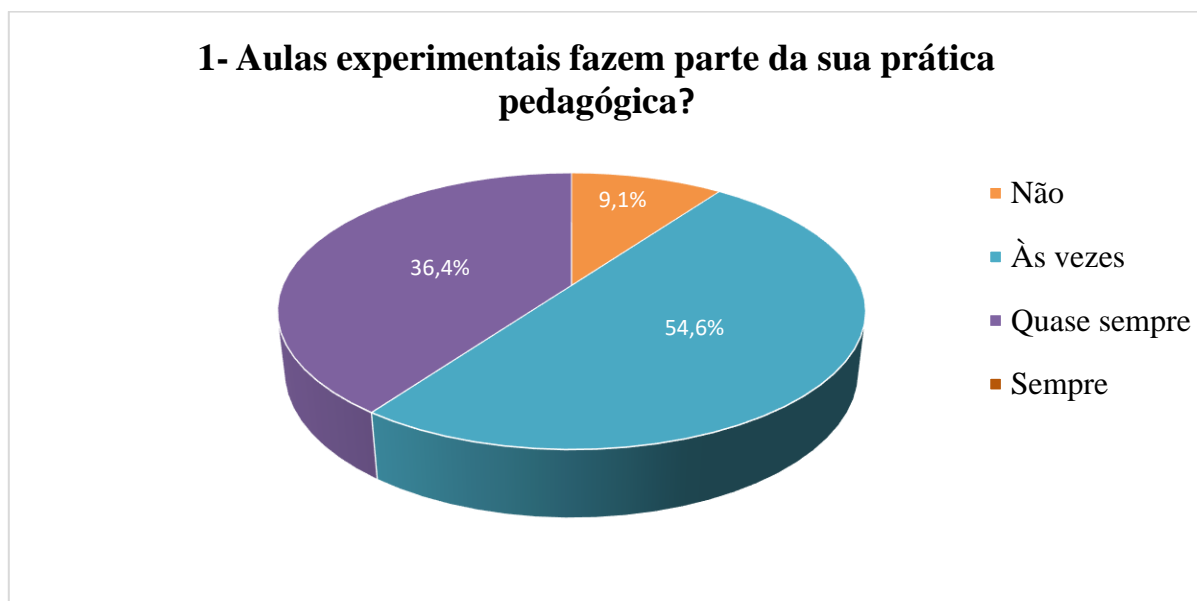
As perguntas tinham como escopo avaliar do potencial do Manual como material de apoio didático e como fator motivador para incluir atividades experimentais de Bioquímica na prática pedagógica desses professores. A questão discursiva deu espaço para críticas e sugestões, as quais serão consideradas para o aprimoramento do manual. Algumas sugestões, como a inclusão de algumas figuras no manual, já foram implementadas.

Os dados obtidos a partir das respostas ao questionário foram submetidos à análise quantitativa, modalidade que melhor se ajustou ao presente estudo, tanto na coleta quanto no tratamento de informações.

O questionário completo e os gráficos estão no Apêndice 2.

Os resultados da avaliação para cada pergunta (P) são apresentados e discutidos a seguir:

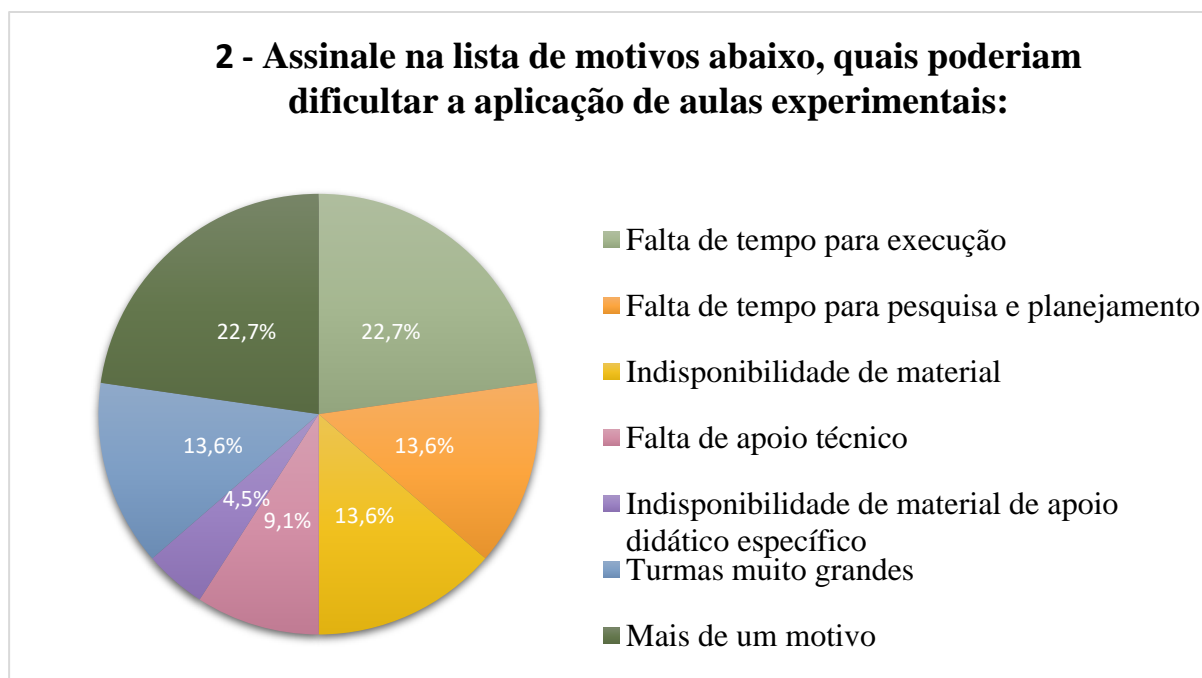
**P1** - “Aulas experimentais fazem parte da sua prática pedagógica?”



**Figura 2** - Resultado referente à pergunta 1 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.

Fonte: Dados da Pesquisa

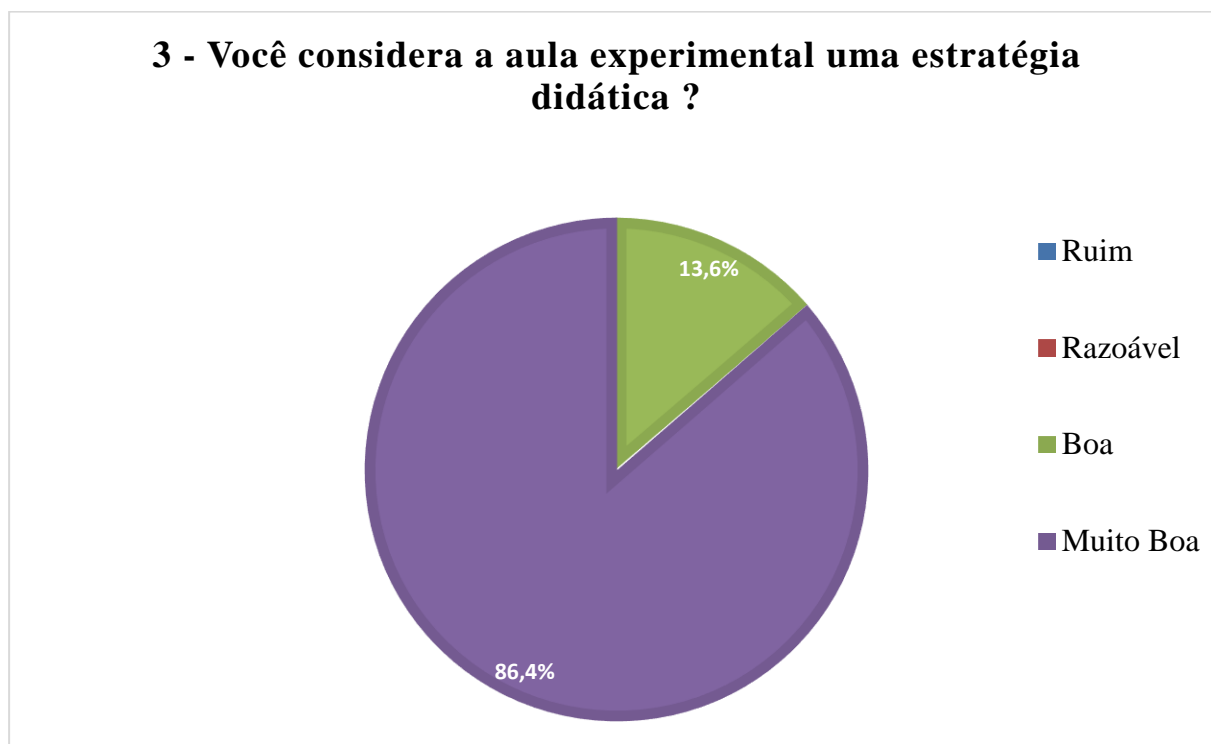
**P2** - “Assinale na lista de motivos abaixo, quais poderiam dificultar a aplicação de aulas experimentais:”



**Figura 3**: Resultado referente à pergunta 2 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.

Fonte: Dados da Pesquisa

**P3 - “Você considera a aula experimental uma estratégia didática?”**



**Figura 4: Resultado referente à pergunta 3 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.**

**Fonte: Dados da Pesquisa**

As perguntas 1, 2 e 3 referem-se à aplicação de atividade experimental e estão estreitamente relacionadas, portanto os resultados (Figuras 2, 3 e 4) serão analisados e discutidos em conjunto.

De acordo com o gráfico da Figura 2, a porcentagem de professores que inclui atividade experimentais com uma frequência maior (“quase sempre”) é de 36,4%. Embora menor que 50%, essa porcentagem pode ser justificada ao analisarmos as dificuldades enfrentadas para realizar aulas experimentais (Fig. 3). A falta de tempo para a execução foi considerada a principal dificuldade (22,7%); essa questão requer uma reavaliação sistemática dos conteúdos e da forma de apresentação para ser contornada; o que não depende só do professor. Aqui, vale ressaltar duas dificuldades assinaladas por 13,6% dos professores: “Falta de tempo para pesquisa e planejamento” e a “Indisponibilidade de material de apoio específico”. A nossa expectativa é que o manual de experimentos de Bioquímica “Com as Mãos na Massa” minore tais empecilhos. As porcentagens que representam os extremos, “não” e “sempre” utilizam aulas experimentais na sua prática pedagógica, 9,1% e 0%, respectivamente, são baixas quando comparadas com as outras.

Outro ponto importante a ser ressaltado é que todos os professores concordaram que a atividade experimental é uma estratégia didática “Boa ou Muito Boa” (Fig. 4), apontando para uma convergência dos professores integrantes da pesquisa acerca da importância da implementação de atividades experimentais como uma estratégia didática e reforçando a importância de material de apoio didático como o manual, produto desse TCM. Esse resultado também reforça a importância da influência das dificuldades (Fig. 3) nos resultados referentes à aplicação de aulas experimentais apresentados na Fig. 2.

Também foram apontadas pelos avaliadores, dificuldades que dependem de uma reestruturação das escolas e de maior investimento na educação, como a “Falta de apoio técnico”, (9,1%) e “Turmas muito grandes”, (13,6%). A maioria dos professores, 27,7%, alegou ter mais de um motivo para dificultar a aplicação de atividades experimentais, os quais foram detalhados nos comentários.

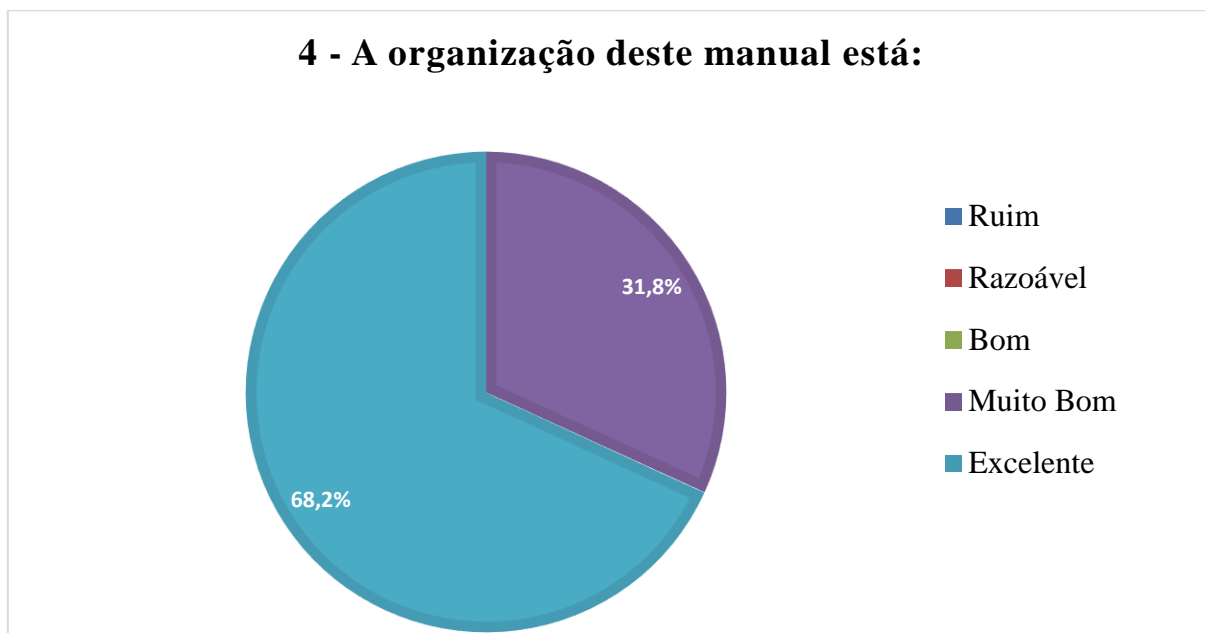
O conteúdo geral dos comentários dos professores, relativo às dificuldades para a aplicação de aulas experimentais, pode ser expresso pelo comentário de um professor, apresentado abaixo:

*“Devido a um conjunto de fatores: falta de um laboratório organizado e limpo, comprometimento dos alunos nas realizações das práticas; tempo hábil para a execução e falta de materiais.”*

Faz-se oportuno resgatar a observação de KRASILCHICK (2016, p.89), que considera que tão prejudicial como não dar aulas práticas é fazê-lo de forma desorganizada, em que os estudantes, sem orientações, não sabem como proceder, ficando com conceitos deformados do significado da experimentação no trabalho científico. Dessa forma, é necessário um olhar apurado sobre a estrutura e o sistema em que está imerso o processo educacional para providenciarmos juntos as mudanças necessárias para melhor a qualidade e as condições da educação oferecida aos nossos jovens.

As figuras 5, 6 e 7 serão consideradas conjuntamente, pois tratam de questões (4, 5 e 6) sobre as percepções dos participantes da avaliação com relação à estrutura do manual, levando em conta a organização geral do, a linguagem e o conteúdo didático apresentado.

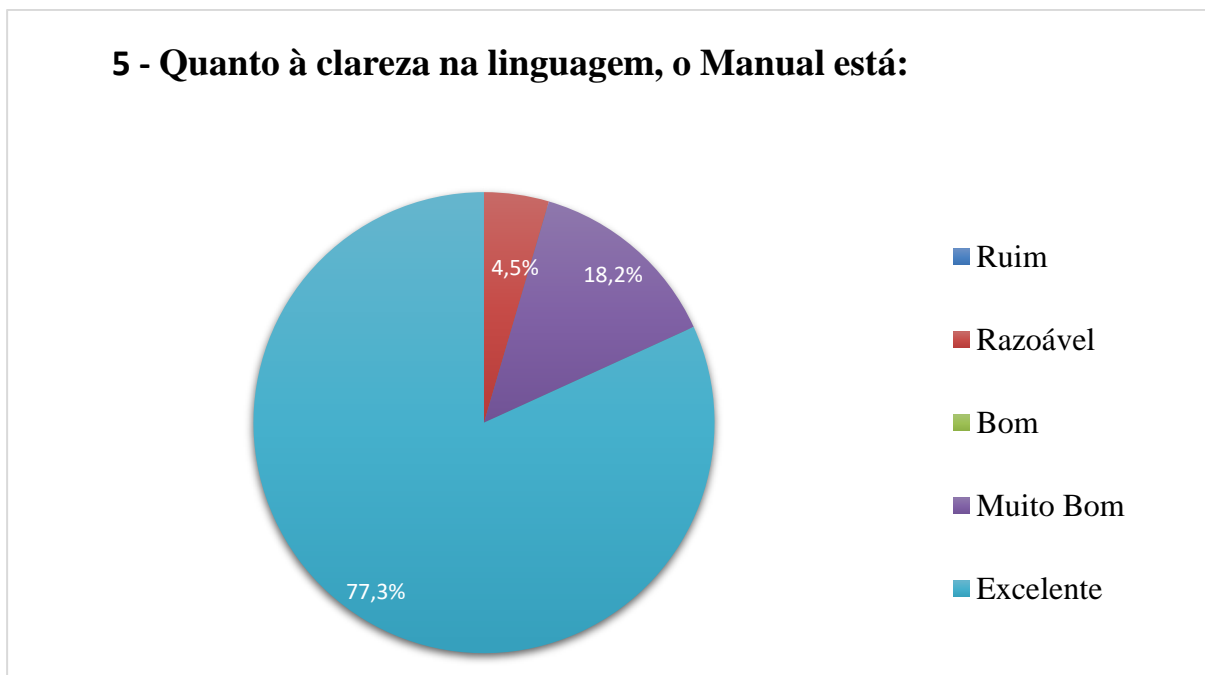
**P4 - “A organização deste manual está:”**



**Figura 5: Resultado referente à pergunta 4 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.**

Fonte: Dados da Pesquisa

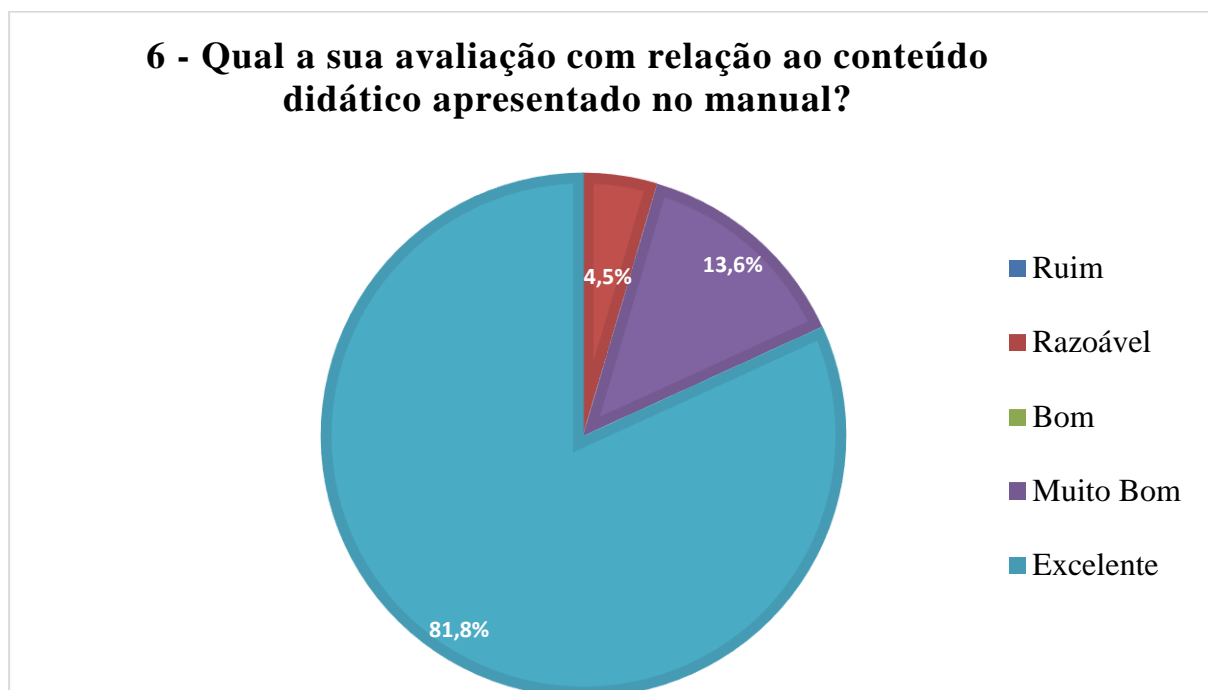
**P5 - “Quanto à clareza na linguagem, o Manual está:”**



**Figura 6: Resultado referente à pergunta 5 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.**

Fonte: Dados da Pesquisa

*P6 - “Qual a sua avaliação com relação ao conteúdo apresentado no Manual?”*



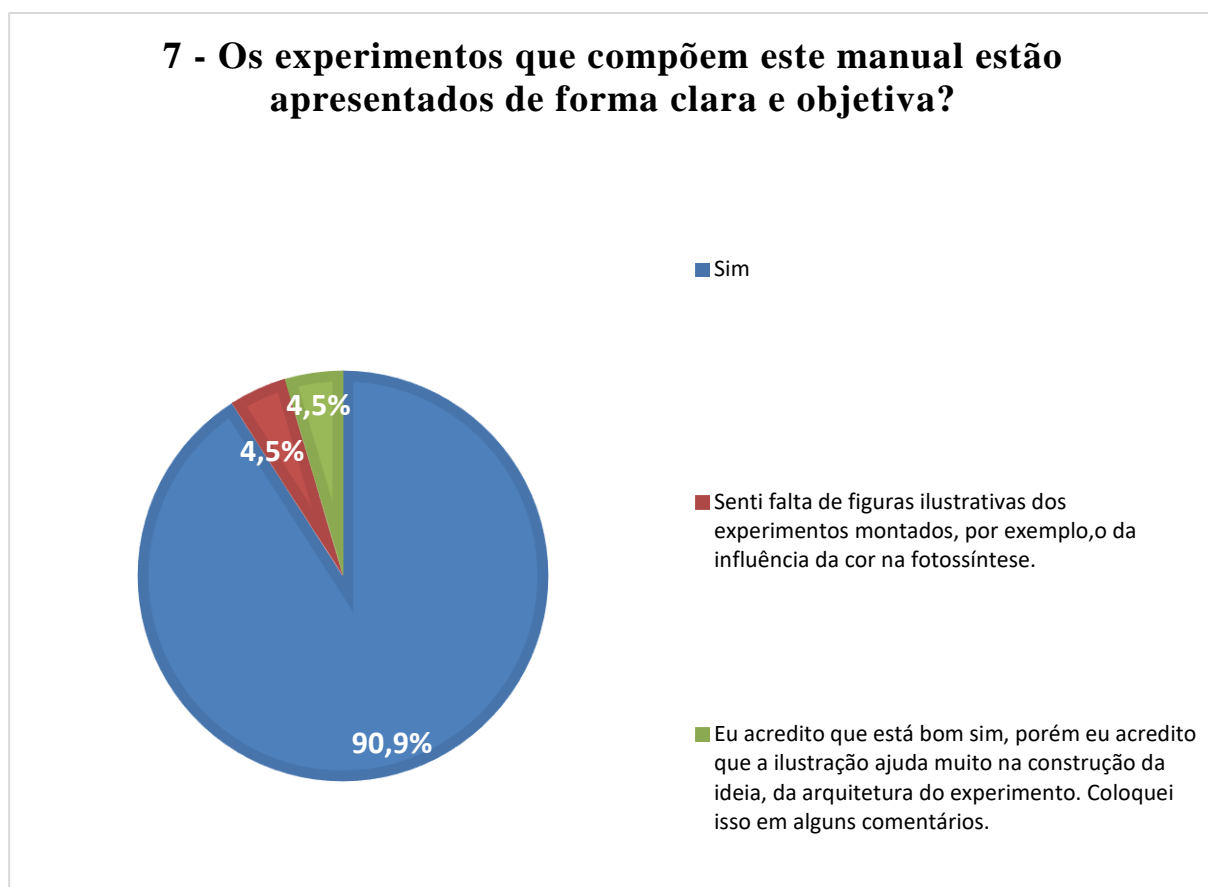
**Figura 7: Resultado referente à pergunta 6 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.**

Fonte: Dados da Pesquisa

De forma geral, o manual foi muito bem avaliado em relação aos parâmetros estruturais. A organização foi considerada excelente pela maioria dos avaliadores (68,2%) e, os demais, consideraram muito boa (31,8%).

Entendemos que sempre é possível melhorar nesses aspectos, mas essa avaliação nos deixa mais confortáveis para apresentar a primeira versão do manual.

**P7 - “Os experimentos que compõem este manual estão apresentados de forma clara e objetiva?”**



**Figura 8: Resultado referente à pergunta 7 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.**

**Fonte: Dados da Pesquisa**

Conforme mostra a Fig. 8, a maioria expressiva dos professores que avaliaram o manual (90,9%) concorda que os experimentos do manual estão apresentados com clareza e objetividade. Alguns professores, embora de acordo quanto a esses dois aspectos avaliados, consideraram a importância de incluir ilustrações.

A seguir, são apresentados exemplos de comentários referentes aos questionamentos sobre a falta de ilustrações:

*“Senti falta de figuras ilustrativas dos experimentos montados, por exemplo, o da influência da cor na fotossíntese.”*



*“Eu acredito que está bom sim, porém eu acredito que a ilustração ajuda muito na construção da ideia, da arquitetura do experimento. ”*

Esses comentários vêm ao encontro das ideias de Carvalho (2019), que afirma que as Ciências necessitam de figuras, tabelas, gráficos e até mesmo da linguagem matemática para expressar suas construções (CARVALHO, 2019, p. 7). Segundo a autora devemos dar atenção a outras linguagens, não nos limitando apenas às linguagens verbais (oral e escrita), pois estas não são suficientes para promover a construção do conhecimento científico.

Considerando algumas sugestões enumeradas pelos professores avaliadores, foram inseridas figuras em alguns experimentos, buscando torná-los mais didáticas e claros para o professor. Contudo, essa sugestão não foi acatada em todos os experimentos do manual, pois a maioria, de acordo com mais de 90% dos professores, está apresentada de forma compreensível. Compete ao professor adequar a apresentação dos experimentos propostos no manual ao perfil de seus alunos. No entanto, é necessário que as atividades de ensino sejam desafiadoras para estimular o exercício mental dos alunos, o que pode ser conseguido por meio da aplicação de atividades investigativas (ZOMPERO, 2016, p.44).

**P8** - *“Todos os experimentos que compõem este manual se adequam à uma característica investigativa?”*

**(95,5%) Sim**

**(4,5%) Não**

Uma atividade investigativa, segundo Carvalho (2019), deve apresentar um problema, levantamento de hipótese, plano de trabalho (a experimentação), obtenção e análise de dados e conclusão.

Os experimentos são apresentados no manual seguindo um modelo padrão (conforme apresentado no item Metodologia) que envolve a problematização, momento dedicado aos alunos para que discutam suas ideias e levantem hipóteses (baseadas no conhecimento prévio) para responder a questão-problema. Após a realização do experimento, segue-se a análise e a discussão dos resultados, etapa em que são orientados a retomar os questionamentos iniciais e a confrontarem suas hipóteses com os resultados obtidos. Desta forma, os alunos têm a oportunidade de rever e elaborar suas respostas com suporte em evidências.

Os experimentos foram avaliados, separadamente, pelos professores em “Minimamente”, “Parcialmente” e “Integralmente” quanto a se adequarem às características investigativas e são resumidos na Tabela 1.

**Tabela 1 - Resultados, em porcentagem, da avaliação dos professores, com relação à adequação de cada experimento a uma característica investigativa**

<b>Nº</b>	<b>Experimentos</b>	<b>Minimamente</b>	<b>Parcialmente</b>	<b>Integralmente</b>
<b>1</b>	Fotossíntese e as cores da luz	4,5%	4,5%	90,9%
<b>2</b>	Luz e Fotossíntese	0,0%	18,2%	81,8%
<b>3</b>	Separação de Pigmentos Vegetais por Cromatografia em Papel	4,5%	9,1%	86,4%
<b>4</b>	Folhas roxas e a Fotossíntese	4,5%	13,6%	81,8%
<b>5</b>	Solubilidade de Pigmentos de Tecidos Vegetais	0,0%	13,6%	86,4%
<b>6</b>	Fotossíntese - Absorção de CO <sub>2</sub> e liberação de O <sub>2</sub>	0,0%	9,1%	90,9%
<b>7</b>	Produção de gás na Fermentação	4,5%	4,5%	90,9%
<b>8</b>	Fermentação com leveduras rompidas	4,5%	4,5%	90,9%
<b>9</b>	A influência do oxigênio no processo de Fermentação	0,0%	13,6%	86,4%
<b>10</b>	Fermentações láctica e alcoólica	4,5%	4,5%	90,9%
<b>11</b>	Fermentação láctica	4,5%	4,5%	90,9%
<b>12</b>	Ação da Enzima Catalase	0,0%	9,1%	90,9%
<b>13</b>	Influência do pH na Reação Catalisada por Enzima	0,0%	9,1%	90,9%
<b>14</b>	Ação da enzima Amilase Salivar	4,5%	4,5%	90,9%
<b>15</b>	Oxigênio e a atividade enzimática	0,0%	13,6%	86,4%
<b>16</b>	Temperatura e a atividade enzimática	4,5%	9,1%	86,4%

**Fonte: Dados da Pesquisa**

De forma geral, os 16 experimentos foram bem avaliados quanto à contemplarem uma característica investigativa. De acordo com a Tabela 1, todos os experimentos foram

considerados integralmente adequados por mais de 81% dos avaliadores. Os experimentos “*Fotossíntese - Absorção de CO<sub>2</sub> e liberação de O<sub>2</sub>*”, “*Ação da Enzima Catalase*” e “*Influência do pH na Reação da Catalisada por Enzima*” foram considerados integralmente adequados por 90,1% dos professores e nenhum professor os considerou minimamente adequados. Os experimentos “*Luz e Fotossíntese*” e “*Folhas roxas e a Fotossíntese*” apresentaram as piores avaliações, considerando os três níveis. Somente 4,5% dos professores consideraram 9 experimentos minimamente investigativos.

Certamente, o ensino investigativo apresenta características investigativas que não são contempladas nos experimentos apresentados no manual, particularmente por requererem mais tempo para a implementação, mas esses resultados apontam uma boa adequação do delineamento experimental dentro da perspectiva do ensino investigativo.

**P9** - “*Considerando a escola/cidade em que você leciona, a aquisição dos materiais e dos reagentes listados para cada experimento do manual é:*”

Os experimentos foram avaliados separadamente em “Muito fácil, Fácil, Difícil e Muito Difícil”, como mostra na Tabela 2.

**Tabela 2 – Resultados, em porcentagem, da avaliação dos professores, com relação à aquisição dos materiais e reagentes de cada experimento**

Nº	Experimentos	Muito Fácil	Fácil	Difícil	Muito Difícil
1	Fotossíntese e as cores da luz	31,8%	45,5%	22,7%	0,0%
2	Luz e Fotossíntese	22,7%	54,5%	22,7%	0,0
3	Separação de Pigmentos Vegetais por Cromatografia em Papel	31,8%	50%	18,2%	0,0%
4	Folhas roxas e a Fotossíntese	27,3%	54,5%	18,2%	0,0%
5	Solubilidade de Pigmentos de Tecidos Vegetais	9,1%	50%	31,8%	9,1%
6	Fotossíntese- Absorção de CO <sub>2</sub> e liberação de O <sub>2</sub>	36,4%	45,5%	13,6%	4,5%
7	Produção de gás na Fermentação	63,6%	27,3%	9,1%	0,0%
8	Fermentação com leveduras rompidas	9,1%	45,5%	36,4%	9,1%
9	A influência do oxigênio no processo de Fermentação	22,7%	63,6%	9,1%	4,5%

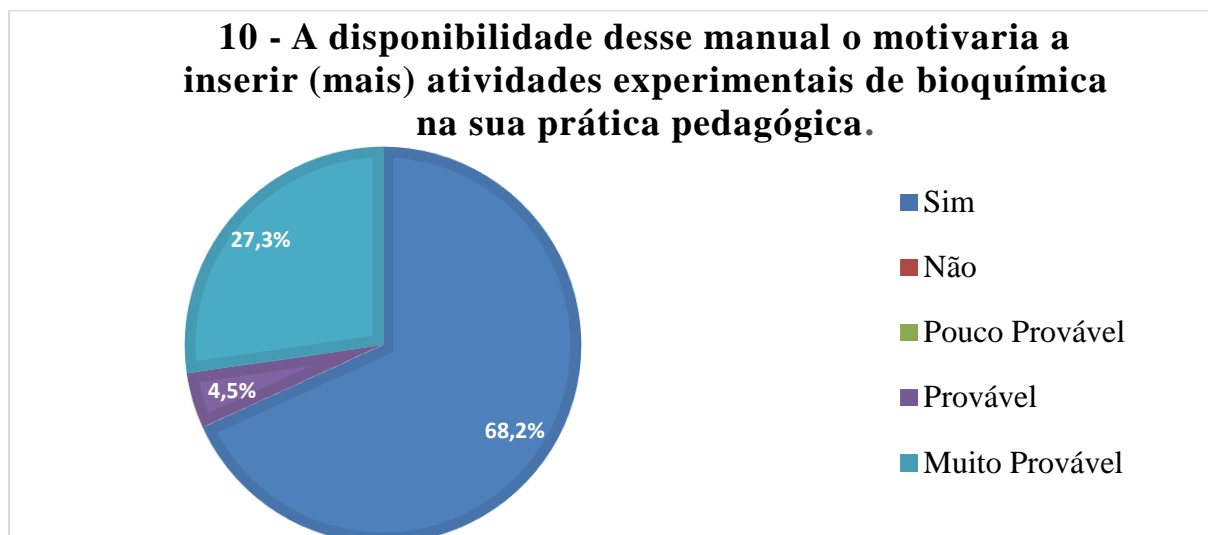
<b>10</b>	Fermentações láctica e alcoólica	31,8%	50%	18,2%	0,0%
<b>11</b>	Fermentação láctica	28,6%	61,9%	9,5%	0,0%
<b>12</b>	Ação da Enzima Catalase	36,4%	54,5%	9,1%	0,0%
<b>13</b>	Influência do pH na Reação Catalisada por Enzima	36,4%	50%	13,6%	0,0%
<b>14</b>	Ação da enzima Amilase Salivar	42,9%	47,6%	9,5%	0,0%
<b>15</b>	Oxigênio e a atividade enzimática	50%	36,4%	9,1%	4,5%
<b>16</b>	Temperatura e a atividade enzimática	50%	36,4%	9,1%	4,5%

**Fonte: Dados da Pesquisa**

Os dados apresentados na Tabela 2 indicam que a maioria dos reagentes e materiais requeridos para grande parte dos experimentos apresentados no manual foi avaliada como muito fácil ou fácil de adquirir. É oportuno lembrar, que muitos materiais podem ser substituídos por alternativos fáceis de conseguir, conforme sugestão apresentada no manual. Além disso, os reagentes listados para a maioria dos experimentos são utilizados no cotidiano e, podem ser encontrados, em sua maioria, nos supermercados ou em farmácias.

A aquisição dos materiais de dois experimentos, “*Solubilidade de Pigmentos de Tecidos Vegetais*” e “*Fermentação com leveduras rompidas*”, foi avaliada como difícil por mais de 30%. Esta percepção pode estar relacionada com a necessidade de utilizarem materiais e reagentes que não podem ser facilmente substituídos, e alguns reagentes, considerados difíceis de serem encontrados à venda no mercado local.

**P10** - “*A disponibilidade desse Manual o motivaria a inserir (mais) atividades experimentais de Bioquímica na sua prática pedagógica?*”



**Figura 9: Resultado referente à pergunta 10 do questionário aplicado aos professores de Biologia atuantes em escolas públicas.**

**Fonte: Dados da Pesquisa**

Todos os professores mostraram-se motivados a inserir (mais) atividades experimentais de Bioquímica na sua prática pedagógica, caso o manual de experimentos de Bioquímica “Com as Mãos na Massa” seja disponibilizado como material de apoio didático. As respostas variaram entre “Sim” (68,2%), “Muito provável” (27,3%) e “Provável” (4,5%). Esse resultado indica que ter a disponibilidade de material específico que apresente as informações básicas para planejar e realizar o experimento, facilitando o trabalho do professor, é um fator motivador para incluir, de forma mais representativa, atividades experimentais. Este resultado reforça os resultados apresentados nas figuras 3 e 4.

Assim sendo, a disponibilidade do manual favorecerá aplicação de atividades experimentais com características investigativas em sala de aula, alinhando-se à proposta da BNCC, que enfatiza a necessidade de inserir em Ciências da Natureza, práticas em uma perspectiva investigativa, colocando os estudantes frente a procedimentos e instrumentos de investigação (BRASIL, 2018).

A importância de algumas características referentes ao tema, aos estudantes, ao apoio técnico e didático foi avaliada na questão 11 e os dados estão compilados na Tabela 3.

**P11 - “Numere os itens abaixo de acordo com o grau de importância (máximo 5, mínimo 1) para você aplicar uma atividade experimental.”**

**Tabela 3 - Grau de importância, em porcentagem, de alguns fatores na aplicação de atividades experimentais (máximo 5, mínimo 1)**

<b>GRAU DE IMPORTÂNCIA</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>
Complexidade do tema	0,0%	0,0%	9,1%	40,9%	50%
Tamanho da turma	0,0%	9,1%	27,3%	36,4%	27,3%
Disponibilidade de material	4,5%	9,1%	18,2%	27,3%	40,9%
Interesse dos discentes	0,0%	9,1%	27,3%	45,5%	18,2%
Integração com questões do cotidiano	0,0%	4,5%	13,6%	27,3%	54,5%
Tema atual	0,0%	4,5%	9,1%	40,9%	45,5%
Tema polêmico	9,1%	4,5%	40,9%	18,2%	27,3%
Disponibilidade de apoio técnico	13,6%	9,1%	4,5%	36,4%	36,4%
Disponibilidade de apoio didático	4,5%	0,0%	18,2%	31,8%	45,5%

**Fonte: Dados da Pesquisa**

Os pontos considerados mais relevantes pelos professores na aplicação de atividades experimentais foram: complexidade do tema, integração com questões do cotidiano, tema atual e disponibilidade de apoio didático. Um ponto que poderia, *a priori*, parecer relevantes, como o interesse dos discentes, foi considerado importante por apenas 18,2% dos professores. Outros pontos, como o tamanho da turma e ser um tema polêmico foram considerados importantes por menos de 30% dos professores.

Cabe ressaltar, neste ponto, para fechar a discussão sobre a avaliação desse manual de experimentos de Bioquímica, o pensamento de Krasilchik (2016):

Mesmo admitindo que alguns dos fatores mencionados possam ser limitantes, nenhum deles justifica ausência de trabalho prático em cursos de Biologia. Um pequeno número de atividades interessantes e desafiadoras para o aluno já será suficiente para suprir as necessidades básicas desse componente essencial à formação dos jovens, que lhes permite relacionar os fatos às soluções de problemas, dando – lhes oportunidade de identificar questões por investigação, elaborar hipóteses e planejar experimentos para testá-las, organizar e interpretar dados e, a partir deles, fazer generalizações e interferências (KRASILCHICK, 2016, p.89).

**P12 -** “Caro colega professor, reservei o espaço abaixo para você. Aqui, você pode apresentar sua(s) crítica(s) e/ou sugestão(ões) que contribuirão para aperfeiçoar este “Manual de Aulas Práticas de Bioquímica.”

Essa questão discursiva, de caráter voluntário, foi respondida por 16 professores, ou seja, 72,7% dos participantes (22). Nenhum dos professores apontou erros conceituais, apenas indicaram a necessidade de pequenas correções de formatação em alguns textos. Um dos participantes apresentou algumas sugestões no sentido de enfatizar aspectos importantes para enriquecer nosso trabalho, baseadas em experiências que ele teve na elaboração do próprio trabalho de conclusão de curso.

Vale ressaltar que, considerando o todo, o manual de experimentos de Bioquímica recebeu uma avaliação muito positiva de todos os professores avaliadores e as críticas, quando apresentadas, sempre eram pertinentes e construtivas, demonstrando carinho e respeito pelo nosso trabalho.

Finalizo, agradecendo a boa vontade dos professores que se dispuseram a doar parte de seu tempo para contribuir com o aprimoramento do meu Trabalho de Conclusão de Mestrado.

## **7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E EXPECTATIVAS**

A ideia central do presente estudo é contribuir para a melhoria do ensino de Biologia em escolas públicas, uma vez que o produto desse projeto, um manual de experimentos, visa facilitar e estimular a inserção de aulas experimentais de Bioquímica na prática pedagógica de professores de Biologia do Ensino Médio.

Na elaboração do manual, desde a seleção do conteúdo, a organização geral do manual e dos experimentos, a linguagem, a capa, o nome e até a escolha de uma mascote com a minha cara, tudo foi pensado e direcionado com o intuito de produzir um material de apoio didático que pudesse dialogar com o professor de Biologia e atendesse às suas demandas, orientando-o no planejamento e em cada etapa de aplicação dos experimentos.

Buscamos utilizar um modelo de abordagem experimental que contemplasse características do ensino investigativo, em consonância com a proposta do ProfBio e com a literatura, que aponta que essa é uma estratégia pedagógica que ajuda a contextualizar e integrar os conteúdos teóricos estudados, motivando o aluno e tornando o ensino mais efetivo.

O nosso manual abarca não só o conteúdo teórico básico dos temas de Bioquímica selecionados, mas também apresenta as regras gerais de segurança no “Espaço Laboratório”, pois trabalhar com segurança é fundamental, além de condutas que evitam possíveis acidentes durante a realização de aulas experimentais.

Não podíamos deixar de tocar em um ponto que, muitas vezes, é desconsiderado nas discussões de resultados experimentais: o “erro”. É fundamental alertar o professor para que faça bom uso do “erro”; isto é, oportunize a discussão do valor de um resultado inesperado, conscientizando os alunos sobre o quanto se aprende analisando-o e, enfatizando a importância de levarmos em conta nossas possíveis “falhas”.

A escolha dos temas de Bioquímica para selecionar os experimentos para o manual foi um momento que gerou um pouco de indecisão e relutância em aceitar que seria inviável contemplar muitos temas, pois havia a limitação de tempo (limitação, sabiamente, enfatizada pela banca no momento da qualificação). Mas, por que selecionamos os temas fotossíntese, fermentação e enzimas? Bem, o primeiro é um dos tópicos principais de Bioquímica abordados no Ensino Médio. “Fotossíntese” é um processo fundamental, do qual os organismos heterotróficos, como nós mamíferos, temos uma grande dependência. É essencial para compreender os ciclos do carbono e do oxigênio, elementos essenciais para manter nossas células vivas...afinal, nosso metabolismo é aeróbio!

Para contemplar os organismos com metabolismo anaeróbio e, assim, também oportunizar a discussão de situações de hipóxia em células anaeróbicas facultativas, a produção de alimentos (como pães, vinhos, iogurtes, etc.) e também de biocombustíveis, foram incluídos experimentos sobre “Fermentação”.

O terceiro tópico, “Enzimas”, foi selecionado em função dessas moléculas serem os catalisadores biológicos que tornam possível a ocorrência das reações bioquímicas nas condições celulares, viabilizando o metabolismo.

Assim, elaboramos o manual de experimentos de Bioquímica “Com as Mãos na Massa” com a perspectiva que sirva como material de apoio didático para auxiliar professores de Biologia do Ensino Médio no planejamento e realização de experimentos de Bioquímica com características do ensino investigativo.

O manual foi avaliado por professores de Biologia do Ensino Médio que lecionam em escolas públicas; alguns, inclusive, também discentes do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da UnB.

De forma geral, os resultados da avaliação indicaram que o manual está adequado em todos os aspectos analisados, quais sejam: estrutura, organização, conteúdo, linguagem, clareza, objetividade, perspectiva investigativa. Todos os professores mostraram-se motivados a inserir (de forma mais representativa) atividades experimentais de Bioquímica na sua prática pedagógica, caso o manual de experimentos de Bioquímica “Com as Mãos na Massa” seja



disponibilizado como material de apoio didático. Esse resultado é significativo, pois reforça a necessidade de material didático específico. Assim sendo, a disponibilidade do manual favorecerá a aplicação de atividades experimentais com características investigativas em sala de aula, alinhando-se à proposta da BNCC (BRASIL, 2018).

Estamos cientes que a aplicação de atividades contemplando todas as características do ensino investigativo requer mais tempo do que a simples sequência de realização do experimento e discussão direta dos resultados. Isso porque a perspectiva investigativa envolve a apresentação de um problema, o levantamento de hipóteses com base no conhecimento prévio dos alunos, a pesquisa sobre o tema, o planejamento e realização do experimento, a análise de dados e discussão dos resultados.

Acreditamos que as propostas do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (ProfBio) contribuem diretamente na produção de materiais didáticos, que poderão ser utilizados pelos professores de Biologia de todo o país, minimizando problemas que enfrentamos na educação com a falta de material de apoio específico. Este é considerado um dos principais empecilhos para a aplicação de aulas experimentais, como apontado pela análise dos dados da avaliação.

É necessário criar estratégias para que os materiais didáticos produzidos cheguem até aqueles que se beneficiariam com isso, professores e alunos. Pensando nisso, criamos um *site* para disponibilizar o manual aos professores de Biologia, possibilitando a esses profissionais o acesso a experimentos baseados em conteúdo específico (Bioquímica), organizados e apresentados de modo a minimizar o tempo gasto no planejamento de atividades experimentais. Esse espaço virtual viabiliza também a integração entre professores de Biologia, a troca de ideias e informações.

Entendemos que sempre é possível melhorar, e esse é um passo natural e necessário na elaboração de materiais voltados para a educação. Contudo, os resultados dessa avaliação nos deixam mais confiantes para apresentar a primeira versão do manual.

Finalizo com a firme expectativa de que o Manual de Experimentos de Bioquímica “Com as Mãos na Massa”, material de apoio didático, elaborado com esmero por mim e minha orientadora, possa auxiliar os professores de Biologia no planejamento de atividades experimentais em tópicos de Bioquímica, facilitando, assim, seu trabalho e motivando-o a inserir a abordagem experimental de forma mais representativa no seu planejamento pedagógico. Mais ainda, que isso tenha reflexos positivos tanto no seu desempenho, quanto no aprendizado dos estudantes. Então, agora é trabalhar “Com as Mãos na Massa”.

## 8 REFERÊNCIAS

- BIZZO, N. (2009). *Ciências: fácil ou difícil?* (1ª Edição). São Paulo: Editora Biruta.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretária da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular. Brasília –DF; MEC; CONSED; UNDIME**, 2015. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC> > . Acesso em: 19 dez. 2018
- BUSATO, I.R.H. **Desenvolvimento de metodologias adequada à disciplina de Biologia, que permita uma diminuição da visão fragmentada do saber e contemple uma visão mais integrada e holística**, 2001. Dissertação (Mestrado) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Produção. Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2001. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/82259/187902.pdf?sequence=1&isAllowed=y> >. Acesso em: 28 de agosto de 2018.
- CARVALHO, A. M. P. D. *et al.* **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019. p. 1-152.
- CORREIA, P.R.M.; *et al.* A Bioquímica como Ferramenta Interdisciplinar: Vencendo o Desafio da Integração de Conteúdos no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v.19, n.19, p. 19-23, 2004.
- DALFOVO, Michael Samir; LANA, Rogério Adilson; SILVEIRA, Amélia. Métodos quantitativos e qualitativos: um resgate teórico. **Revista Interdisciplinar Científica Aplicada**, Blumenau, v.2, n.4, p.0113, Sem II. 2008
- DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. 3. ed. São Paulo: Cortez, 2009. 364p.
- DEMO, P. E. É errando que a gente aprende. **Nova Escola**. São Paulo, n. 144, p. 49-51, ago. 2001.

DISTRITO FEDERAL. **Currículo em Movimento da Educação Básica: Ensino Médio.** GDF/SEEDF, 2013. Disponível em: <[http://www.cre.se.df.gov.br/ascom/documentos/subeb/cur\\_mov/5\\_ensino\\_medio.pdf](http://www.cre.se.df.gov.br/ascom/documentos/subeb/cur_mov/5_ensino_medio.pdf)> Acesso em 06 jan. 2018.

FALA, A.M.; CORREIA, E.M.; PEREIRA, H.D.M. Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. **Ciênc. Cogn. [online]**, vol. 15, n.1, p. 137-154, 2010.

FRANCISCO JUNIOR, W.E. Bioquímica no ensino médio?! (De) Limitações a partir da análise de alguns livros didáticos de Química. **Ciência & Ensino**, vol.1, n.2, junho de 2007. Disponível em: <<file:///C:/Users/adm/Downloads/135-901-1-PB.pdf>> Acesso em 06 jan. 2018.

HILL, M.M., HILL, A. **A construção de um questionário.** Dinâmica. 54p. Lisboa. 1998.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** 4. ed. São Paulo: Ed. da USP, p. 198, 2004.

KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia.** 4. ed. São Paulo: Ed. da USP, p. 199, 2016.

LIMA D.B.; GARCIA.R.N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no ensino médio. **Cadernos de aplicação**, Porto Alegre. v. 24. n.1.jan/jun.2011.

MOREIRA, M.A. ¿Al final qué es aprendizaje significativo? **Revista Currículum**, La Laguna, v. 25, p. 29-56, 2012.

MOURA, D. A. Organização Curricular do Ensino Médio Integrado a Partir do Eixo Estruturante: Trabalho, Ciência, Tecnologia e Cultura. **Revista Labor**, n. 7, v. 1, p. 1-19, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning.** Washington: National Academy Press, 2000.

PNLD2018. **Guia Digital/Biologia.** Disponível em: < <http://www.fnde.gov.br/pnld-2018/index.html>>. Acesso em: 08 ago. 2018.

POSSOBOM, C.C.F.; OKADA, F.K.; DINIZ, R.E.S. Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e de ciências: relato de uma experiência. In: WILSON GALHEGO GARCIA; ALVARO MARTIM GUEDES. (Org.). **Núcleos de Ensino**. 1 ed. São Paulo: Editora Unesp, v.1, p. 113-123, 2003.

PRODANOV, C. C.; FREITAS, E. C. **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. 2ª ed. ed. Novo Hamburgo: Feevale, 2013.

SASSERON, L. H.; Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v.17, n. especial, p 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula. O papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, cap.3, p. 41-61.

VALDEZ, V. R. Desenvolvimento de uma matriz de competências e habilidades para repensar o ensino de ciências pela perspectiva do ensino por investigação. Dissertação, Universidade de Brasília, 2017.164p.

WIX. **Aqui você pode criar seu site profissional**. Disponível em: <https://pt.wix.com/>. Acesso em: 19 dez. 2019.

ZOMPERO, A. F., LABURÚ, C.E. **Atividades investigativas para as aulas de ciências: um diálogo com a teoria da aprendizagem significativa**. 1.ed. Curitiba: Appris, 2016.

## ANEXO 1- PARECER CONSUBSTANCIADO DO COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA- CEP



UNB - FACULDADE DE  
CIÊNCIAS DA SAÚDE DA  
UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA



### PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

#### DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

**Título da Pesquisa:** MANUAL DE AULAS PRÁTICAS DE BIOQUÍMICA PARA PROFESSORES DO ENSINO MÉDIO- Material de Apoio Didático.

**Pesquisador:** ALINE GISELE COSTA ALMEIDA

**Área Temática:**

**Versão:** 3

**CAAE:** 15363419.4.0000.0030

**Instituição Proponente:** Instituto de Ciências Biológicas - UnB

**Patrocinador Principal:** Financiamento Próprio

#### DADOS DO PARECER

**Número do Parecer:** 3.642.533

#### Apresentação do Projeto:

Resumo:

"A metodologia tradicional de ensino, em que o professor expõe o tema e o aluno é um mero ouvinte, tem sido questionada quanto a conduzir a uma aprendizagem efetiva. Nesse contexto, os resultados apresentados na literatura apontam a abordagem prática dos conteúdos integrada à teoria como uma estratégia que contribui para tornar o processo de ensino e de aprendizagem mais eficaz. Muitas são as barreiras que inviabilizam a inserção de atividades experimentais na rotina pedagógica, em particular, a indisponibilidade de tempo para o professor buscar e planejar aulas experimentais diversificadas. Baseados nessas ponderações, propomos neste projeto a elaboração de um "Manual de Aulas Práticas de Bioquímica" para dar subsídios a professores do Ensino Médio da Rede Pública de Ensino do Distrito Federal no planejamento, organização e execução de experimentos de Bioquímica. O "Currículo em Movimento da Educação Básica do DF – Ensino Médio" da Secretaria de Estado de Educação do DF será utilizado como referência para listar o conteúdo de Bioquímica abordado no Ensino Médio. Os critérios para seleção dos experimentos serão: contemplar o conteúdo de Bioquímica do Ensino Médio, ser possível de executar em, no máximo, 1 hora/aula e utilizar materiais disponíveis na escola ou de fácil aquisição e de baixo custo. Os experimentos selecionados serão organizados no formato pré-definido para o Manual, o qual será, então, submetido à análise por professores de Biologia do Ensino Médio que ministram o conteúdo de Bioquímica. Esses professores deverão responder um questionário, cujo intuito é

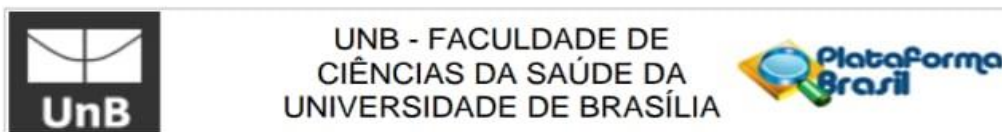
**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro

**Bairro:** Asa Norte **CEP:** 70.910-900

**UF:** DF **Município:** BRASÍLIA

**Telefone:** (61)3107-1947

**E-mail:** cepfsunb@gmail.com



Continuação do Parecer: 3.642.533

Outros	curriculoaline.pdf	20:04:54	COSTA ALMEIDA	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	25/05/2019 19:55:38	ALINE GISELE COSTA ALMEIDA	Aceito
Orçamento	orcamento.docx	25/05/2019 19:55:13	ALINE GISELE COSTA ALMEIDA	Aceito

**Situação do Parecer:**

Aprovado

**Necessita Apreciação da CONEP:**

Não

BRASILIA, 15 de Outubro de 2019

---

**Assinado por:**  
**Marie Togashi**  
**(Coordenador(a))**

**Endereço:** Faculdade de Ciências da Saúde - Campus Darcy Ribeiro  
**Bairro:** Asa Norte **CEP:** 70.910-900  
**UF:** DF **Município:** BRASILIA  
**Telefone:** (61)3107-1947 **E-mail:** cepfsunb@gmail.com

## **APÊNDICE 1- TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)**

Convidamos você para participar voluntariamente do projeto de pesquisa de mestrado intitulado “**Manual de Aulas Práticas de Bioquímica para Professores do Ensino Médio**”, sob a responsabilidade da pesquisadora **Aline Gisele Costa Almeida** e orientação da **Professora Dr<sup>a</sup>. Consuelo Medeiros Rodrigues de Lima**. O projeto propõe a elaboração de um “Manual de Aulas Práticas de Bioquímica”, voltado para o professor de Biologia do Ensino Médio das escolas públicas do Distrito Federal. O Manual conterà as informações teóricas básicas do tema de cada experimento, o material e o delineamento experimental detalhado e uma lista de questões consideradas relevantes para a discussão dentro de cada tema. Tais informações darão suporte ao trabalho do professor, conferindo-lhe mais segurança para planejar e aplicar a atividade experimental proposta. Dessa forma, será possível também minimizar algumas questões relativas à insegurança que poderia surgir na montagem do experimento e na abordagem de alguns tópicos de Bioquímica, em particular no que diz respeito à diversidade de questões levantadas pelos estudantes.

O objetivo geral desse projeto é elaborar um Manual de experimentos de Bioquímica que estimule a inserção de aulas experimentais na prática pedagógica de professores de Biologia do Ensino Médio. Esse material deverá contribuir para a melhoria do ensino público do DF, que deve refletir-se na aprendizagem.

O pesquisador responsável pela pesquisa fornecerá a você todos os esclarecimentos necessários sobre o projeto antes e no decorrer da pesquisa e lhe asseguramos que o seu nome não aparecerá, sendo mantido o mais rigoroso sigilo pela omissão total de quaisquer informações que permitam identificá-lo (a).

A sua participação se dará por meio da avaliação do Manual, produto desse projeto. Para tanto, você receberá por e-mail um exemplar do Manual e um questionário (*online*), com perguntas sobre diferentes aspectos do manual com o intuito de avaliar o potencial do Manual para ser utilizado como material de apoio didático e como fator que estimule a inserção de aulas experimentais na prática pedagógica do professor de Biologia do Ensino Médio de Escolas Públicas do DF. Também abre espaço para as suas sugestões, as quais serão consideradas para o aperfeiçoamento do material. O tempo estimado para análise e resolução do questionário será

de três semanas, a contar a partir da data de envio/ entrega do Manual. Ao receber o e-mail favor acusar o recebimento do Manual e do Questionário.

Os riscos previstos decorrentes da participação na pesquisa incluem riscos de origem psicológica, intelectual e/ou emocional, como possibilidade de constrangimento ao responder o questionário, desconforto, estresse, cansaço ao responder as perguntas, gasto de tempo e quebra de anonimato. Para a prevenção dos riscos previstos da participação na pesquisa as seguintes medidas serão adotadas: garantia de sigilo e participação voluntária, interrupção da aplicação do questionário a qualquer momento e prontamente quando solicitado, esclarecimento prévio sobre a pesquisa, aplicação de questionários não identificados pelo nome para que seja mantido o anonimato, garantia que as respostas serão confidenciais e o local de aplicação dos questionários ficará a seu critério. Sua participação é voluntária, isto é, não há pagamento por sua colaboração.

Todas as despesas que você tiver, relacionadas diretamente à sua participação no projeto de pesquisa serão cobertas pelo pesquisador responsável.

Caso haja algum dano direto ou indireto decorrente da sua participação na pesquisa, você deverá buscar ser indenizado, obedecendo-se as disposições legais vigentes no Brasil.

Os resultados da pesquisa serão divulgados na Universidade de Brasília, *Campus Darcy Ribeiro*, podendo ser publicados posteriormente. Os dados e materiais serão utilizados somente para esta pesquisa e ficarão sob a guarda do pesquisador por um período de cinco anos, após isso serão destruídos.

Se você tiver qualquer dúvida em relação à pesquisa, por favor telefone para: Aline Gisele Costa Almeida, no telefone (38) 998108174 ou por e-mail [alinebio2007@yahoo.com.br](mailto:alinebio2007@yahoo.com.br), disponível em qualquer horário para contato com o pesquisador, inclusive para ligação a cobrar.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Faculdade de Ciências da Saúde (CEP/FS) da Universidade de Brasília. O CEP é composto por profissionais de diferentes áreas cuja função é defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos. As dúvidas com relação à assinatura do TCLE ou os direitos do participante da pesquisa podem ser esclarecidas pelo telefone (61) 3107-1947 ou pelo e-mail [cepfs@unb.br](mailto:cepfs@unb.br) ou [cepfsunb@gmail.com](mailto:cepfsunb@gmail.com), horário de atendimento de 10:00hs às 12:00hs e de 13:30hs às 15:30hs, de segunda a sexta-feira. O CEP/FS localiza-se na Faculdade de Ciências da Saúde, *Campus Universitário Darcy Ribeiro*, Universidade de Brasília, Asa Norte.



Caso concorde em participar, pedimos que assine este documento que foi elaborado em duas vias; uma ficará com o pesquisador responsável e a outra com você.

---

Nome e Assinatura do Participante da Pesquisa

---

Aline Gisele Costa Almeida (Pesquisador Responsável)

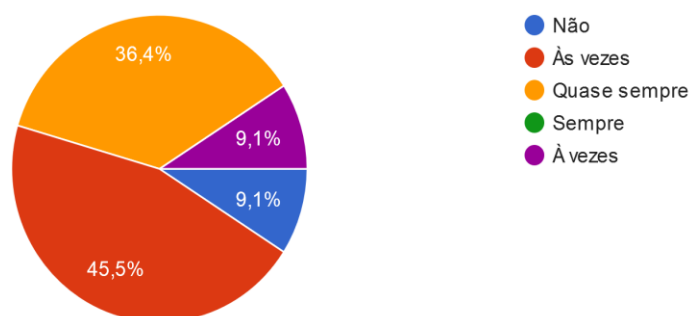
Brasília, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

## APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO COMPLETO COM GRÁFICOS DISPONÍVEIS NO *GOOGLE FORMS*

O questionário composto por 10 questões de múltiplas escolhas, aplicadas com o intuito de avaliar o potencial do Manual, cujos resultados são apresentados abaixo:

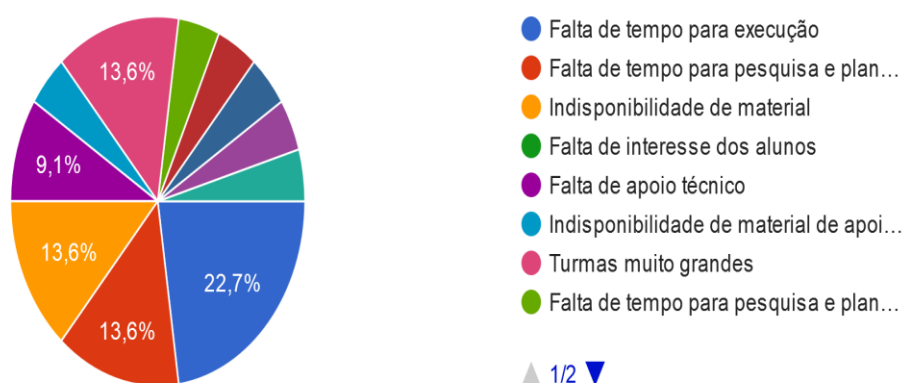
1- Aulas experimentais fazem parte da sua prática pedagógica

22 respostas



2 - Assinale na lista de motivos abaixo, quais poderiam dificultar a aplicação de aulas experimentais:

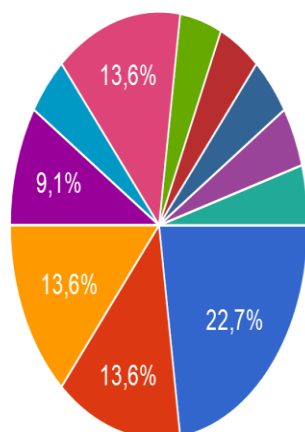
22 respostas



▲ 1/2 ▼

2 - Assinale na lista de motivos abaixo, quais poderiam dificultar a aplicação de aulas experimentais:

22 respostas

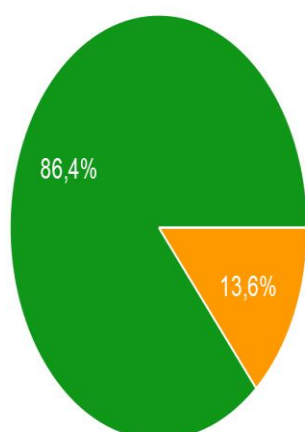


- Indisponibilidade de material de apoio específico
- Devido um conjunto de fatores: falta de um laboratório organizado e limpo; comprometimento dos alunos na rea...
- Aqui eu registro mais de uma opção. A falta de material, para mim, seria a p...
- Motivos: falta de tempo pra execução; indisponibilidade de material de apoi...

▲ 2/2 ▼

3 - Você considera a aula experimental uma estratégia didática

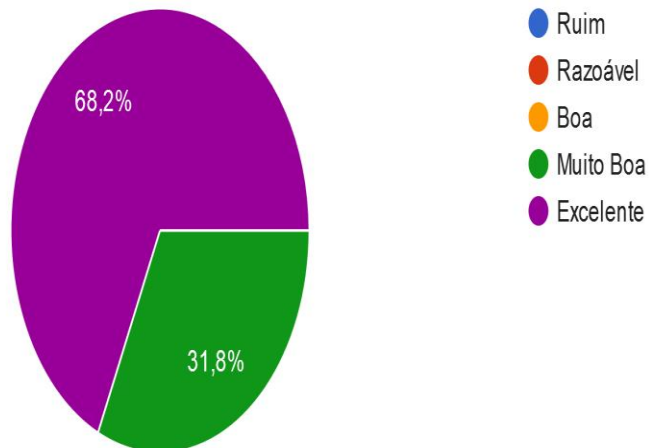
22 respostas



- Ruim
- Razoável
- Boa
- Muito Boa

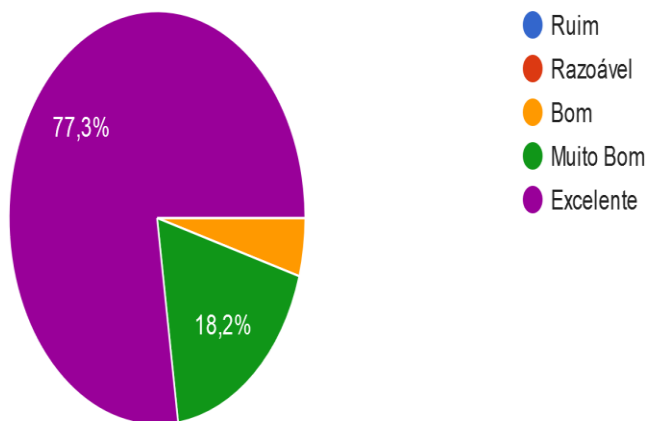
4 - A organização deste Manual está:

22 respostas



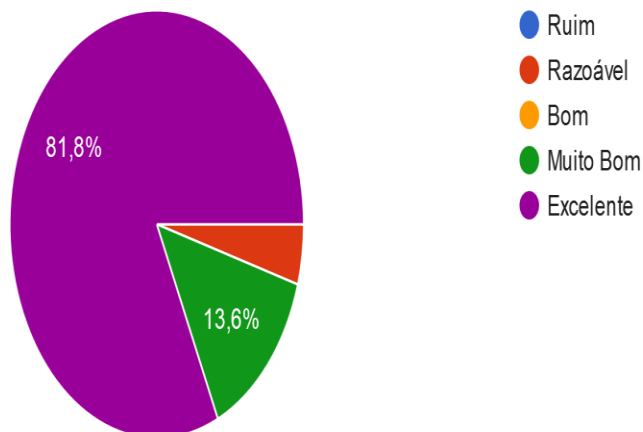
5 - Quanto à clareza na linguagem, o Manual está:

22 respostas



6 - Qual a sua avaliação com relação ao conteúdo didático apresentado no Manual?

22 respostas



7 - Os experimentos que compõem este manual estão apresentados de forma clara e objetiva?

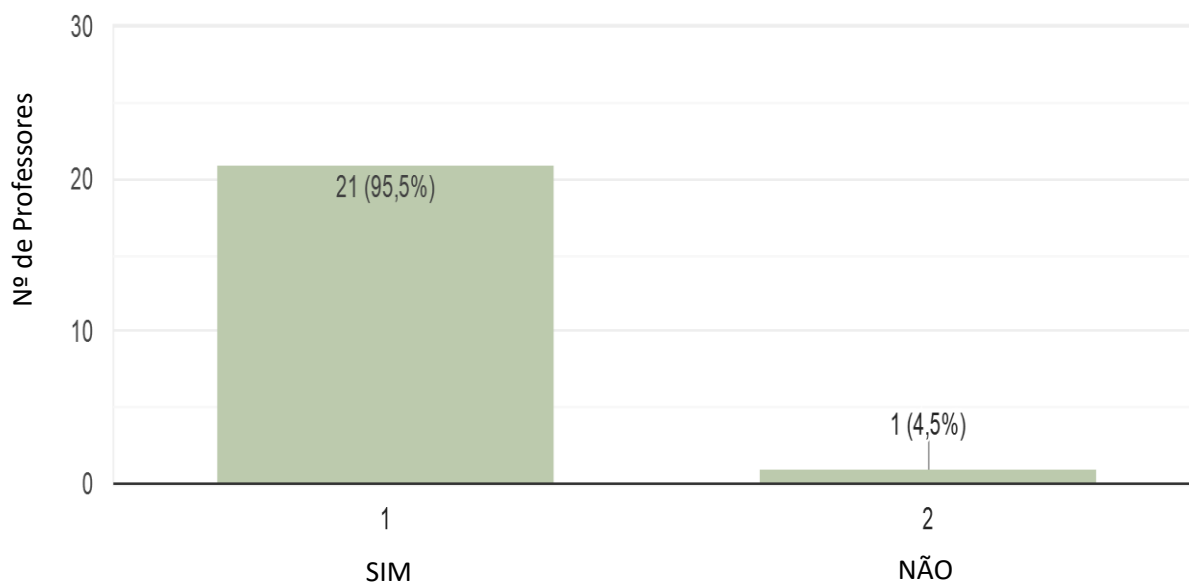
22 respostas



## 8 - Todos os experimentos que compõem este manual se adequam a uma perspectiva investigativa?

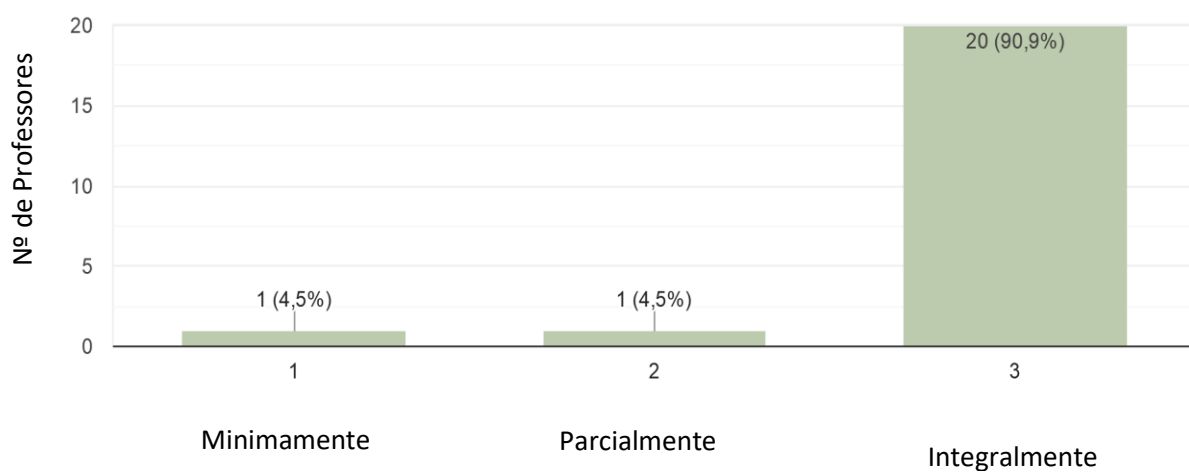
(A seguir, os experimentos serão avaliados separadamente.)

22 respostas



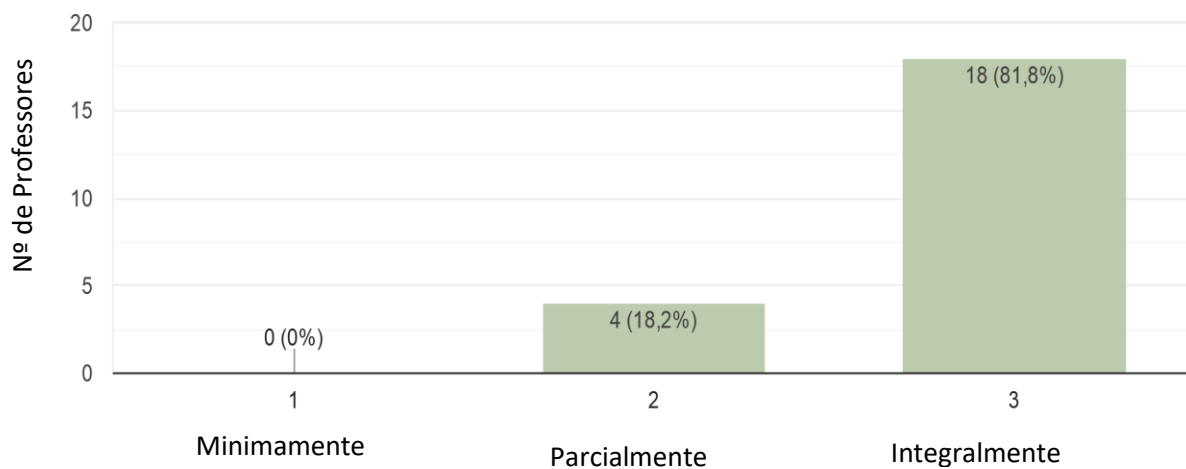
### Experimento 1: Fotossíntese e as cores da luz

22 respostas



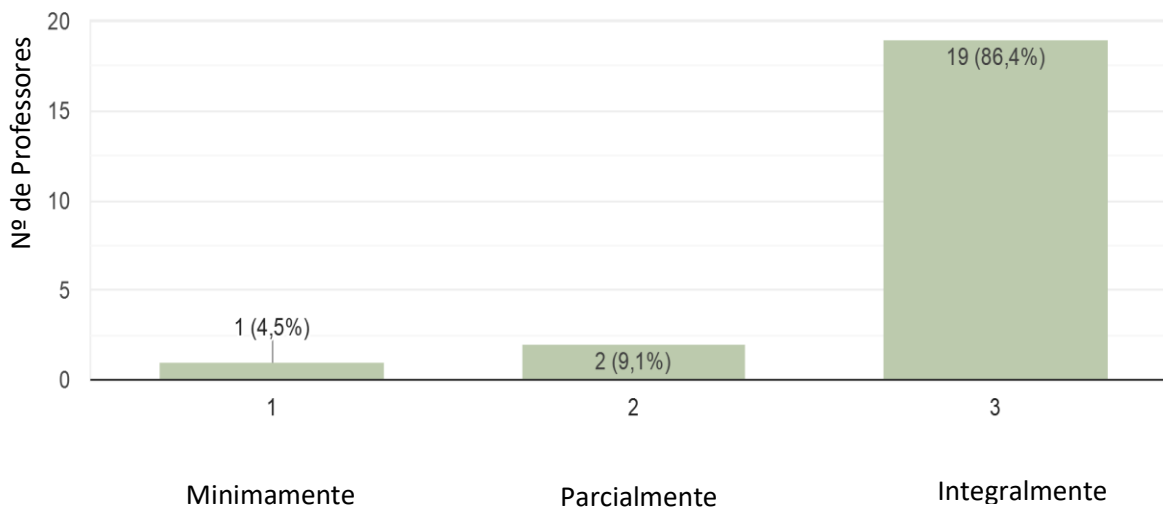
### Experimento 2: Luz e Fotossíntese

22 respostas



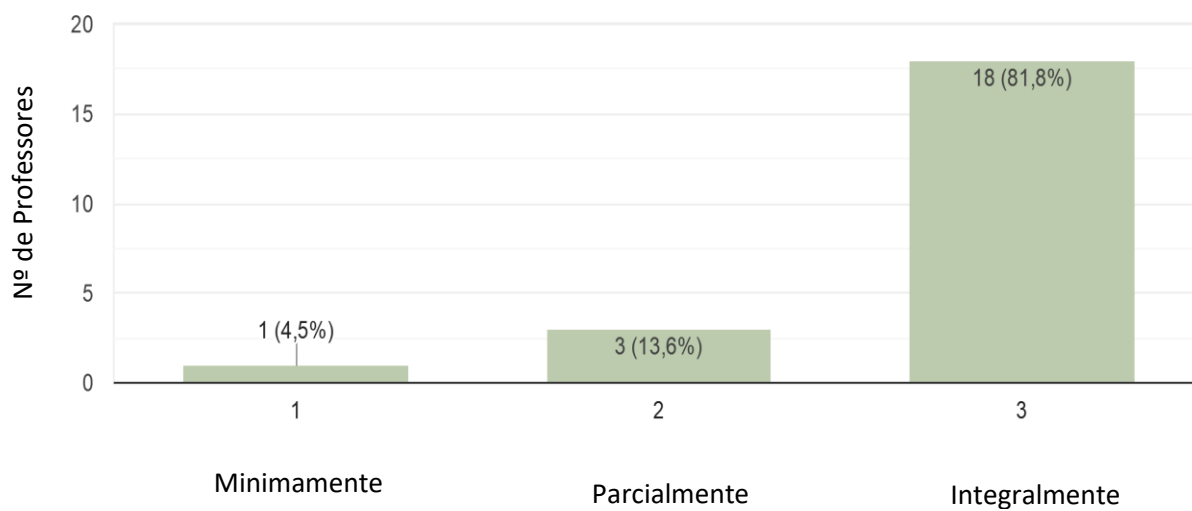
### Experimento 3: Separação de Pigmentos Vegetais por Cromatografia em Papel

22 respostas



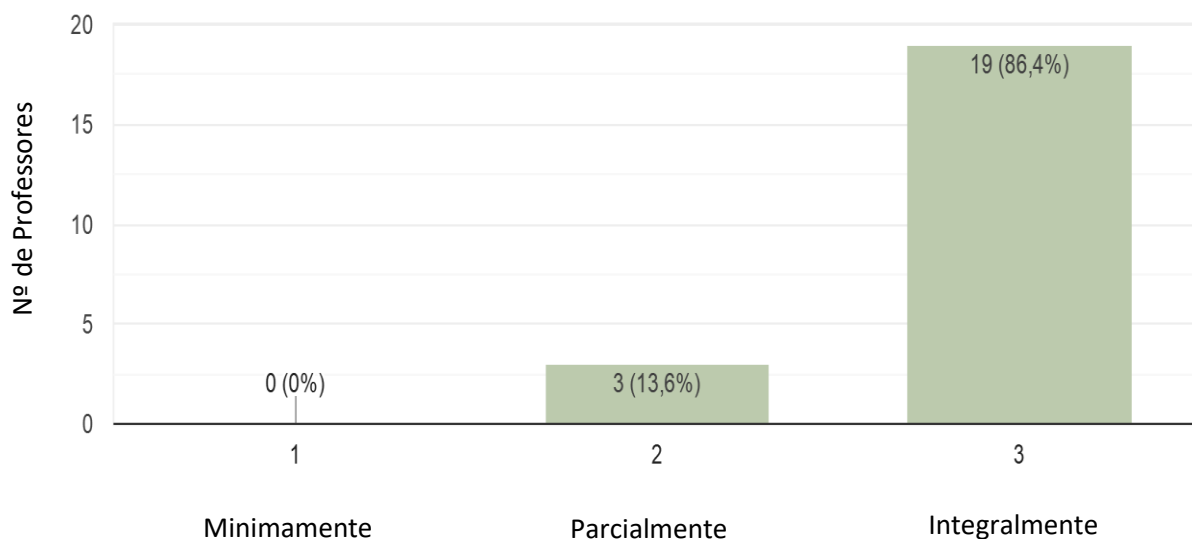
#### Experimento 4: Folhas roxas e a Fotossíntese

22 respostas



#### Experimento 5: Solubilidade de Pigmentos de Tecidos Vegetais

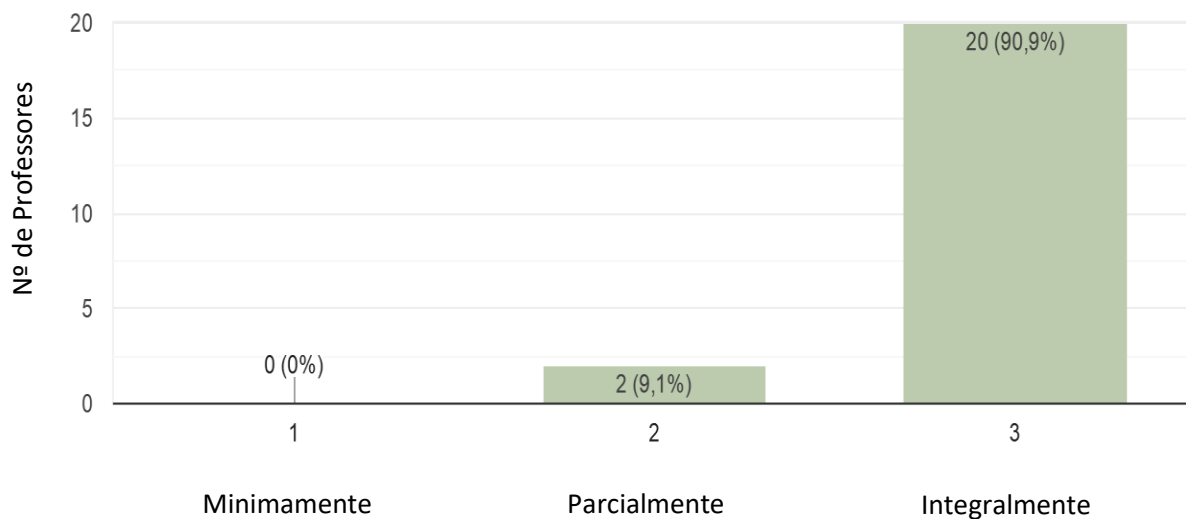
22 respostas





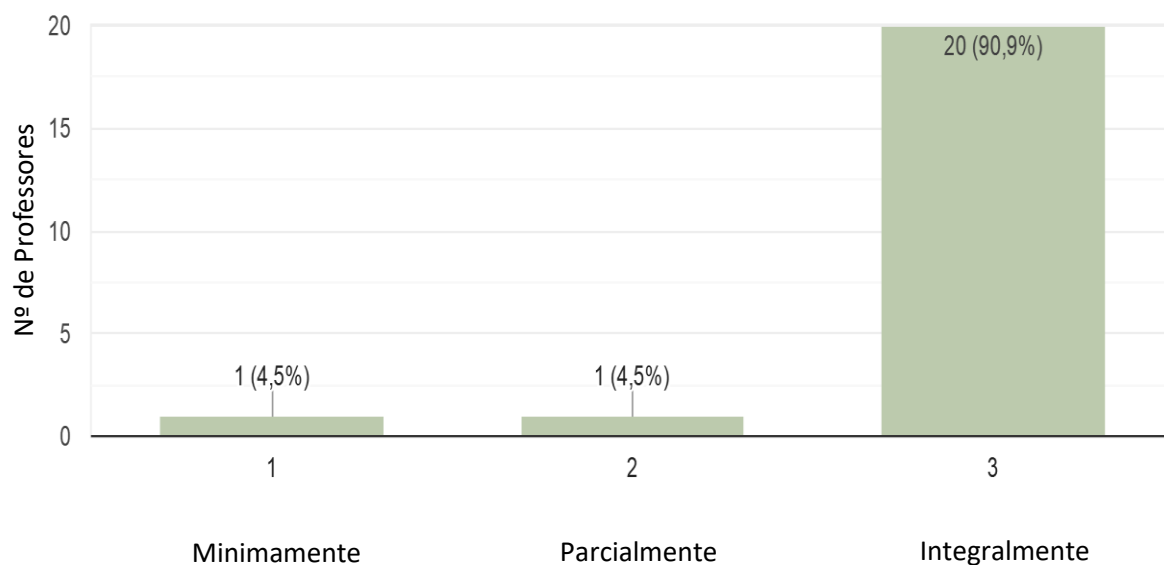
Experimento 6: Fotossíntese- Absorção de CO<sub>2</sub> e liberação de O<sub>2</sub>

22 respostas



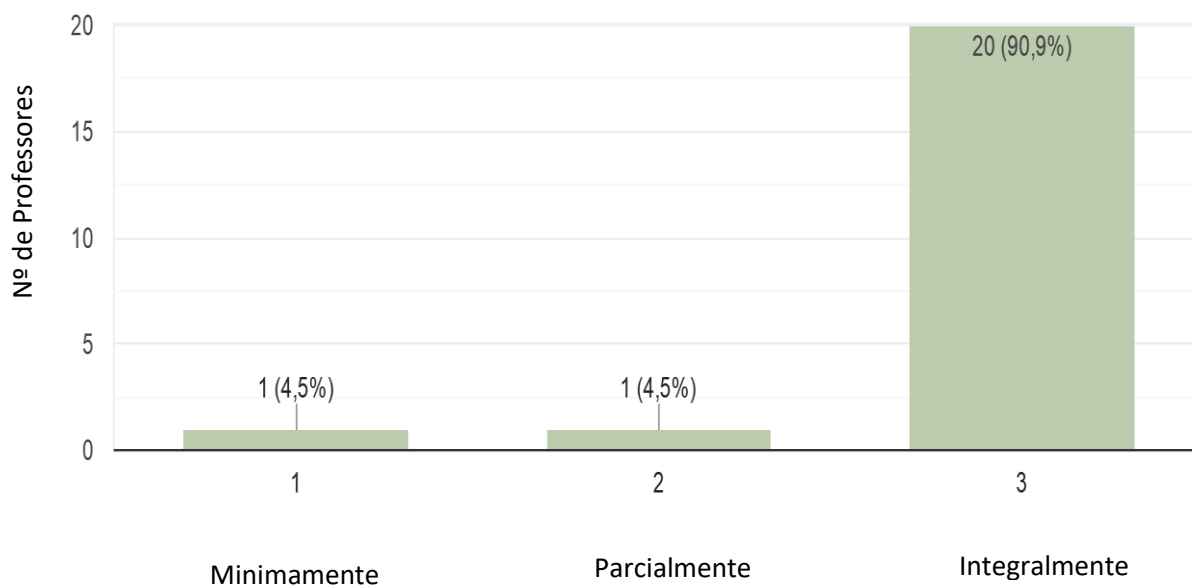
## Experimento 7: Produção de gás na Fermentação

22 respostas



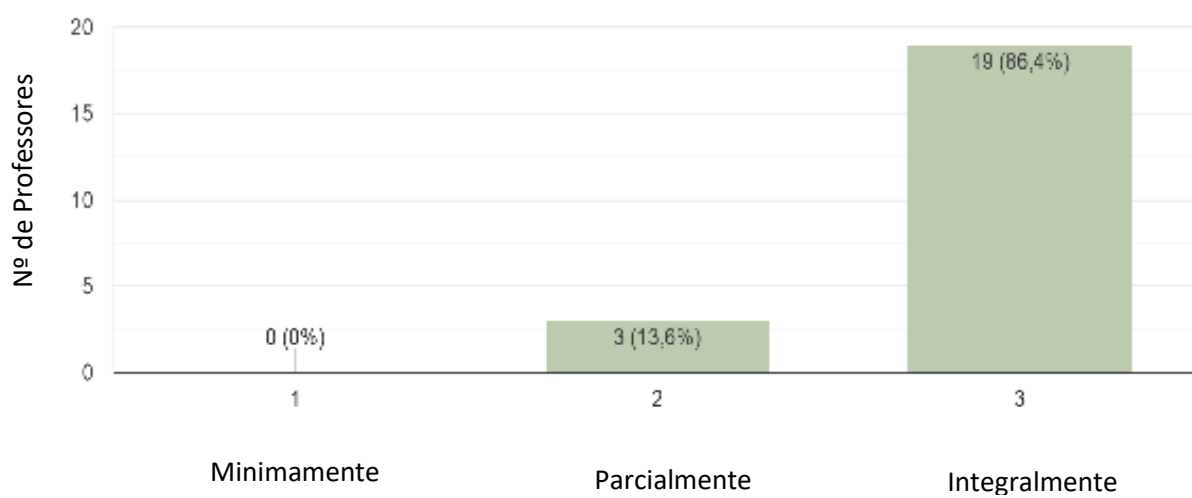
### Experimento 8: Fermentação com leveduras rompidas

22 respostas



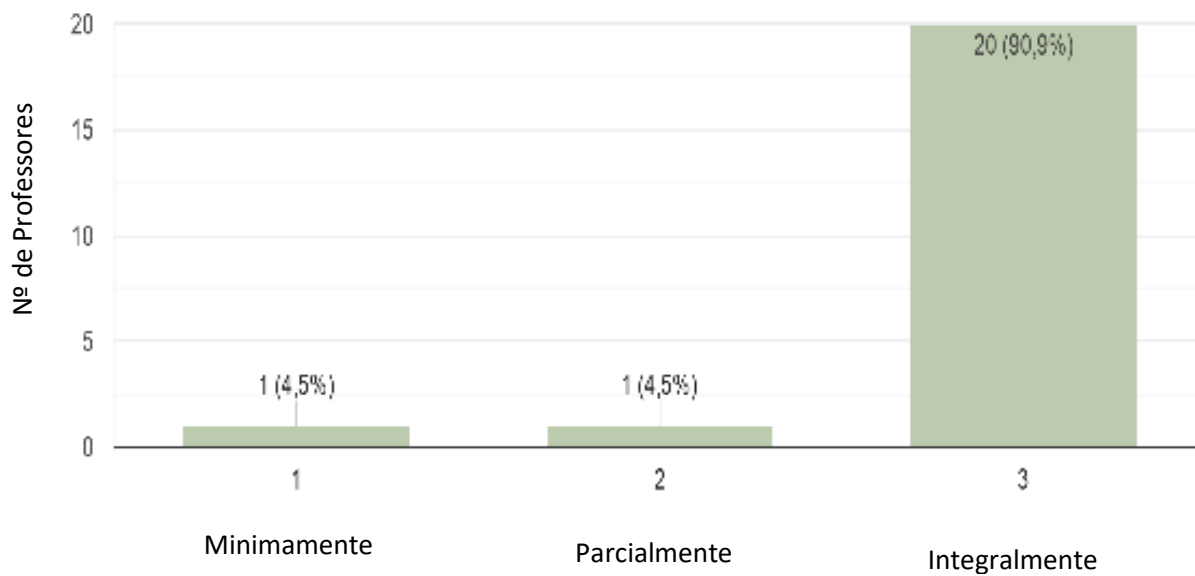
### Experimento 9: A influência do oxigênio no processo de Fermentação

22 respostas



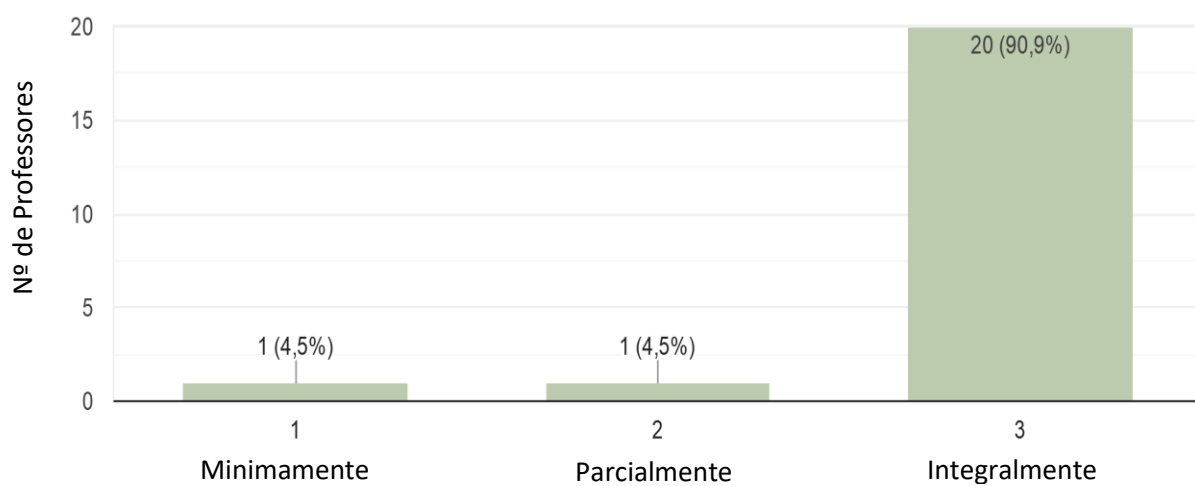
### Experimento 10: Fermentações láctica e alcoólica

22 respostas



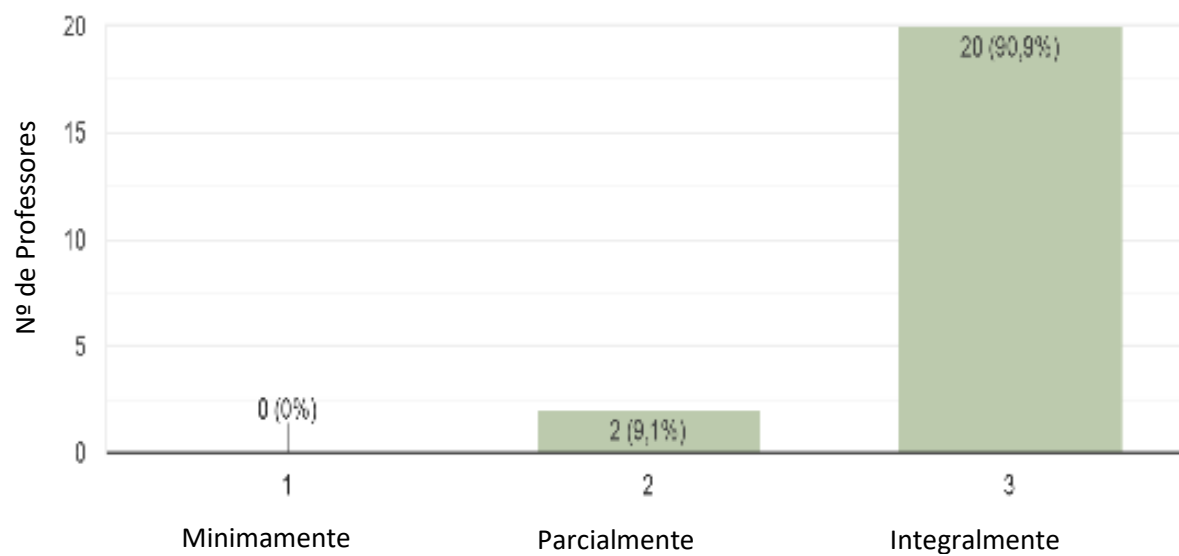
### Experimento 11: Fermentação láctica

22 respostas



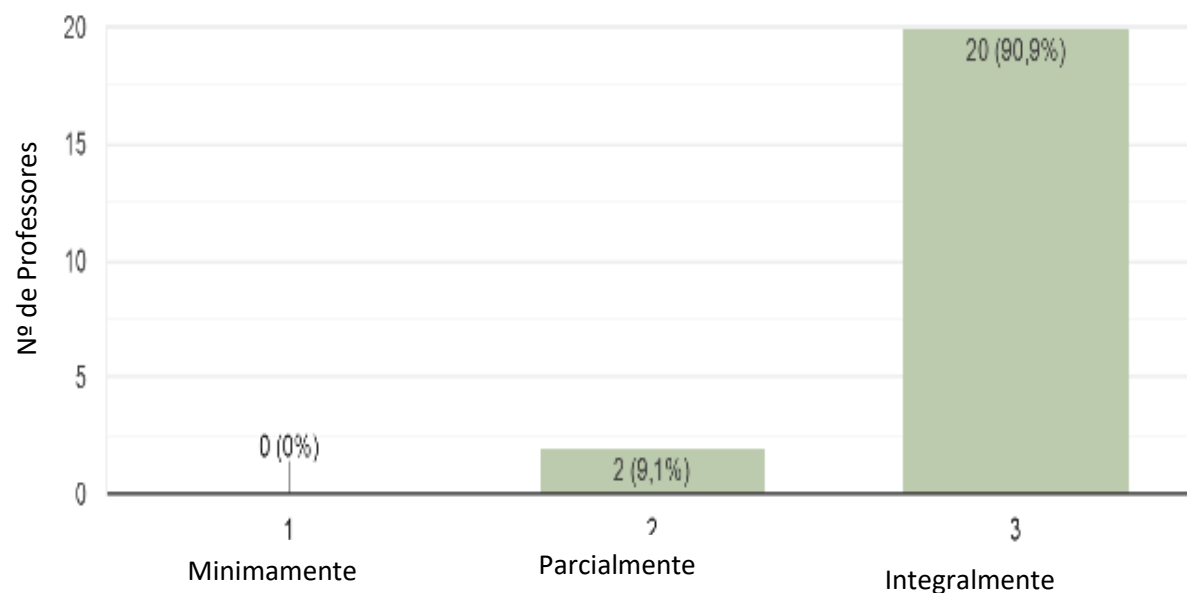
### Experimento 12: Ação da Enzima Catalase

22 respostas



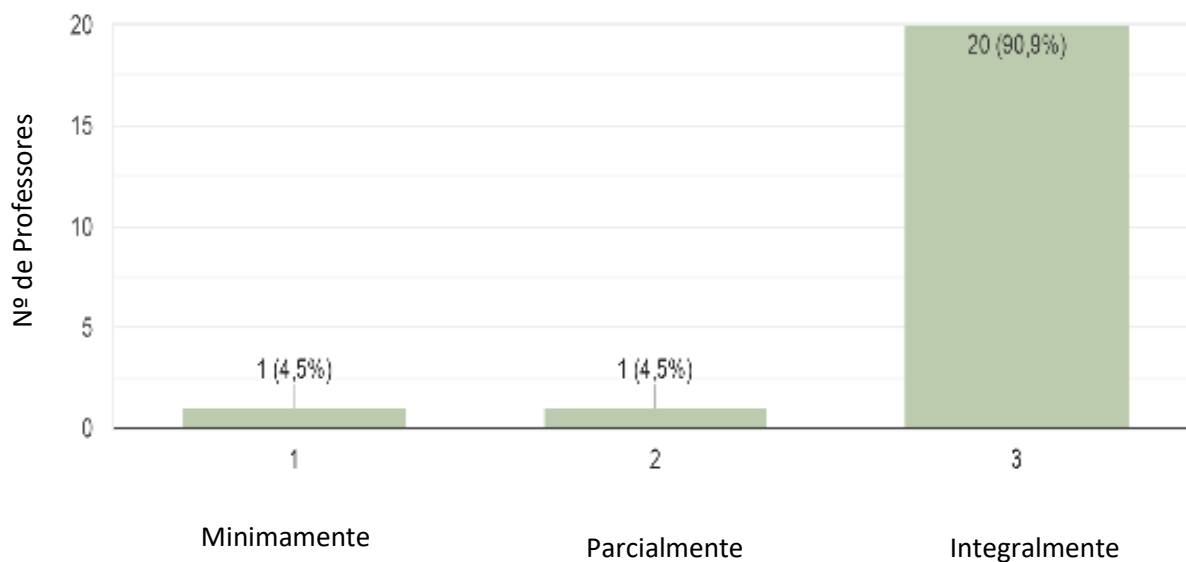
### Experimento 13: Influência do pH na Reação Catalítica por Enzimas

22 respostas



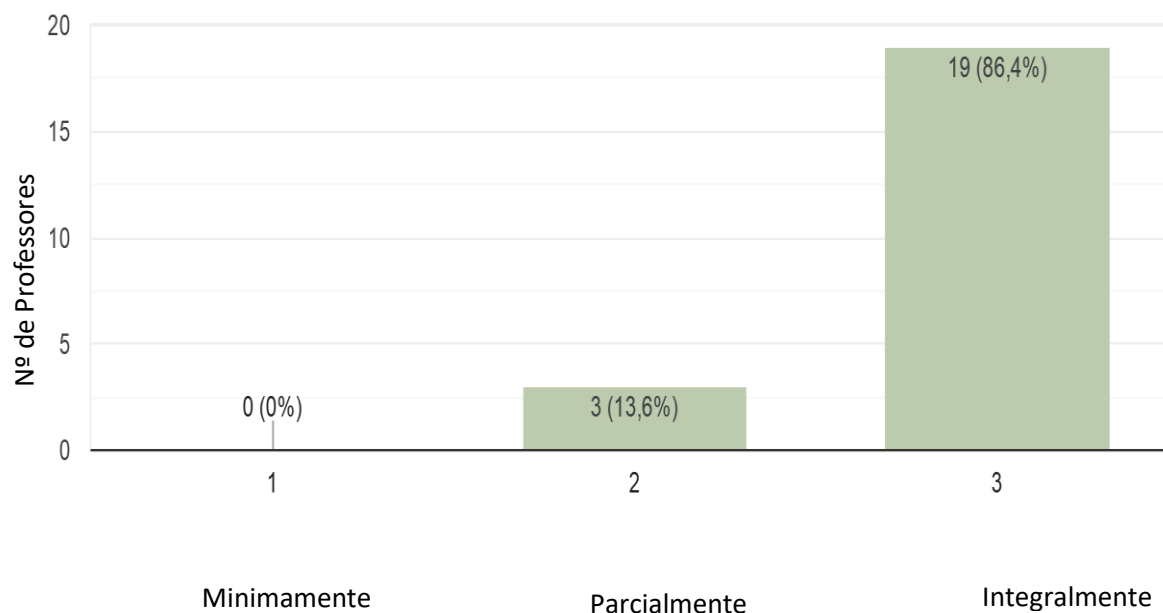
### Experimento 14: Ação da enzima amilase salivar

22 respostas



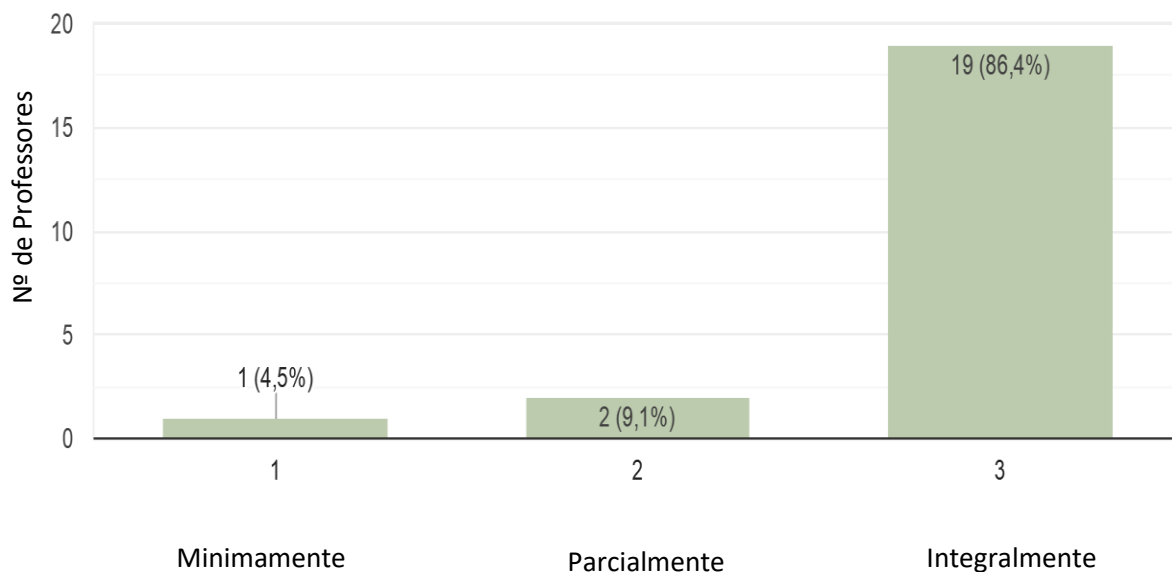
### Experimento 15: Oxigênio e a atividade enzimática

22 respostas



## Experimento 16: Temperatura e a atividade enzimática

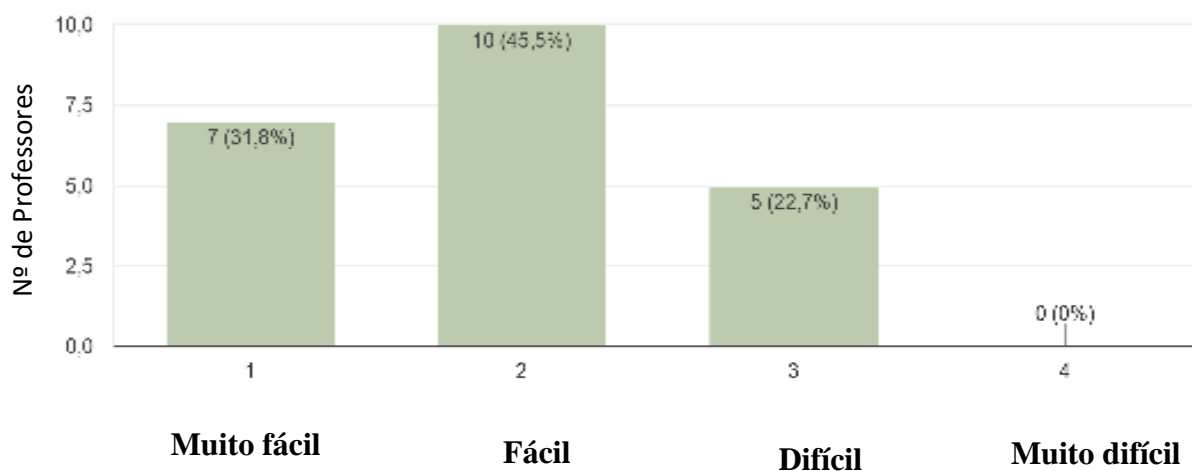
22 respostas



**9 - Considerando a escola/cidade em que você leciona, a aquisição dos materiais e dos reagentes listados para cada experimento do manual é:**

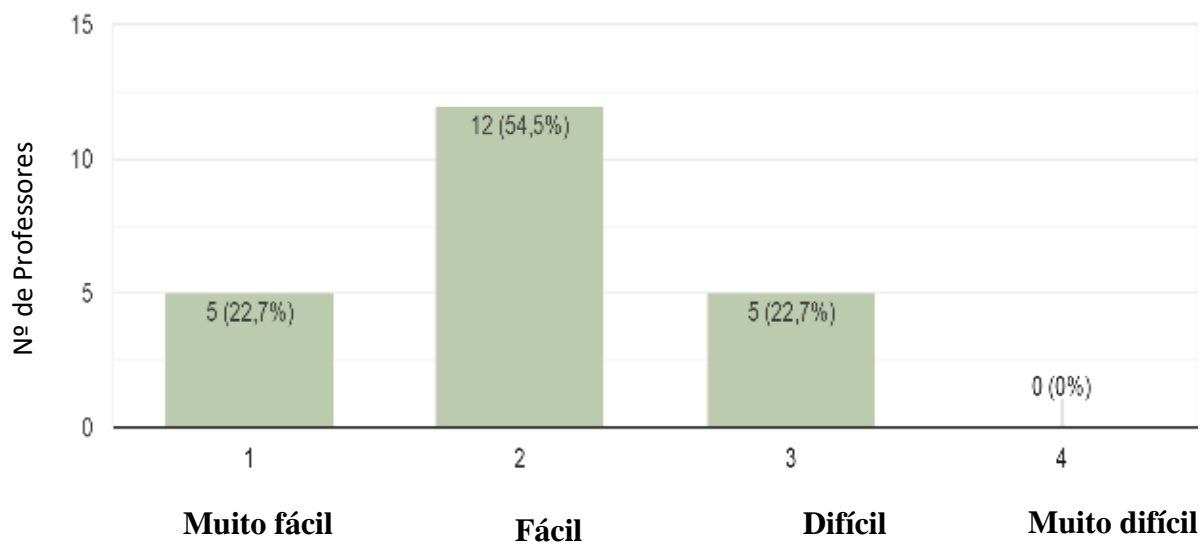
## Experimento 1: Fotossíntese e as cores da luz

22 respostas



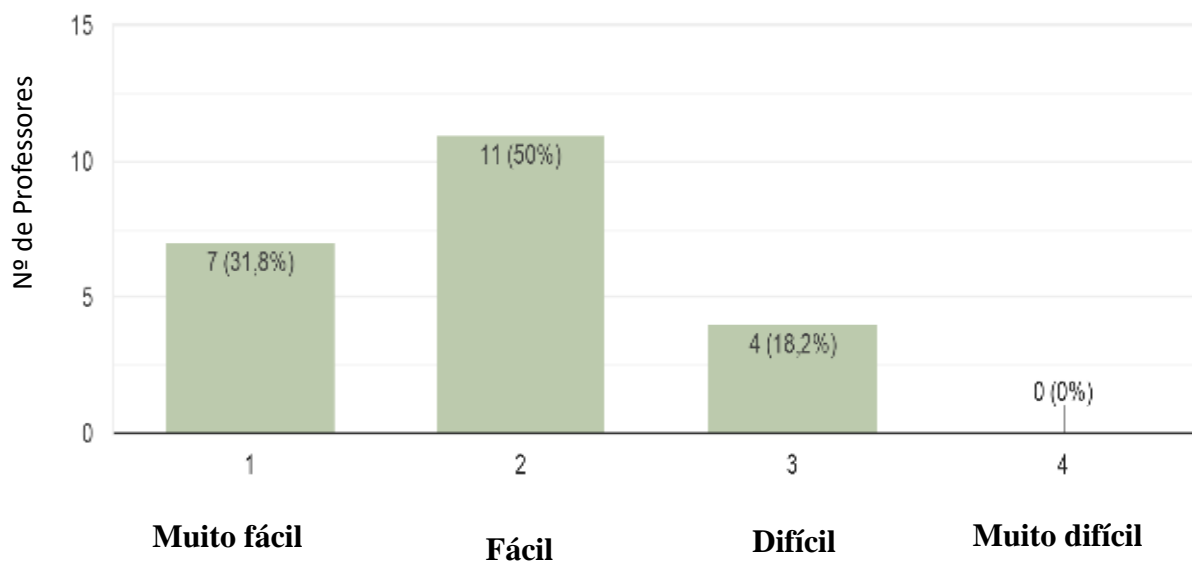
### Experimento 2: Luz e Fotossíntese

22 respostas



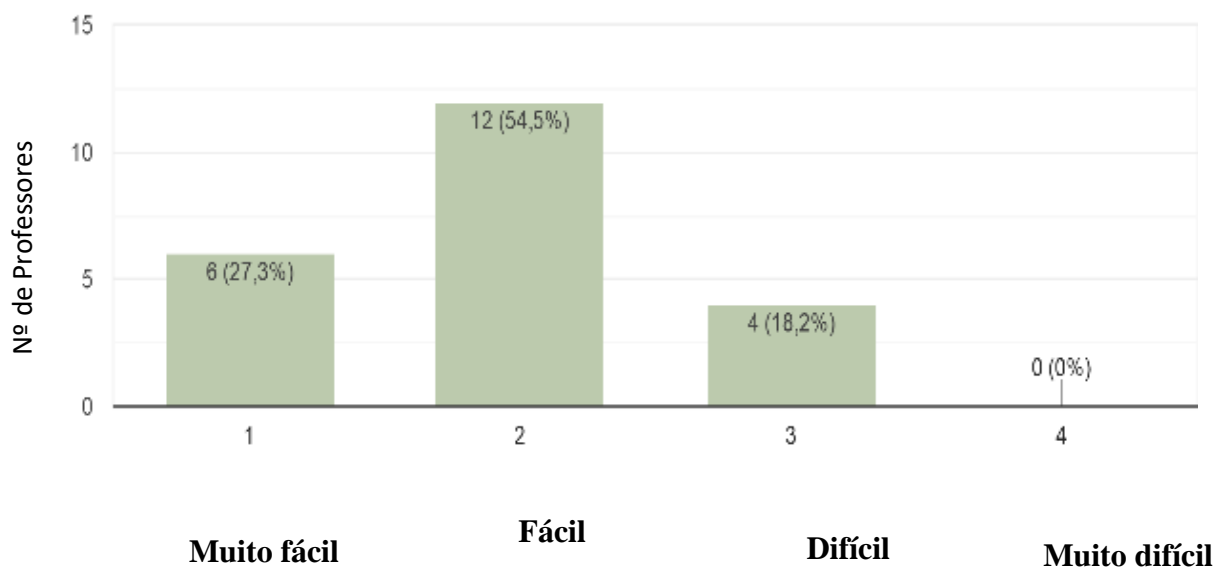
### Experimento 3: Separação de Pigmentos Vegetais por Cromatografia em Papel

22 respostas



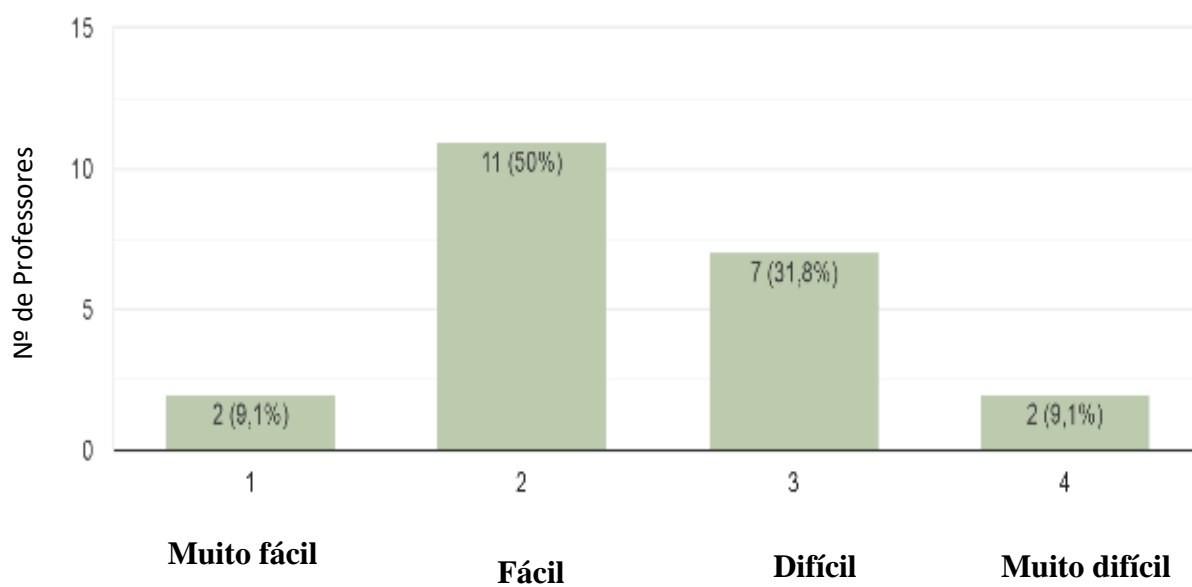
## Experimento 4: Folhas roxas e a Fotossíntese

22 respostas



## Experimento 5: Solubilidade de Pigmentos de Tecidos Vegetais

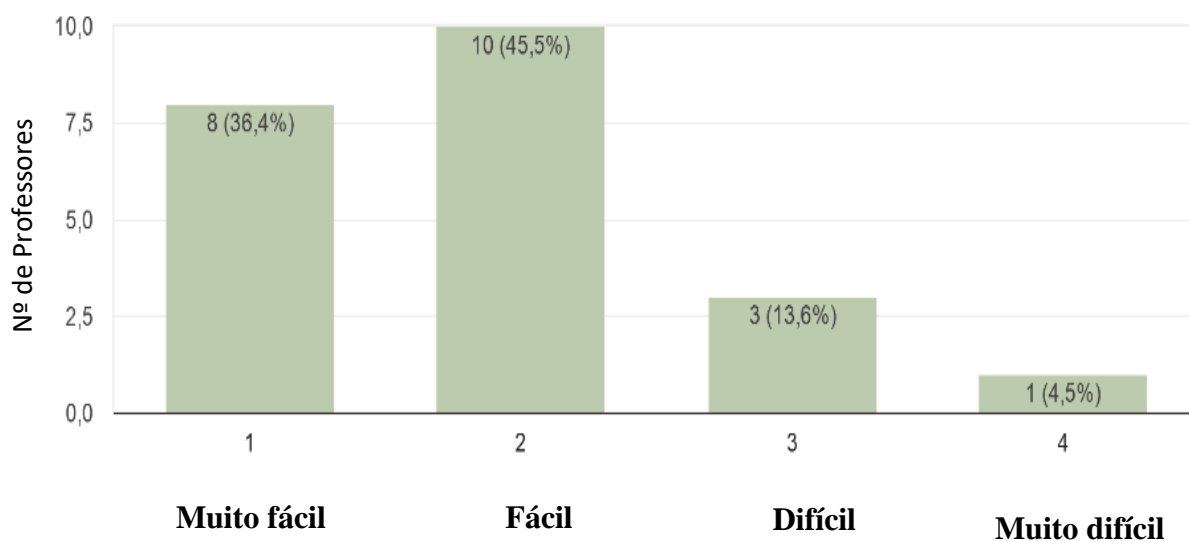
22 respostas





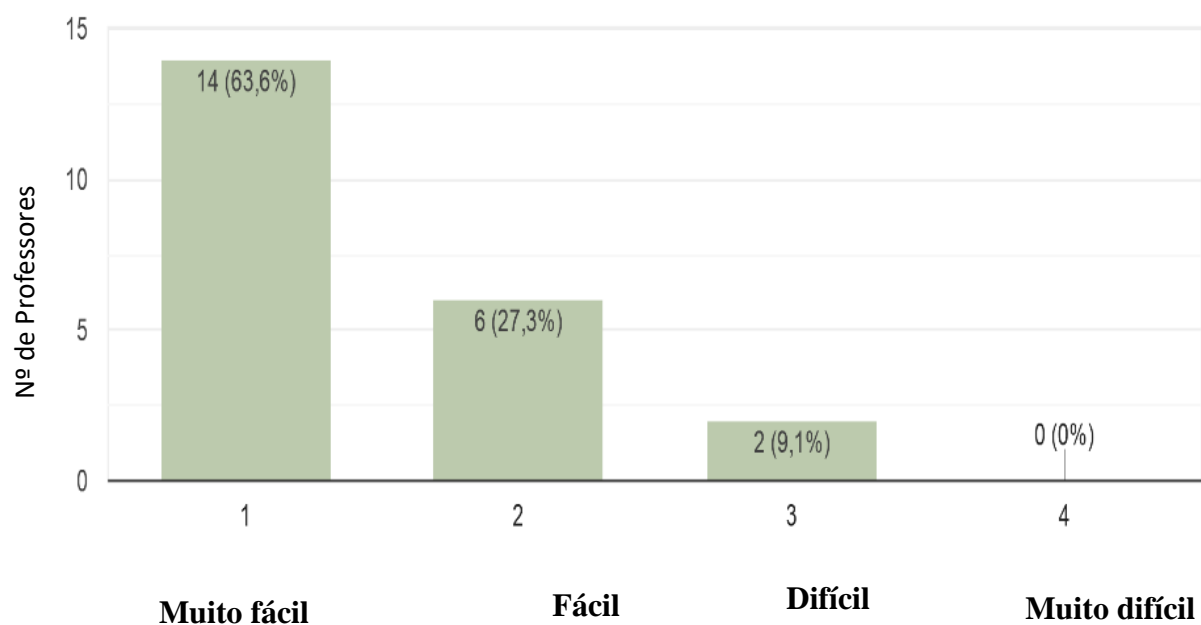
Experimento 6: Fotossíntese- Absorção de CO<sub>2</sub> e liberação de O<sub>2</sub>

22 respostas



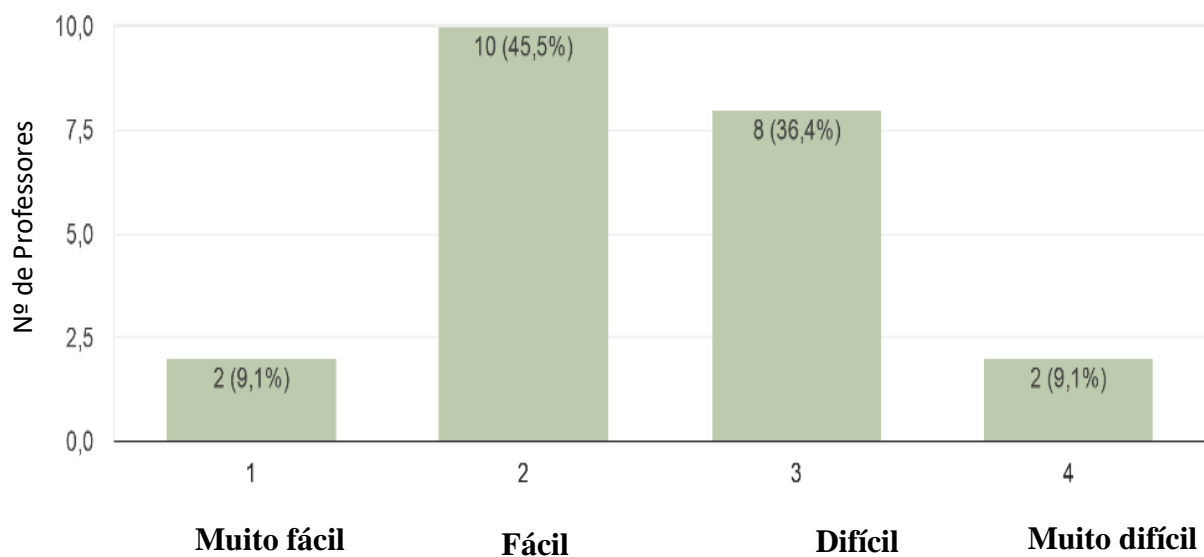
## Experimento 7: Produção de gás na Fermentação

22 respostas



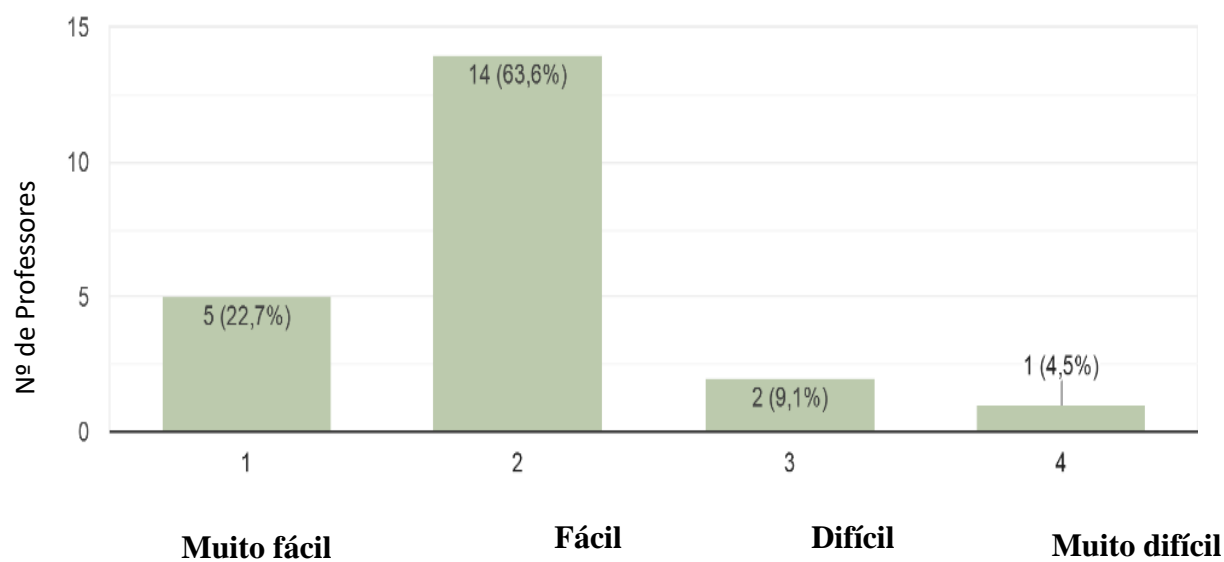
### Experimento 8: Fermentação com leveduras rompidas

22 respostas



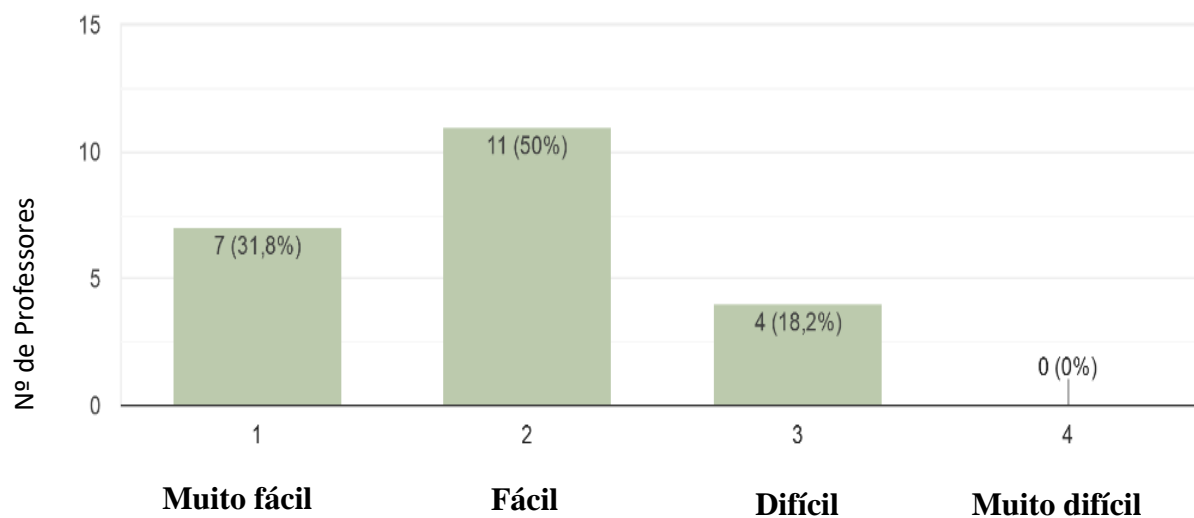
### Experimento 9: A influência do oxigênio no processo de Fermentação

22 respostas



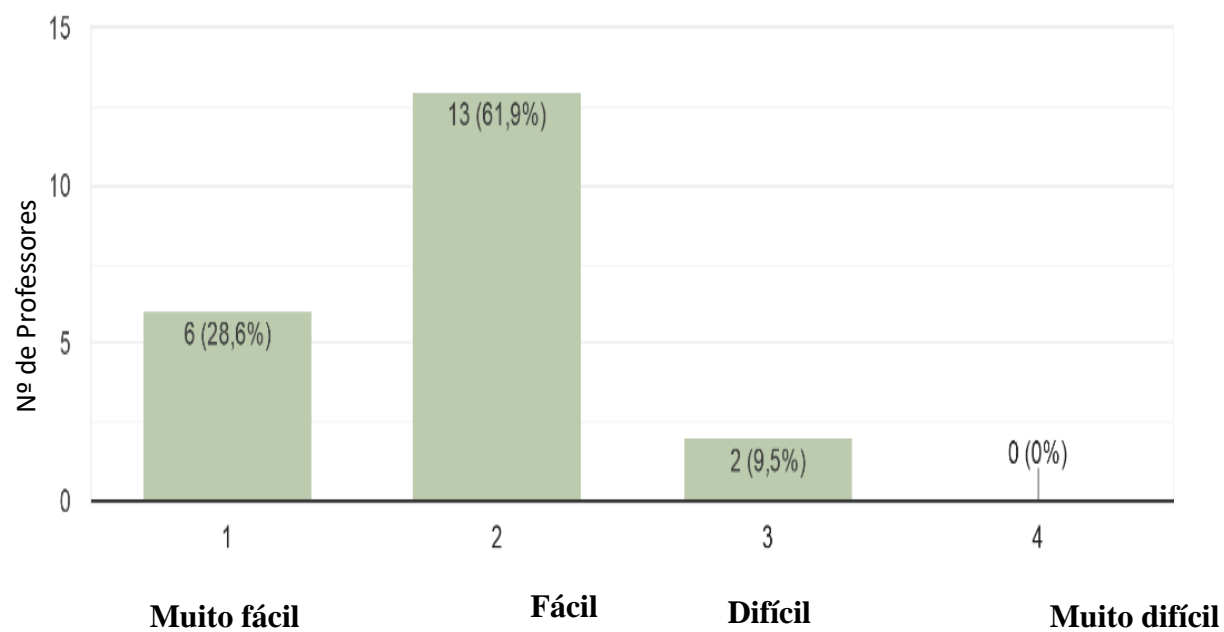
## Experimento 10: Fermentações láctica e alcoólica

22 respostas



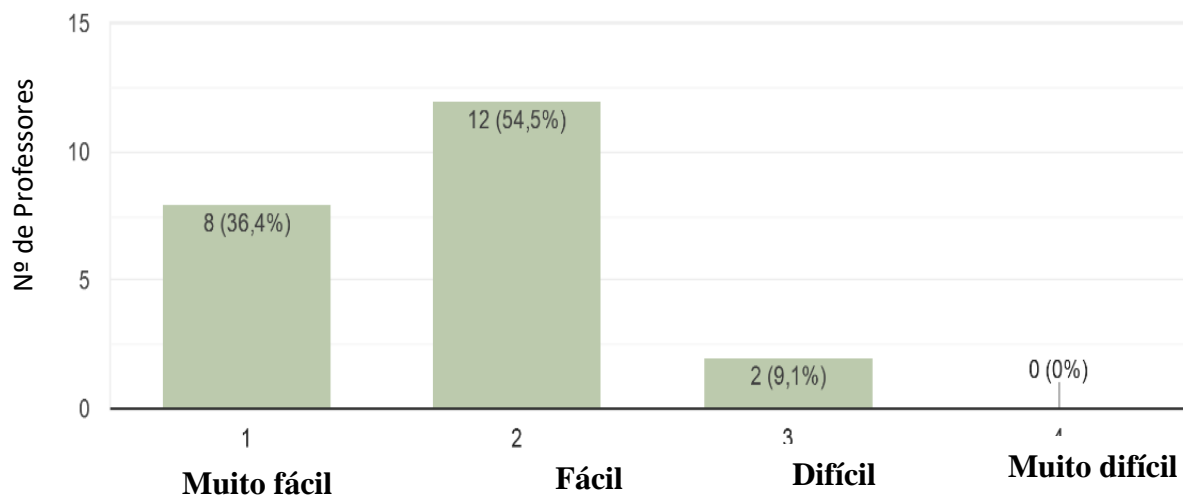
## Experimento 11: Fermentação láctica

21 respostas



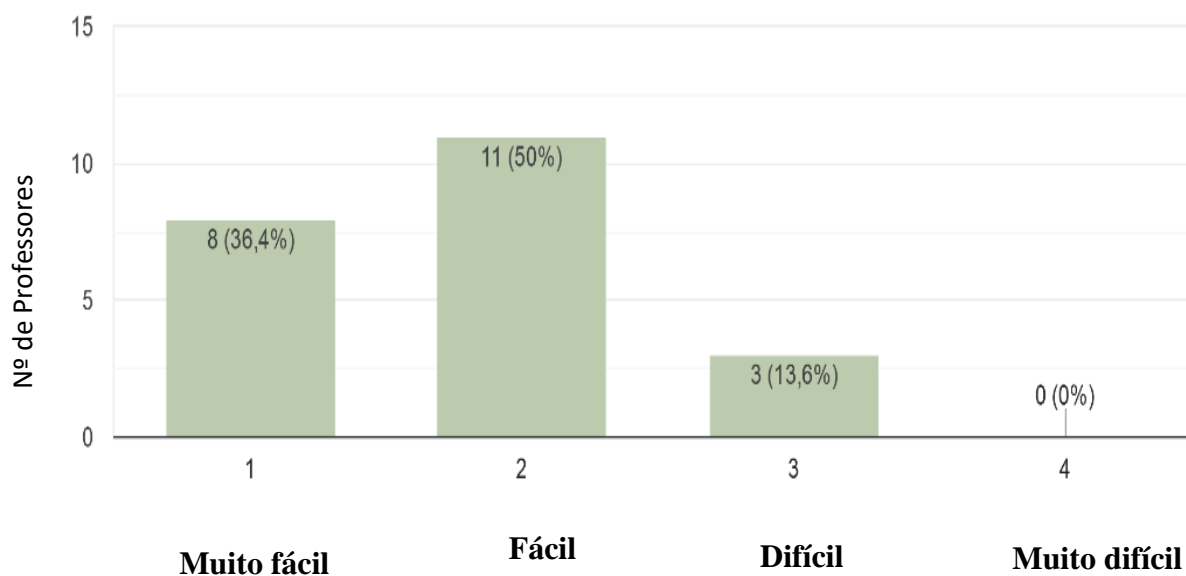
## Experimento 12: Ação da Enzima Catalase

22 respostas



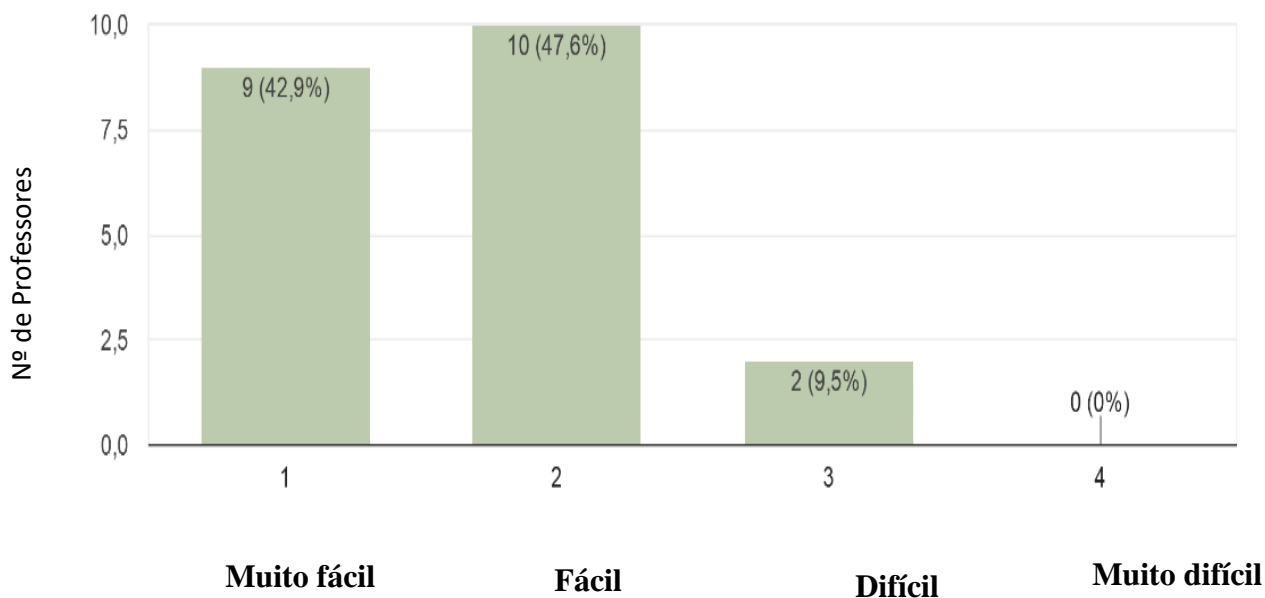
## Experimento 13: Influência do pH na Reação Catalítica por Enzimas.

22 respostas



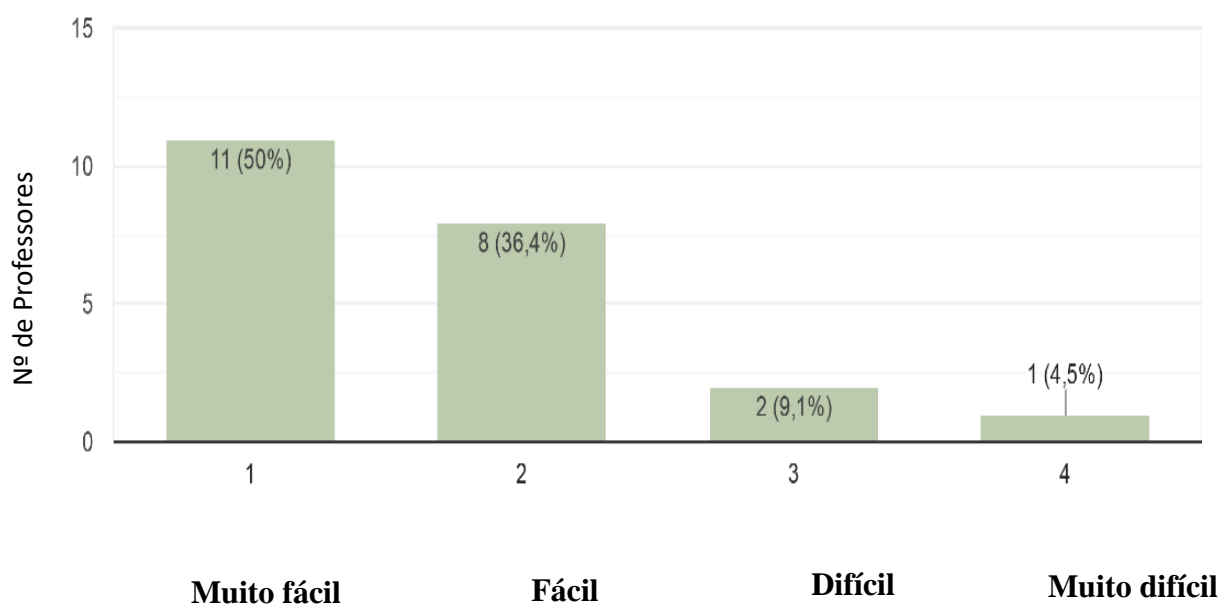
## Experimento 14: Ação da Enzima Amilase salivar

21 respostas



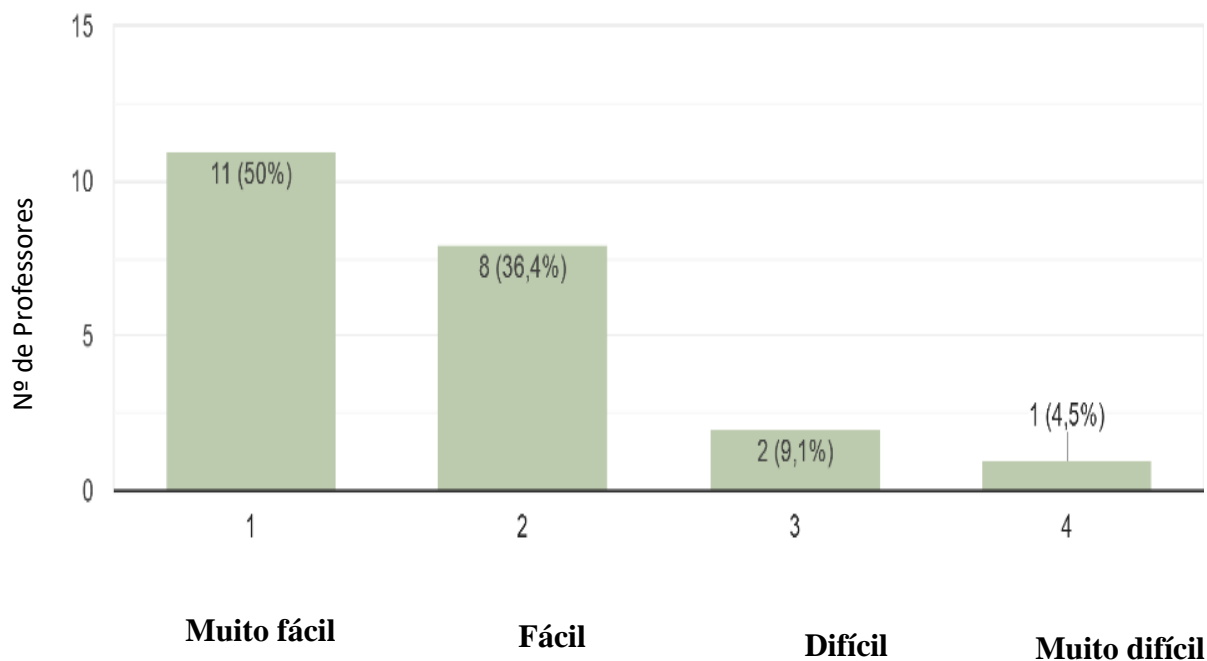
## Experimento 15: Oxigênio e a atividade enzimática

22 respostas



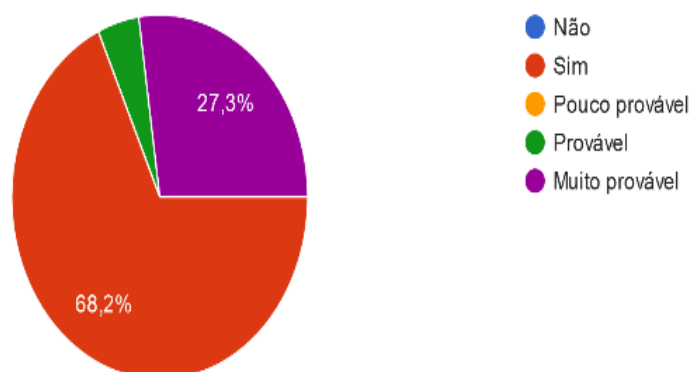
### Experimento 16: Temperatura e a atividade enzimática

22 respostas



10 - A disponibilidade desse Manual o motivaria a inserir (mais) atividades experimentais de Bioquímica na sua prática pedagógica.

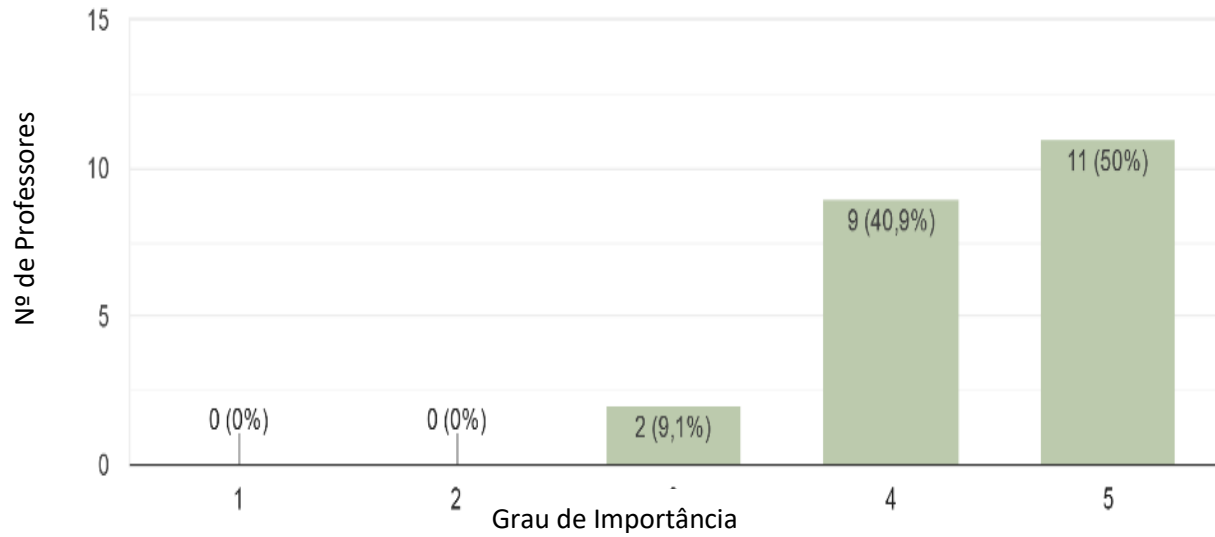
22 respostas



11 - Numere os itens abaixo de acordo com o grau de importância (máximo 5, mínimo 1) para você aplicar uma atividade experimental.

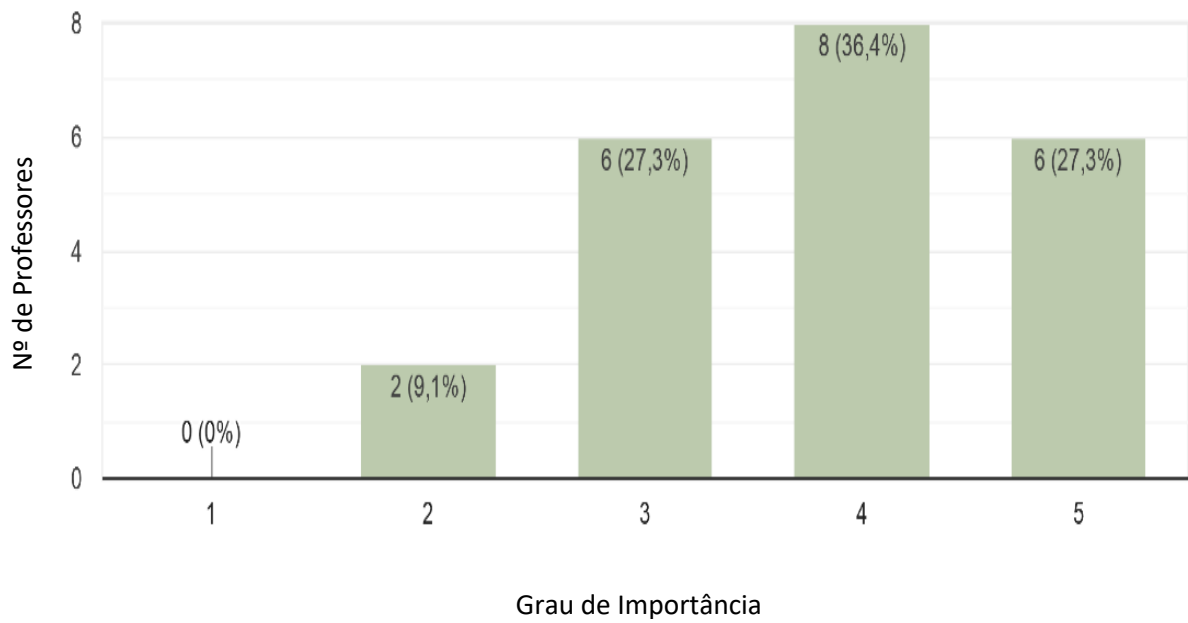
## Complexidade do tema

22 respostas



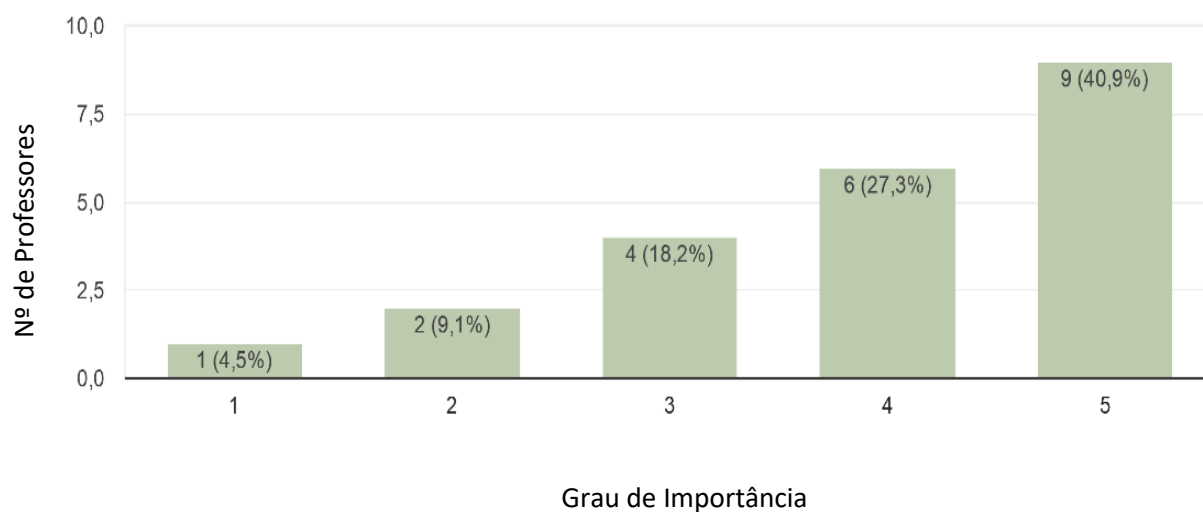
## Tamanho da turma

22 respostas



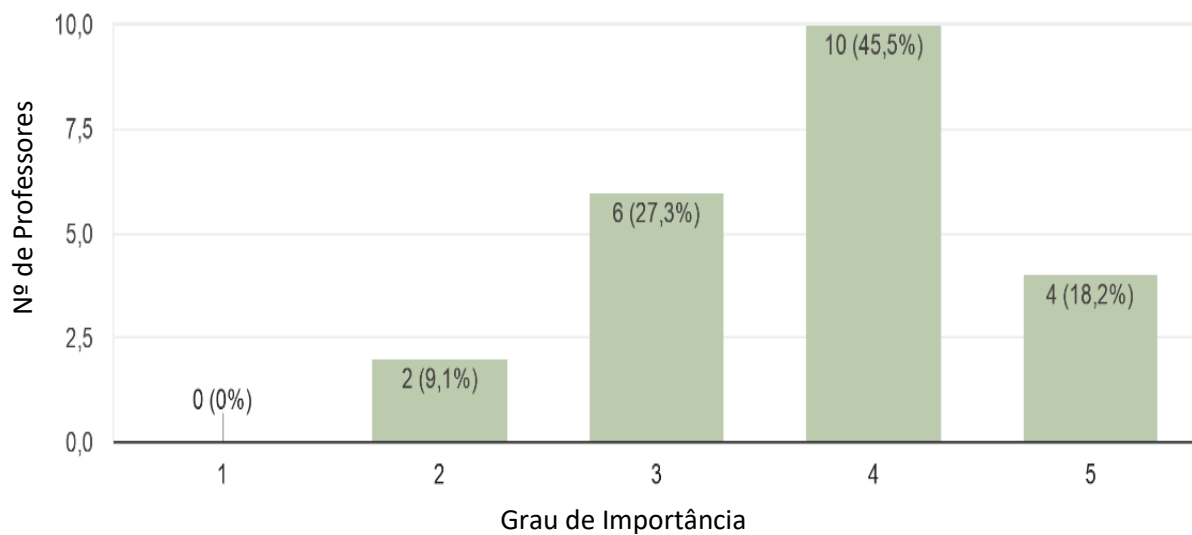
## Disponibilidade de material

22 respostas



## Interesse dos discentes

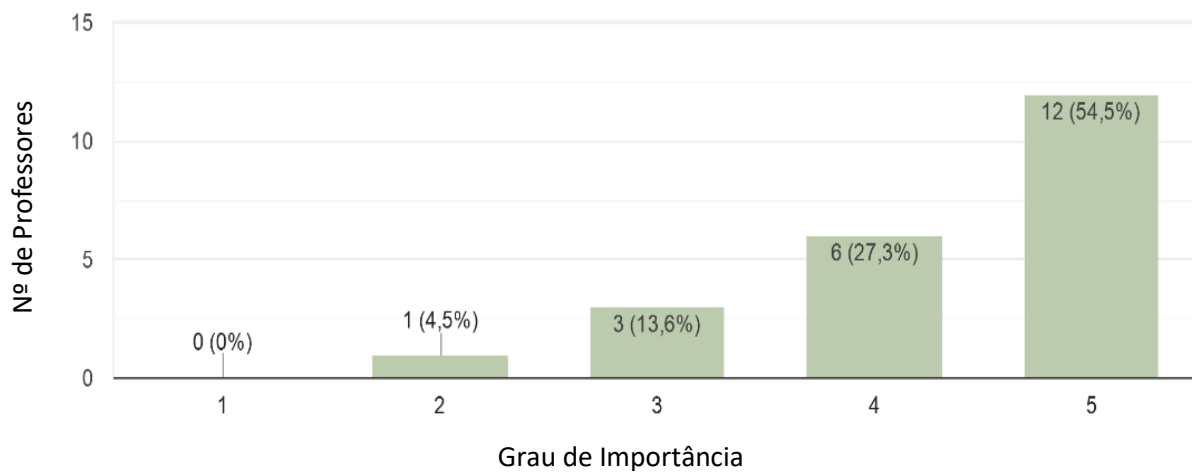
22 respostas





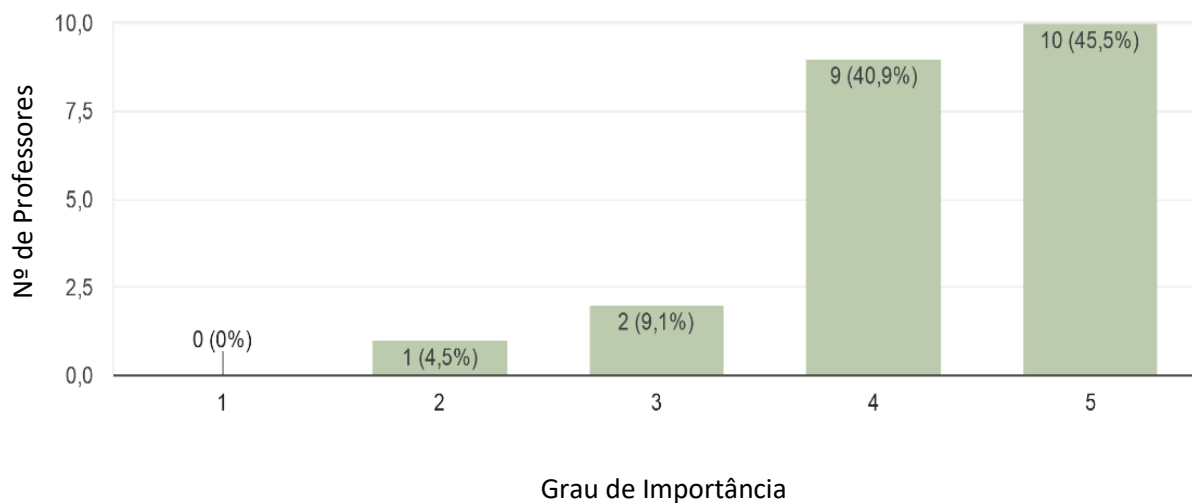
## Integração com questões do cotidiano

22 respostas



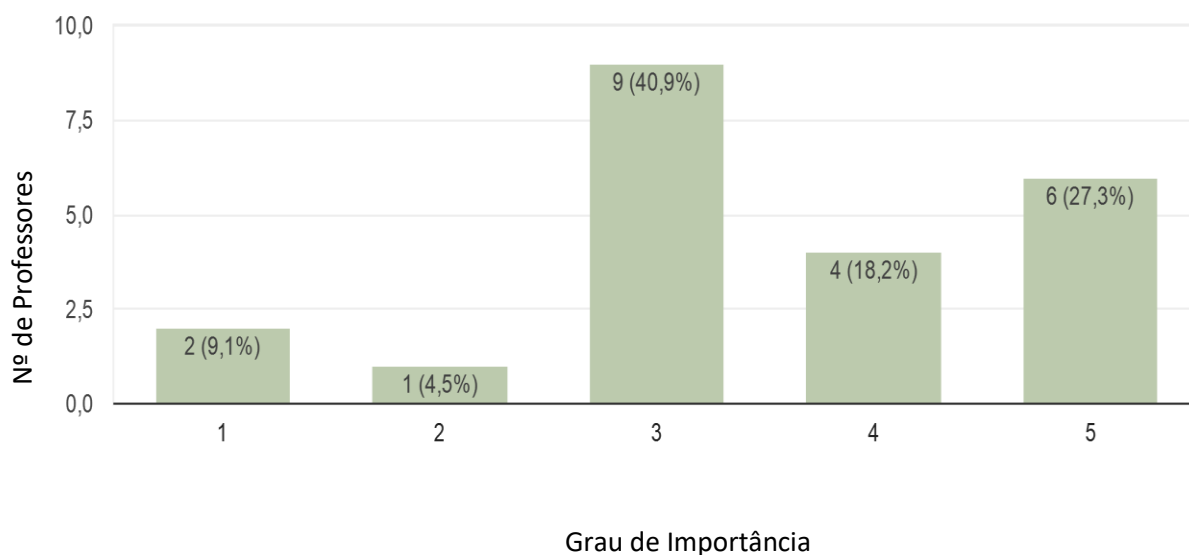
## Tema atual

22 respostas



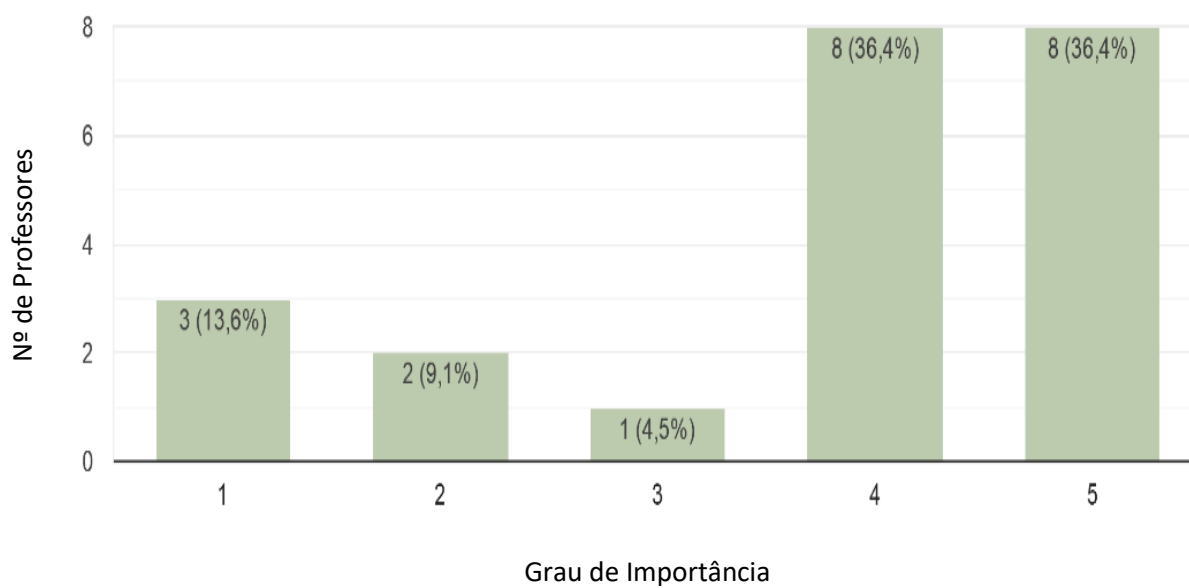
## Tema polêmico

22 respostas



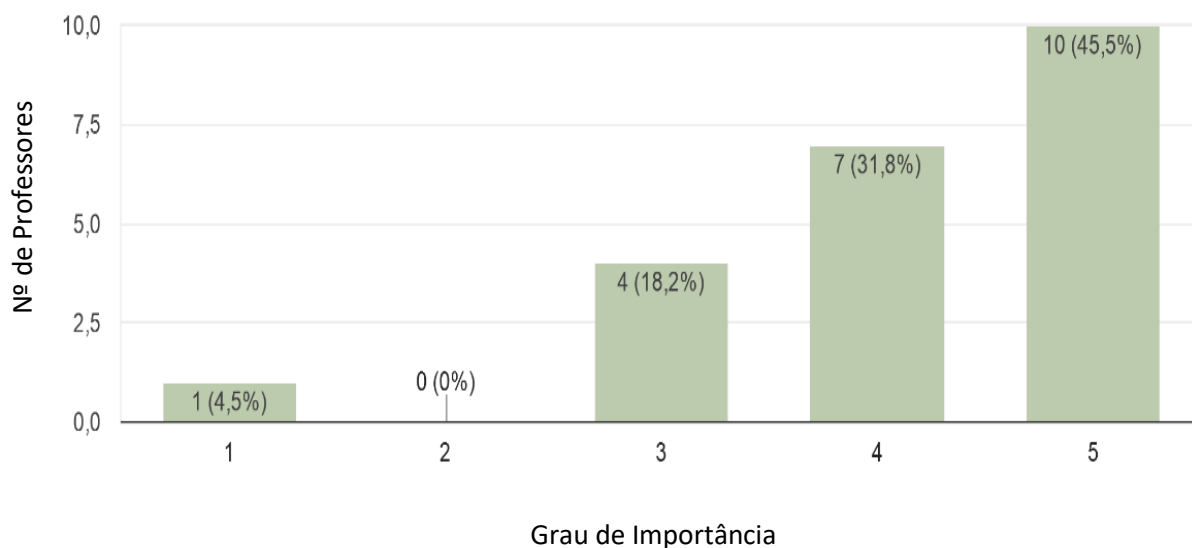
## Disponibilidade de apoio técnico

22 respostas



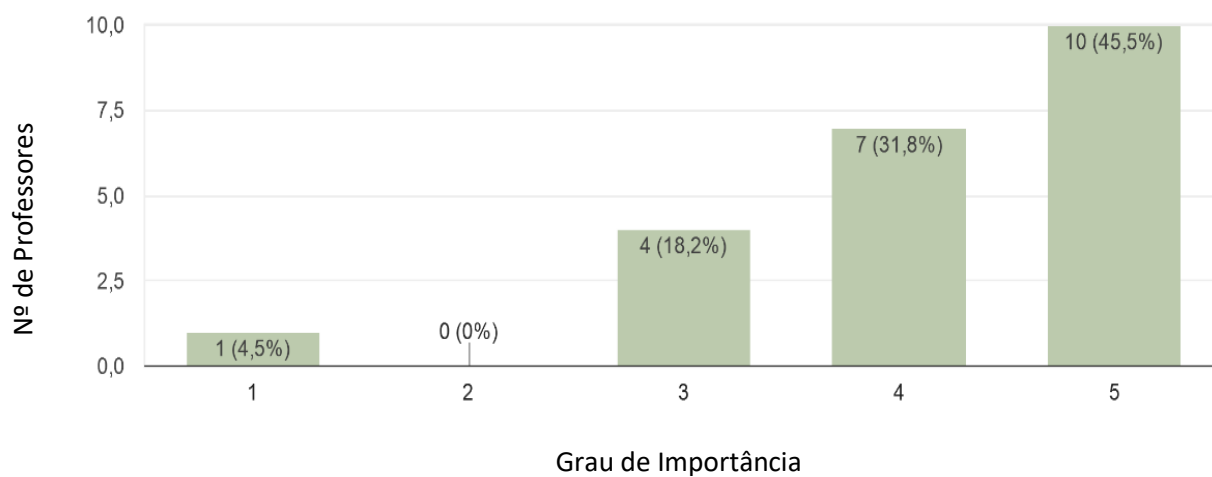
## Disponibilidade de apoio didático

22 respostas



## Disponibilidade de apoio didático

22 respostas



**Caro colega professor, reservei o espaço abaixo para você. Aqui, você pode apresentar sua(s) crítica(s) e/ou sugestão (ões) que contribuirão para aperfeiçoar este “Manual de Aulas Práticas de Bioquímica”. Obrigada.**

- 1- Senti falta das ilustrações técnicas das montagens de alguns experimentos, o restante ficou um trabalho muito bom. Parabéns!!!
- 2- Adorei o Manual esta muito bem e postado e de acordo com a realidade de sala aula a única dificuldade que vi foi os materiais, no caso as vidrarias das aulas práticas de fotossíntese, pois a escola que trabalho não possui vidrarias, já as outras aulas tem materiais adaptados que ajudam bastante como copos, panelas e isso facilita encontrar o material para adaptar a aula.
- 3- Manuais para aulas práticas sempre são úteis para uma boa aluna de laboratório. A integração dos conteúdos teóricos com a prática experimental tem papel importante na assimilação dos conteúdos pelos discentes. A aula experimental desperta o interesse do discente que participa dos experimentos, assim eles conseguem compreender os conteúdos.
- 4- Material de excelência! Com certeza será um material de apoio para minhas aulas.
- 5- Prezada Aline,

Parabéns pelo seu trabalho, minha amiga! Ficou excelente! A seguir, apresento alguns aspectos que analisei, com base na experiência que também tive com o MOA. 1. Experimento 4: Na prática que aborda sobre folhas roxas, seria possível inserir o nome de exemplos de vegetais com essa característica? Seria legal se houvesse fotos deles no Manual. Ainda com relação a essa prática, será que a realização do protocolo com folha verde não seria interessante para provar que a clorofila (e caroteno) está presente nas duas, mas a roxa tem outros pigmentos? Pergunto, pois no fim do protocolo você afirma “Ambos estão presentes em todas as folhas, independente da cor”. 2. Em relação a todos os experimentos: Senti falta de fotografias com legendas dos aspectos básicos dos experimentos realizados. Acho que o acréscimo de fotografias enriqueceria demais seu trabalho. 3. Experimento 5: seria muito importante mostrar folhas variegadas por meio de fotografia. 4. Outra sugestão seria que os experimentos fossem filmados e que esse material fosse oferecido aos professores, no Youtube, por exemplo. Uma pergunta que certamente a banca fará: por que os experimentos são adequados ao ensino investigativo? Acho que você deve enfatizar isso bastante em relação aos seus experimentos, dando atenção especial à orientações para que o papel do professor em conduzir a atividade investigativa (deixando claro porque ela seria investigativa). Sem essa orientação, corre-se o risco de o Manual se transformar em uma receita para o professor, que apresentaria o experimento aos estudantes (passivos no processo). Como esse é um dos pilares do ProfBio,

creio que a banca vai perguntar bastante sobre isso, então, talvez fosse bom inserir um pequeno aspecto desse tópico (Ensino Investigativo) no Manual. E se as práticas fossem acompanhadas de um roteiro que seria entregue aos estudantes? Creio que se você fizesse isso teria a possibilidade de explicar ao professor seus objetivos para a atividade de forma concreta. Imagino que se você tivesse uma cópia de uma atividade propostas dessas (respondida por um estudante) no seu manual, seria bem interessante. Outro ponto que gostaria de assinalar é a BNCC, documento muito discutido atualmente, que trabalha bastante na linha do Ensino Investigativo como um dos seus eixos estruturantes. Acho que seu material tem potencial para ser usado como base para uma disciplina dos "Itinerários formativos", como uma alternativa concreta para o "Novo Ensino Médio". Veja que você pode apresentar seu trabalho como base para uma disciplina laboratorial, sendo assim, o manual não seria apenas uma compilação de experimentos, mas o material didático para um projeto educacional. Seria um bom documento a ser inserido no Manual (BNCC) ... No meu trabalho eu cito alguma coisa a esse respeito: dê uma olhada no meu TCM< quando falo sobre o (*National Research Council* , 2000) . Pergunta de banca: " De que maneira o seu Manual pode ser usado no Ensino Investigativo"? Nesse caso, acho que você deveria explicar a relação do Ensino Investigativo com cada um dos tópicos que apresenta como padrão em cada experimento. Imagino que você relacionar cada um dos tópicos com o Ensino Investigativo, em um capítulo antes das práticas propriamente ditas, haverá ganho de qualidade no seu Manual. Exemplo: "Na problematização, apresenta-se ao professor perguntas que devem ser apresentadas aos estudantes, pois... " Parabéns pela ideia do seu "Cartoon": deu toque especial ao Manual! Desculpe pela "tempestade cerebral", Aline! Estou sempre aqui, caso precise de algo! Foi um prazer contribuir.

- 6- Seu manual está excelente, irei aproveitá-lo muito. Abraço
- 7- Aline, gostaria de parabenizá-la pelo excelente trabalho, texto com linguagem de fácil compreensão, a escolha dos experimentos relevantes para o ensino de ciências e as práticas em sua maioria, acessíveis (levando em consideração algumas realidades de ensino mais carentes, como as públicas), ainda sim, quando adaptadas, possíveis de se realizar.
- 8- Seu trabalho me soou muito redondinho, não tendo assim, críticas ou sugestões que possa fazer.
- 9- O manual ficou excelente, porém se tivesse fotos dos experimentos com certeza seria mais atrativo.

10- Este manual será de grande valia em minhas aulas práticas, pois além de ter em mãos um excelente material de apoio, também possui uma linguagem clara, as práticas contêm materiais de fácil acesso e com um curto tempo para a execução.

11- Vou te enviar o link com o próprio material onde coloquei algumas observações

12- O manual ficou com uma linguagem simples, não muito elaborada, de fácil compreensão. Já apresenta os possíveis resultados e também já oferece mais questionamentos para as discussões. Traz temas importantes e de fácil contextualização, fazendo sentido para o estudante.

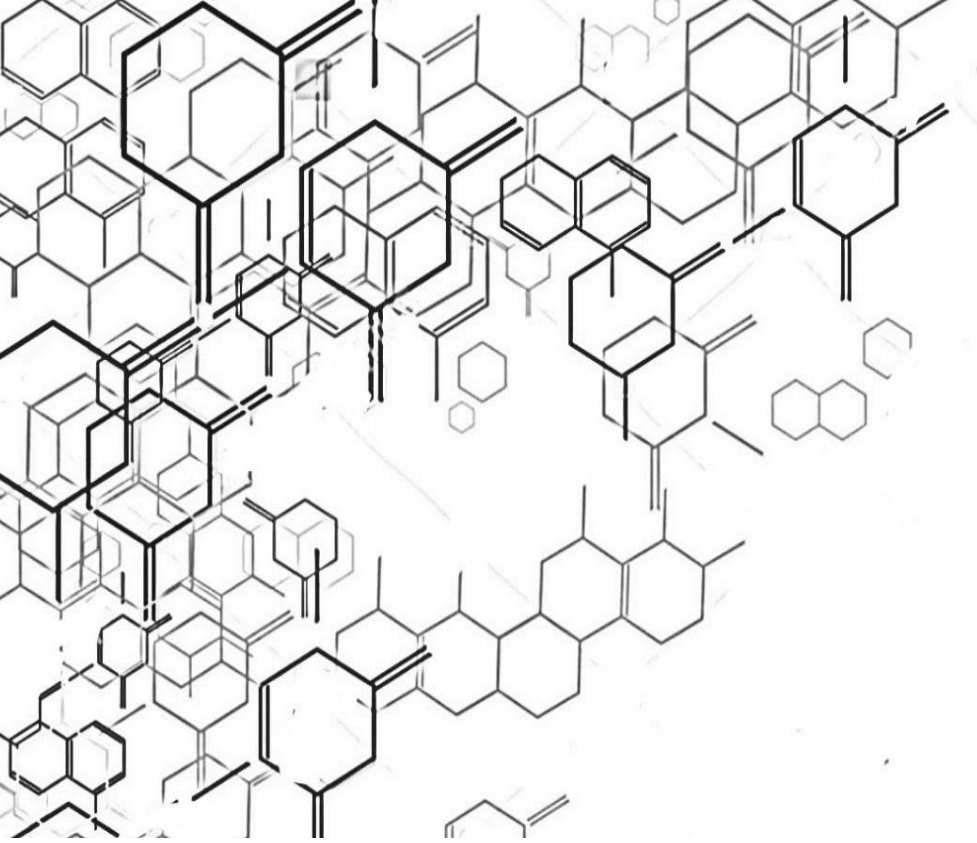
13- A apresentação objetiva deste manual é um facilitador para o seu uso na sala de aula. Parabéns!

14- Achei o manual muito bem elaborado e muito didático. Materiais como este enriquecem nossa prática pedagógica e auxiliam muito o trabalho do professor. Está muito interessado também, as sugestões de fontes de consulta para aprofundamento ao final de cada tema abordado no manual. Sugiro apenas a colocação de imagens dos experimentos, pois isso facilita e estimula o professor para aplicar a atividade. Outra sugestão é colocar que no experimento "Produção de gás na fermentação", na garrafa 2 (com apenas fermento e açúcar) há também produção de gás carbônico, pois já fiz essa prática com meus alunos e este fato surpreende bastante eles.

15- Ótimo manual !!!!

16- Na página 60 o item 5 está sem descrição.

**17- APÊNDICE 3 – MANUAL DE EXPERIMENTOS EM BIOQUÍMICA “COM AS MÃOS NA MASSA”**





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



**Universidade de Brasília  
Instituto de Ciências Biológicas**

*Aline Gisele Costa Almeida*



Manual de Experimentos de Bioquímica

**“Com as Mãos na Massa”**

-Material de Apoio didático-

“A menos que modifiquemos a nossa maneira de pensar, não seremos capazes de resolver os problemas causados pela forma como nos acostumamos a ver o mundo”.

*Albert Einstein*





Dedico este trabalho a Deus, sem a sua bênção nada seria possível. Aos meus familiares e amigos, que de forma direta e indireta me deram força para seguir em frente, mesmo com tantas adversidades. À minha orientadora Dr.<sup>a</sup> Consuelo M. R. de Lima que esteve comigo em todas as etapas do desenvolvimento deste trabalho.

Trabalho de Conclusão de Mestrado submetido ao curso de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) - Universidade de Brasília (UnB).

**Mestranda** - Prof<sup>ª</sup>. Aline Gisele Costa Almeida

**Supervisão e Revisão textual:**

Prof<sup>ª</sup>. Dra. Consuelo Medeiros Rodrigues de Lima

**Capa** - Aline Gisele Costa Almeida

**Figuras adaptadas de imagens disponíveis nos endereços:**

- <<https://pt.vecteezy.com/arte-vetorial/224380-ilustracao-em-vetor-de-laboratorio-de-quimica>> 10/10/2019
- < <https://www.shutterstock.com/pt/image-vector/molecular-background-107411456>>
- <[https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRy\\_iuSQqs7dUNRBQXGZTYW2fHov-CYdQhpY\\_7wrxzVxPQ5n-wyNQ&s](https://encrypted-tbn0.gstatic.com/images?q=tbn:ANd9GcRy_iuSQqs7dUNRBQXGZTYW2fHov-CYdQhpY_7wrxzVxPQ5n-wyNQ&s)> 10/10/2019
- *Created by this awesome app* <https://h4d6w.app.goo.gl/tobR> 22/11/2019

**Caricaturista** - Renato Aparecida Souza Silva, natural de Formosa – GO, formado em *Marketing* pela Faculdade Camburí e atua como artista profissional.

**WebDesigner:** Romário Oliveira Sousa, participou da elaboração do *site*

(<https://comasmaosnamassa.wixsite.com/cmmbio>) para divulgação do Manual *online* .

# APRESENTAÇÃO

*Prezado colega professor, o Manual de Experimentos de Bioquímica que, aqui, apresento foi idealizado pensando em nós, professores de Biologia que atuamos no Ensino Médio, para contribuir como material de apoio didático. O intuito maior é incentivar a realização de aulas experimentais no contexto da Bioquímica. Essa proposta, sem dúvida, também foi fonte de inspiração na escolha do nome deste manual - “Com as Mãos na Massa”, o qual é o produto do meu Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM), desenvolvido sob a orientação da Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Consuelo Medeiros Rodrigues de Lima, no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (ProfBio), pela Universidade de Brasília (UnB).*

*Consciente da importância da integração das abordagens teórica e prática dos conteúdos na eficácia dos processos de ensino e de aprendizagem, como também das barreiras para a inserção de atividades experimentais na rotina pedagógica e das dificuldades na compreensão de alguns conteúdos de Biologia, surgiu a ideia de elaborar um manual que desse suporte a professores de Biologia do Ensino Médio no planejamento, na organização e na execução de experimentos de Bioquímica, uma das áreas da Biologia que emprega conceitos abstratos, complexos e que, muitas vezes, são de difícil compreensão.*

*O Manual foi organizado em capítulos - 1, 2 e 3. No capítulo 1 é feita a apresentação de regras gerais de segurança no “Espaço Laboratório”, porque entendemos ser muito importante que, ao “abrir as portas” de um espaço para a realização de experimentos, o professor conscientize seus estudantes sobre tais questões, tornando a atividade experimental mais segura e tranquila.*

*O capítulo 2 apresenta uma breve introdução sobre a Bioquímica, a abordagem experimental e o ensino investigativo e a base teórica referente aos temas dos experimentos: Fotossíntese, Fermentação e Enzimas. O capítulo*

3 apresenta experimentos dentro dos temas selecionados, buscando sempre utilizar uma abordagem com características do ensino investigativo. Gostaria também de ressaltar que a maioria dos experimentos selecionados já foi testada.

Certamente, todos os temas de Bioquímica têm sua importância e, elaborar um manual contemplando todos seria inviável, considerando a limitação de tempo. Mas, por que selecionei esses temas? Bem, o primeiro é um dos tópicos principais de Bioquímica abordados no Ensino Médio. “Fotossíntese” é um processo fundamental, do qual os organismos heterotróficos, como nós mamíferos, temos uma grande dependência. É essencial para compreender os ciclos do carbono e do oxigênio, do qual depende a manutenção da vida em nossas células...afinal, nosso metabolismo é aeróbio!

Para contemplar os organismos com metabolismo anaeróbio e, assim, também oportunizar a discussão de situações de hipóxia em células anaeróbicas facultativas, a produção de alimentos (como pães, vinhos, iogurtes, etc.) e também de biocombustíveis, foram incluídos experimentos sobre “Fermentação”.

O terceiro tópico, “Enzimas”, foi selecionado em função dessas moléculas serem os catalisadores biológicos que tornam possível a ocorrência das reações bioquímicas nas condições celulares, viabilizando o metabolismo.

Como a ideia é facilitar o trabalho do professor, deixando as informações o mais acessível possível, optamos por incluir, dentro da Introdução (capítulo 2) um texto geral, sucinto, abordando a teoria básica, antes de apresentar os experimentos referentes a cada tópico. Também são indicadas fontes de consulta para o aprofundamento no tema. Dessa forma, você professor terá, praticamente, todas as informações requeridas para planejar, aplicar e discutir os experimentos descritos nesse manual.

Os experimentos estão organizados em: Título, Objetivo(s), Problematização, Materiais, Procedimento, Resultados Esperados, Discussão (contendo sugestões de questões para o professor instigar os estudantes a

*pensar no tema em experimentação, nos resultados obtidos e se há como tirar conclusões a partir dos mesmos) e Referências.*

*No âmbito da organização, gostaria de enfatizar a “Problematização” e a “Discussão”. A problematização, porque dará uma noção do conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema a ser abordado e pode ser usada para apresentar questões que os motive a fazer novos questionamentos e, quem sabe, a levantarem hipóteses. A discussão, porque é o momento em que o professor, como mediador do processo educacional, terá a oportunidade de reforçar os aspectos que considera mais relevantes dentro do tema em experimentação, chamando os alunos à reflexão e trazer à tona a importância da abordagem experimental. Ainda na discussão, é sugerido ao professor que retome os questionamentos da problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.*

*Finalizo, caro colega professor, com a firme expectativa de que esse Manual, que foi idealizado e elaborado com esmero por mim e minha orientadora, o auxilie no planejamento de atividades experimentais nos temas de Bioquímica selecionados (e, quem sabe, o inspire a realizar a experimentação em outros temas!), facilitando seu trabalho e motivando-o a inserir a abordagem experimental de forma mais representativa no seu planejamento pedagógico. Mais ainda, que isso tenha reflexos positivos tanto no seu desempenho, quanto no aprendizado dos estudantes. Então, agora é trabalhar “Com as Mãos na Massa”.*

*De professor para professor.*

*Alíne Gíselé Costa Almeida*

*Professora de Biologia do Ensino Médio*

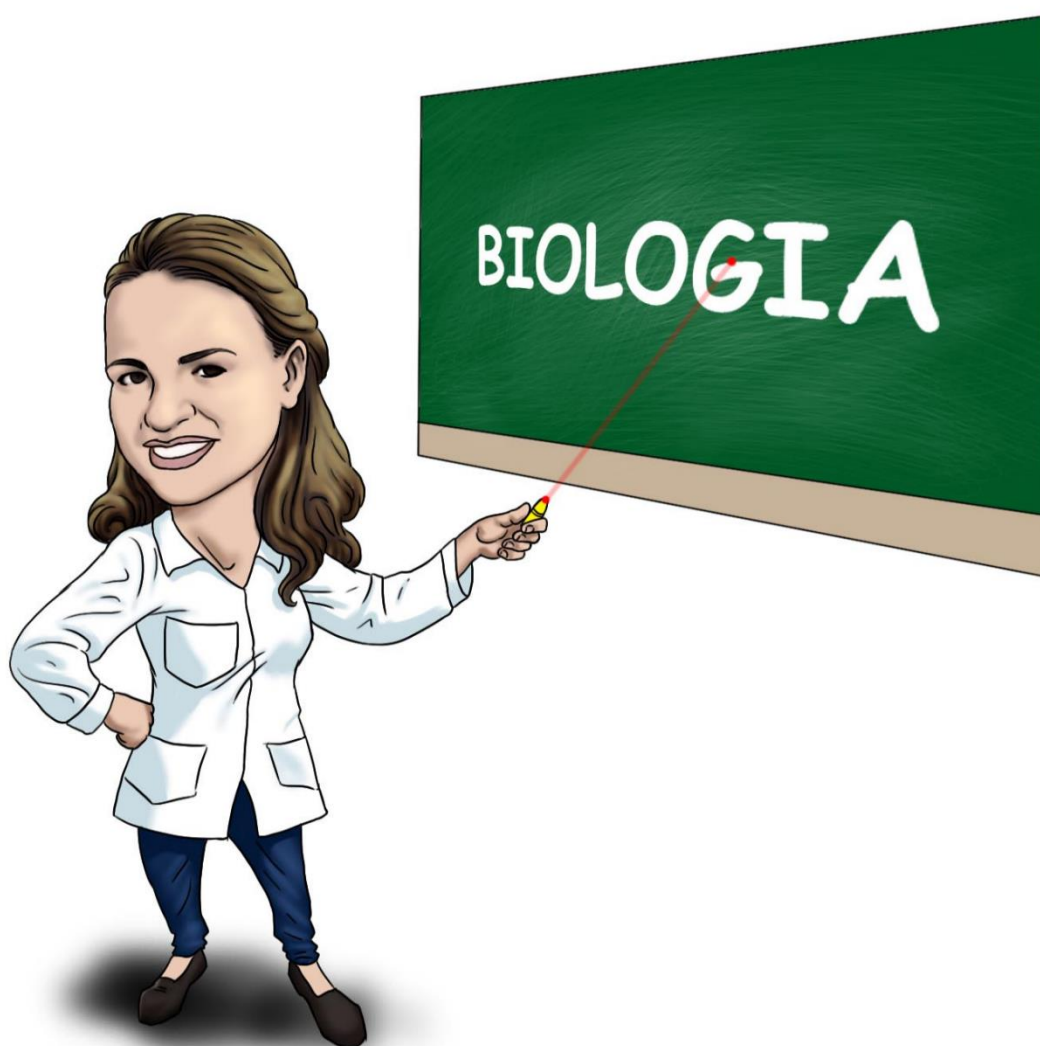
## SUMÁRIO

Capítulo 1 – Espaço Laboratório.....	10
1.1 Conversando sobre Regras Gerais de Segurança .....	11
1.2 Condutas Positivas para a Segurança nas Aulas Práticas.....	12
Capítulo 2 – Introdução.....	14
2.1 Aulas Práticas no Ensino de Biologia .....	15
2.2 Atividade Experimental e o Ensino Investigativo.....	16
2.3 Base Teórica – Fotossíntese.....	18
2.4 Base Teórica – Fermentações Láctica e Alcoólica.....	19
2.5 Base Teórica – Enzimas.....	21
Capítulo 3 – Experimentos.....	23
3.1 Antes de Realizar os Experimentos.....	24
3.2 O Valor do Erro para o Aprendizado.....	25
3.3 Orientações Básicas para Desenvolver a Atividade Experimental.....	26
3.4 Fluxograma de Organização dos Experimentos.....	28
3.5 Experimentos de Fotossíntese.....	29
• Experimento 1- Fotossíntese e as Cores da Luz.....	29
• Experimento 2- Luz e Fotossíntese .....	33
• Experimento 3- Separação de Pigmentos Vegetais por Cromatografia em Papel..	36
• Experimento 4- Folhas Roxas e a Fotossíntese.....	40
• Experimento 5- Solubilidade de Pigmentos de Tecidos Vegetais.....	43
• Experimento 6- Fotossíntese- Absorção de CO <sub>2</sub> e liberação de O <sub>2</sub> .....	46
3.6 Sugestões de Fontes de Consulta.....	49
3.7 Experimentos de Fermentação.....	51
• Experimento 1- Produção de gás na Fermentação.....	51
• Experimento 2- Fermentação com Leveduras Rompidas.....	54
• Experimento 3- A Influência do Oxigênio no Processo De Fermentação.....	57
• Experimento 4- Fermentações Láctica e Alcoólica.....	60
• Experimento 5- Fermentação Láctica.....	63
3.8 Sugestões de Fontes de Consulta .....	66
3.9 Experimentos de Enzimas.....	67

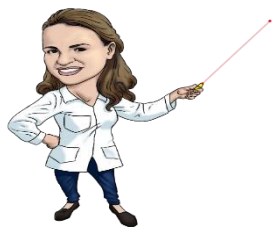
• Experimento 1- Ação da Enzima Catalase.....	67
• Experimento 2-Influência do pH na Reação Catalisada por Enzima.....	70
• Experimento 3- Ação da Enzima Amilase salivar.....	73
• Experimento 4- Oxigênio e a Atividade Enzimática.....	76
• Experimento 5- Temperatura e a Atividade Enzimática.....	78
3.10 Sugestões de Fontes de Consulta.....	81
4- Referências.....	82

# CAPÍTULO 1

## ESPAÇO LABORATÓRIO







## 1.1 CONVERSANDO SOBRE REGRAS GERAIS DE SEGURANÇA NO ESPAÇO LABORATÓRIO

Caro professor, a realização de atividades experimentais, no laboratório ou em outro espaço em que se pretenda desenvolvê-las, requer a observação de regras gerais de segurança, principalmente, para evitar acidentes que possam colocar em risco a integridade física das pessoas envolvidas na realização dos experimentos e daquelas que estão, eventualmente, naquele ambiente de trabalho. Dessa forma, entendemos que é fundamental que as regras básicas de conduta e segurança no “espaço laboratório” sejam apresentadas aos estudantes.

Além disso, sugerimos que o professor adote alguns procedimentos para que os experimentos sejam realizados dentro do tempo previsto, minimizando imprevistos e tornando a atividade mais segura e produtiva.

1. Testar o experimento com antecedência, para verificar sua eficácia e a necessidade de possíveis ajustes;
2. Determinar a composição e o tamanho dos grupos, em função do número de estudantes e do tipo de experimento que será executado;
3. Dispor os materiais sobre a bancada em uma ordem funcional, observando a limpeza dos materiais;
4. Ler com atenção o rótulo dos reagentes;
5. Dar instruções aos estudantes de forma clara e precisa;
6. Estabelecer regras de comportamento, manutenção da ordem e da limpeza. Os cuidados que devem ser tomados ao manusear as vidrarias e os equipamentos e verificar se estão em condições de uso;
7. Verificar a existência e a localização de extintores de incêndio e saídas de emergência (quando for o caso);
8. Acompanhar o recolhimento e a limpeza dos materiais e do espaço utilizado;
9. Ter à mão uma caixa de material para primeiros socorros;
10. Realizar os experimentos em ambiente adequadamente iluminado e arejado;
11. Manter os TELEFONES DE EMERGÊNCIA e o endereço do hospital mais próximo, à mão: Bombeiros 193; Polícia 190; SAMU 192;
12. Orientar os estudantes quanto a:
  - Seguir, cuidadosamente, o plano ou roteiro estabelecido;

- Registrar todas as etapas do trabalho, para minimizar erros e resultados confusos;
- Etiquetar e acondicionar, adequadamente, todo o material em uso e as soluções recém-preparadas;
- Jogar na lixeira todos os sólidos e pedaços de papel usados. Não descartar na pia resíduos sólidos, como palitos de fósforo e papel de filtro;
- Embrulhar os restos orgânicos antes de descartá-los no lixo;
- Quando não houver pessoal para realizar a limpeza e organização do espaço, ao finalizar o experimento, cabe aos estudantes lavar as vidrarias utilizadas, limpar as bancadas e verificar se não há torneiras abertas (água ou gás) e se todos os aparelhos foram desligados.

## 1.2 CONDUTAS POSITIVAS PARA A SEGURANÇA NAS AULAS PRÁTICAS

1. Usar o vestuário apropriado: avental de mangas compridas (tecido com fios de algodão), calça comprida, sapatos fechados (ou tênis), óculos e máscaras (quando necessário), luvas descartáveis;
2. Lavar as mãos antes de iniciar o trabalho, entre procedimentos e ao sair ou finalizar o trabalho;
- 2 – Manter os cabelos presos, se forem compridos;
3. Não fumar, não beber, não ingerir alimentos no laboratório;
4. Não correr, não sentar no chão, nem sentar ou se debruçar na bancada;
5. Não realizar procedimentos ou utilizar aparelhos se não tiver segurança para fazê-lo;
6. Não cheirar, nem provar nenhum reagente;
7. Realizar procedimentos caso ocorra liberação de gases, na câmara de exaustão (capela);
8. Evitar o contato de substância com a pele;
9. Não agitar as soluções para misturar;
10. Não trabalhar com substâncias inflamáveis perto de chamas;
11. Não recolocar nos frascos originais, as soluções que sobrarem após o experimento;
12. Não pipetar com a boca;
13. Evitar o uso de vidrarias rachadas ou com partes quebradas.
14. Em caso de acidente, por contato ou ingestão de produtos químicos, procurar o médico indicando qual foi o produto utilizado;

15. Em caso de acidente com fogo, em pequenas proporções, abafar a chama com um pano úmido, desligar os aparelhos próximos, chamar os Bombeiros; no caso de o fogo atingir a roupa, não correr; role no chão e, se possível, usar um cobertor ou outro tecido mais grosso para se enrolar;
16. Se algum produto atingir os olhos, abrir bem as pálpebras e lavar com bastante água. Atingindo outras partes do corpo, retirar a roupa impregnada e lavar a pele com bastante água; buscar atendimento médico;
17. Se algum ácido ou base ou outro produto químico for derramado, lavar o local com bastante água.



## SUGESTÕES AO PROFESSOR

- ✓ Caro professor, seguem algumas sugestões de materiais relacionados ao tema “Segurança no Laboratório”:
- ✓ Intervenções e descobertas- A história das regras de higiene.

**Disponível em:** <https://www.youtube.com/watch?v=SYqEkdwlc9Y>

- ✓ Segurança no laboratório - Módulo I (Introdução sobre acidentes e riscos e regras gerais de laboratório).

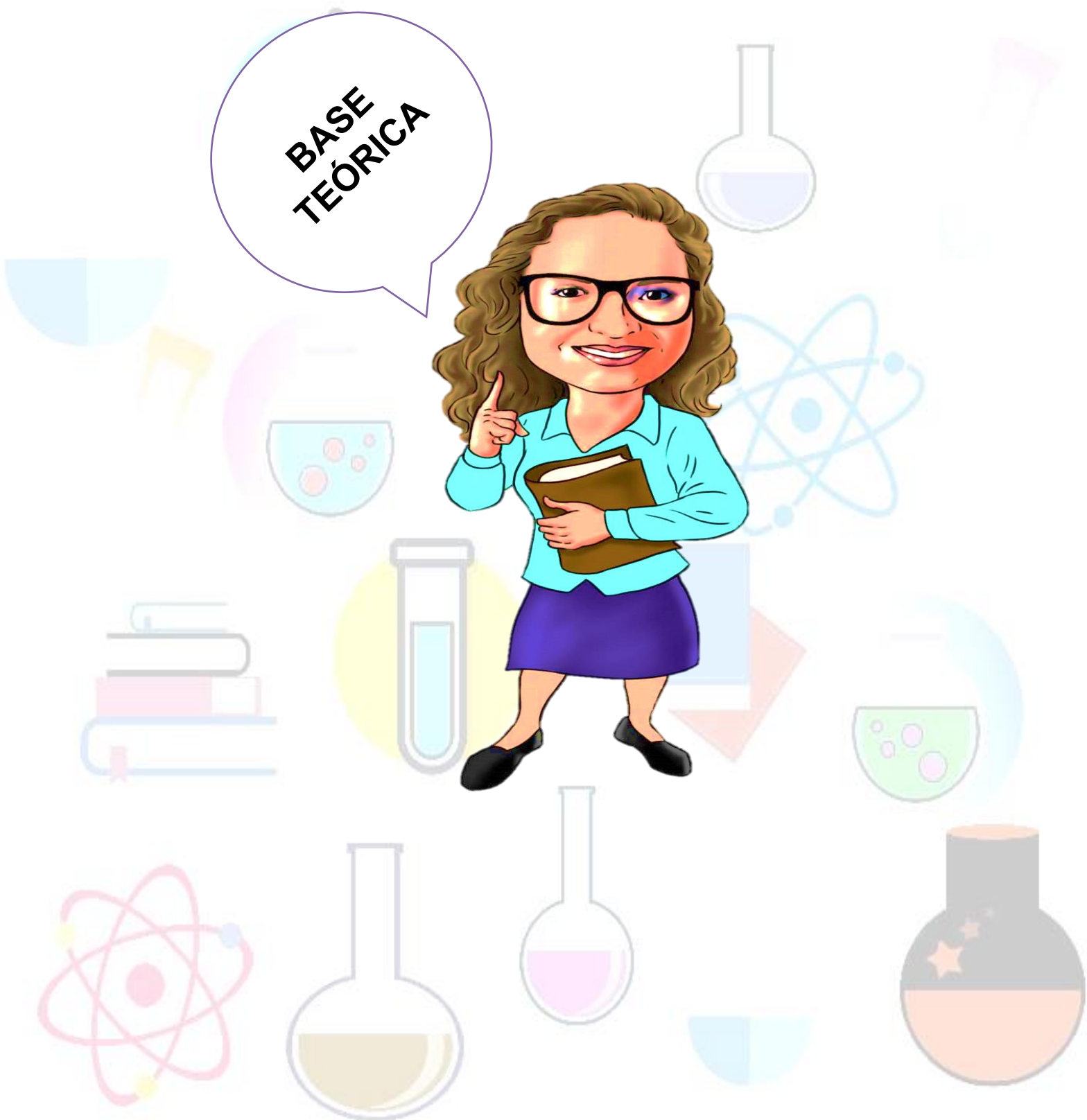
**Disponível em:** [https://www.youtube.com/watch?v=KWsd7Z\\_qtIg](https://www.youtube.com/watch?v=KWsd7Z_qtIg)

- ✓ Segurança no laboratório - Módulo II (Regras gerais de laboratório parte II e limpeza de vidrarias e utensílios).

**Disponível em:** <https://www.youtube.com/watch?v=ZLm-k1PWL4s>

## CAPÍTULO 2

### INTRODUÇÃO



## 2.1 AULAS PRÁTICAS NO ENSINO DE BIOLOGIA

A Bioquímica é uma ciência que estuda as transformações químicas que acontecem nas células dos seres vivos e que, por meio dos processos metabólicos, viabilizam a manutenção da vida. A abordagem do conteúdo de Bioquímica deve promover a integração das disciplinas Química e Biologia, explorando ideias e conceitos comuns às duas. Tal conteúdo faz parte do ciclo básico do Ensino Médio e também de cursos de algumas áreas do ensino superior (FRANCISCO JUNIOR, 2007).

A integração dos conteúdos (neste caso, Biologia e Química) é uma das alternativas para contornar a fragmentação do conhecimento e evitar uma visão reducionista das Ciências, o que permite uma abordagem dos assuntos com uma conexão mais direta com a realidade do educando (CORREIA, et al. 2004).

Trabalhar os conteúdos buscando criar uma relação mais estreita entre conhecimentos gerais e específicos é uma estratégia que minimiza a possibilidade de fazer uma abordagem muito superficial, que deve ser evitada, pois pode comprometer a aprendizagem. Essa estratégia demanda metodologias permeadas por questões atuais que devem ser desenvolvidas de forma contínua ao longo do ano letivo (MOURA, 2012).

Segundo Krasilchik (2004), aulas práticas têm como característica permitir uma intensa mobilização dos estudantes, a partir da manipulação de materiais e equipamentos, da observação de objetos e transformações, envolvendo-os em investigações científicas que podem favorecer o desenvolvimento de novas habilidades e a capacidade de resolver problemas.

Alguns autores consideram que o envolvimento dos estudantes em aulas práticas no ensino de Biologia é um fator de motivação para eles, em função de participarem como atores efetivos do processo de aquisição de conhecimento, podendo conduzi-los a uma aprendizagem efetiva e também edificar e consolidar valores essenciais ao trabalho colaborativo (POSSOBOM *et al.*, 2003; FALA *et al.*, 2010). Além disso, alguns autores, como Lima (2011), ressaltam a importância das aulas práticas no processo de ensino e de aprendizagem dos temas da Biologia, tanto do ponto de vista do educando como do educador.

De acordo com a literatura, a realização de aulas práticas de experimentação é uma estratégia didática eficiente para que o ensino resulte em aprendizagem efetiva, mas, para realizar uma aula experimental faz-se necessário, além de contornar limitações como turmas muito grandes e falta de estrutura e equipamentos, um planejamento detalhado, que vá além do conteúdo, propriamente dito. Por exemplo, é essencial saber qual o material necessário e a sua

disponibilidade, o tempo requerido resultados e os pontos essenciais a serem discutidos para subsidiar a compreensão do tema. Assim sendo, ter acesso fácil a um material contendo as informações básicas organizadas e apresentadas de forma clara e objetiva poderá dar suporte ao professor, facilitando o trabalho e exigindo-lhe menos tempo para planejar aulas experimentais. Também seria muito proveitoso poder contar com a colaboração de técnicos de laboratório para preparar e auxiliar na condução de aulas práticas, mas sabe-se que a maioria dos professores de escolas públicas não conta com este suporte técnico.

As informações compiladas nesse Manual pretendem dar suporte e mais segurança ao professor para aplicar e conduzir os experimentos apresentados, buscando minimizar algumas questões que poderiam surgir na montagem do experimento e na abordagem de alguns tópicos de Bioquímica, em particular no que diz respeito à diversidade de questões que podem ser levantadas pelos estudantes, como relatado por BIZZO (2009).

## 2.2 ATIVIDADES EXPERIMENTAIS E O ENSINO INVESTIGATIVO

A inclusão de atividades experimentais no planejamento pedagógico dos professores das diferentes áreas, particularmente nas Ciências da Vida, como a Biologia, apresenta-se como fator muito importante para tornar o conteúdo mais compreensível, menos abstrato para os educandos. As atividades experimentais constituem um recurso didático que pode auxiliar o professor em suas estratégias de ensino, o que foi apresentado na teoria, favorecendo a aquisição de novos conceitos, tornando o conteúdo mais representativo e próximo da realidade, o que pode despertar no educando o gosto pela disciplina (KRASILCHIK, 2016).

Para Krasilchik,

As aulas de laboratório têm um lugar insubstituível nos cursos de Biologia, pois desempenham funções únicas: permitem que os alunos tenham contato direto com os fenômenos, manipulando os materiais e equipamentos e observando organismos. Na análise do processo biológico, verificam concretamente o significado da variabilidade individual e a conseqüente necessidade de se trabalhar sempre com grupos de indivíduos para obter resultados válidos. Além disso, somente nas aulas práticas os alunos enfrentam os resultados não previstos, cuja interpretação desafia sua imaginação e raciocínio KRASILCHIK (2016, p.88).

Uma aula experimental necessita ir além de uma simples aula de laboratório, em que o aluno é apenas um observador, preso em um procedimento pré-estabelecido. Os estudantes precisam ser submetidos a situações que propiciem ir além da reprodução de conhecimentos; eles precisam definir/resolver um problema, planejar suas ações, os procedimentos e equipamentos que usarão para a coleta de dados, testar suas hipóteses, reconhecer as variáveis

e o referencial das mesmas e a relação entre a informação e a construção de uma explicação, interpretando os resultados, formulando suas próprias conclusões. Essas condições pedagógicas (*status* pedagógico) podem ser alcançadas por meio da realização de atividades experimentais investigativas (VALDEZ, 2017).

Uma abordagem investigativa não deve se resumir a um conjunto de etapas predefinidas, tampouco se restringir a uma mera manipulação de objetos ou realização de experimentos em um laboratório. Ao contrário, de acordo com a Base Nacional Comum Curricular (BNCC):

A abordagem investigativa deve promover o protagonismo dos estudantes na aprendizagem e na aplicação de processos, práticas e procedimentos, a partir dos quais o conhecimento científico e tecnológico é produzido. Nessa etapa da escolarização, ela deve ser desencadeada a partir de desafios e problemas abertos e contextualizados, para estimular a curiosidade e a criatividade na elaboração de procedimentos e na busca de soluções de natureza teórica e/ou experimental. Dessa maneira, intensificam-se o diálogo com o mundo real e as possibilidades de análises e de intervenções em contextos mais amplos e complexos, como no caso das matrizes energéticas e dos processos industriais, em que são indispensáveis os conhecimentos científicos, tais como os tipos e as transformações de energia, e as propriedades dos materiais. Vale a pena ressaltar que, mais importante do que adquirir as informações em si, é aprender como obtê-las, como produzi-las e como analisá-las criticamente (BRASIL, 2018, p. 551).

Dentro dessa perspectiva, entendemos que, utilizando a estratégia de investigação de situações-problema em sala de aula, o professor propicia ao aluno a oportunidade para investir no desenvolvimento de sua autonomia intelectual. Segundo Sasseron (2015), o ensino por investigação não deve limitar-se aos conteúdos e temas distintos, presentes nos componentes curriculares, pois pode ser implantado de diversas formas em diferentes áreas do conhecimento, podendo abordar aspectos ligados ao trabalho, questões morais e éticas, entre outros (SASSERON, 2015).

Nesse sentido, o Conselho Nacional de Pesquisa (*National Research Council- NRC*) dos Estados Unidos, no ano 2000, propôs cinco aspectos fundamentais para que uma atividade seja reconhecida como investigativa:

- a) Deve engajar os estudantes com problemas de orientação científica;
- b) Incentivar a análise de evidências em resposta ao problema proposto;
- c) Elaborar explicações por meio de evidências coletadas;
- d) Levar em consideração as explicações diferentes da sua, referente ao problema estudado;
- e) Promover a comunicação e justificativas construídas em resposta ao problema a ser investigado (*NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2000*).

As características supracitadas colocam o aluno no centro do processo, torna-o protagonista no desenvolvimento do seu próprio conhecimento, fazendo com que busquem respostas para o problema em questão, valorizando a atividade, a argumentação e a comunicação científicas.

Considerando o exposto, é possível verificar que existem muitos indícios de que a aplicação de atividades experimentais apresenta um grande potencial para ajudar os estudantes a consolidarem e a ampliarem os significados dos conceitos bioquímicos. Em sintonia com esse pensamento, foi idealizado e elaborado o Manual de Experimentos de Bioquímica “Com as Mãos na Massa”, voltado para o professor do Ensino Médio das escolas públicas. O propósito maior foi auxiliá-lo no planejamento de atividades experimentais, buscando implementar características do ensino investigativo, facilitando seu trabalho e motivando-o a inserir a abordagem experimental de forma mais representativa no seu planejamento pedagógico. Este Manual, no qual estão compilados de forma organizada, buscando sempre clareza e objetividade, um conjunto de experimentos com características investigativas dentro de temas da Bioquímica, além de constituir-se em material de apoio para professores do Ensino Médio, pretende ajudá-los a implementar estratégias que o aproximem mais de seu alunado, favorecendo a interação aluno-professor, aluno-aluno e o despertar da curiosidade e interesse dos educandos.

Isto poderá refletir-se positivamente tanto no desempenho do professor, que é um dos principais atores na difusão do conhecimento científico, quanto no aprendizado dos estudantes, que estarão imersos em ambiente propício para pensar sobre a Ciência e, quando pertinente, a relacioná-la ao seu cotidiano. Esse cenário fértil deverá conduzir a um aprendizado profícuo e efetivo, contribuindo para a consolidação do conhecimento e, assim, contemplando positivamente educadores e educandos.

A teoria básica referente aos tópicos selecionados para serem apresentados nesse Manual é apresentada a seguir.



## 2.3 BASE TEÓRICA – FOTOSSÍNTESE

A fotossíntese, processo fundamental para manutenção do equilíbrio biológico nos diversos ecossistemas do nosso planeta, é realizada por organismos fotossintetizantes ou fotoautotróficos (plantas, cianobactérias, bactérias verdes e púrpuras e algas). Por esse processo são produzidos compostos orgânicos altamente energéticos a partir de



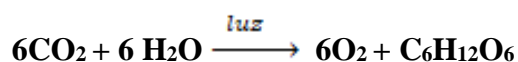
CO<sub>2</sub> atmosférico, utilizando a energia luminosa absorvida por pigmentos, especialmente, as clorofilas a e b. A redução do CO<sub>2</sub> requer um doador de elétrons; quando o doador é a H<sub>2</sub>O, haverá a liberação de O<sub>2</sub> (Fotossíntese Oxigênica).

A luz é constituída por ondas eletromagnéticas e as clorofilas têm capacidade de absorver do espectro eletromagnético da luz branca, apenas radiações nos comprimentos de onda do espectro visível. As clorofilas absorvem mais energia nos comprimentos de onda da luz vermelha e da azul, absorvendo menos no comprimento de onda da luz verde que é refletida. Pigmentos acessórios ou secundários contribuem, absorvendo a energia luminosa em outras faixas do visível.

Nos vegetais, a fotossíntese ocorre em organelas, denominadas cloroplastos, envolve dois fotossistemas (PSI e PSII) e compreende 2 fases:

**1ª** – Fase Clara ou Fotoquímica (depende diretamente da luz): ocorre a absorção de energia luminosa, na faixa do visível, pelas clorofilas presentes nas membranas dos tilacoides, sendo uma parte armazenada como moléculas de ATP (mecanismo denominado fotofosforilação). Ao mesmo tempo, essa absorção de energia viabiliza a quebra da molécula de água (fotólise), liberando oxigênio (O<sub>2</sub>), íons hidrogênio (H<sup>+</sup>) e elétrons (e<sup>-</sup>). O oxigênio é liberado para o meio, enquanto os hidrogênios (H<sup>+</sup> e e<sup>-</sup>) são utilizados para reduzir nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato (NADP<sup>+</sup>) em NADPH.

**2ª** - Etapa química ou fase de fixação de CO<sub>2</sub> (também conhecida como fase escura, porque não depende diretamente da luz). Ocorre no estroma do cloroplasto e resulta na fixação de carbonos do CO<sub>2</sub> por meio de uma via cíclica (Ciclo de Calvin-Benson ou das pentoses). Utiliza a energia (ATP e NADPH) conservada na 1ª. fase. O CO<sub>2</sub> é reduzido, formando carboidratos (CH<sub>2</sub>O) de três carbonos (trioses), os quais podem ser condensados para produzir hexoses, como a glicose (C<sub>6</sub>H<sub>12</sub>O<sub>6</sub>), e também outros carboidratos. O processo fotossintético pode ser resumido pela equação geral abaixo:



## 2.4 BASE TEÓRICA - FERMENTAÇÕES LÁCTICA E ALCOÓLICA

A fermentação é o termo geral utilizado para designar o processo biológico de obtenção de energia sem consumo de oxigênio, a partir da degradação substâncias orgânicas em produtos mais simples. Esse processo é realizado por diversos

organismos anaeróbicos estritos ou facultativos e também por alguns tipos de células animais e vegetais, quando em condições em que há pouca disponibilidade de oxigênio.

A glicose é um dos açúcares mais utilizados pelos microorganismos para a obtenção de energia pela fermentação. Nesse processo, a oxidação da glicose ocorre por meio das mesmas reações químicas da Glicólise, reduzindo  $2 \text{ NAD}^+$  a  $2 \text{ NADH} + 2 \text{ H}^+$  e gerando 2 moléculas de piruvato e energia (2 ATP), porém com o acréscimo sequencial de uma ou mais reações, dependendo do tipo de fermentação. Isto porque, como não há oxigênio disponível para reoxidar as coenzimas (NAD), o acceptor final de elétrons é um composto orgânico. Essa molécula pode ser o piruvato ou o acetaldeído ou outra molécula mais simples gerada a partir da glicose. O produto final depende do elenco de enzimas da célula, sendo os mais comuns e mais conhecidos o álcool etílico (fermentação alcoólica) e o ácido láctico (fermentação láctica).

Na fermentação láctica, o piruvato formado (como na Glicólise) é reduzido a lactato, reoxidando o  $\text{NADH} + \text{H}^+$  gerado em uma das reações anteriores (conversão de gliceraldeído 3-fosfato em 1,3 bifoglicerato), não havendo liberação de gás carbônico. A enzima que catalisa essa reação é a lactato- desidrogenase. A reoxidação de  $\text{NADH} + \text{H}^+$  em  $\text{NAD}^+$  é fundamental para manter o processo de fermentação, garantindo duas moléculas de ATP, gerados por fosforilação ao nível do substrato (FANS), um mecanismo que não depende de oxigênio.

A fermentação láctica é realizada por bactérias, alguns protozoários e fungos, anaeróbios estritos ou facultativos, e por algumas células animais. Neste último caso, podemos citar o que ocorre quando uma pessoa pratica atividade física muito intensa (como 100 m rasos, levantamento de peso, *etc*). Nesta situação não há oxigênio suficiente para manter o metabolismo aeróbio (respiração celular) nos músculos e liberar a energia necessária. Assim, as células musculares degradam anaerobicamente a glicose (armazenada como glicogênio) em ácido láctico para a obtenção de energia. Ao cessar a atividade física, aumenta a disponibilidade de oxigênio e a célula muscular volta a realizar metabolismo aeróbio, oxidando completamente o esqueleto carbônico da glicose em  $6\text{CO}_2$  e  $\text{H}_2\text{O}$ , gerando uma quantidade de energia bem maior do que em condições anaeróbicas. O lactato formado no músculo vai para o fígado, onde é convertido glicose, que retorna ao músculo para repor a reserva de glicogênio utilizada durante o esforço vigoroso.

A fermentação láctica é empregada por indústrias alimentícias na produção de queijos, coalhadas, iogurte e outros.

Na fermentação alcoólica, da mesma forma que na láctica, a glicose é convertida em piruvato, porém essa molécula sofre primeiro uma descarboxilação, catalisada pela enzima piruvato descarboxilase, liberando uma molécula de gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) e formando um composto com dois carbonos (o acetaldeído), que sofre redução pelo  $\text{NADH} + \text{H}^+$  (que se reoxida a  $\text{NAD}^+$ ), originando álcool etílico. A fermentação alcoólica ocorre principalmente em bactérias e leveduras, sendo muito utilizada no processo de produção de bebidas alcoólicas, pães e também na produção de biocombustíveis (a partir da biomassa).

Existem outros tipos de fermentação, como a acética, realizada por acetobactérias, que também é muito utilizada na indústria alimentícia. O produto final é o ácido acético, importante na produção de vinagres, mas também responsável pelo azedamento do vinho e dos sucos de frutas.



## 2.5 BASE TEÓRICA – ENZIMAS

As enzimas, em sua maioria, são proteínas (polímeros de resíduos de aminoácidos) com atividade catalítica, com exceção de algumas moléculas de RNA, as ribozimas. Esses catalisadores biológicos são essenciais para que as reações dos sistemas biológicos ocorram em velocidade adequada para garantir a manutenção da célula viva. As enzimas podem aumentar a velocidade das reações em até 17 ordens de magnitude e são muito mais eficientes do que os catalisadores inorgânicos, na medida que têm especificidade para o(s) substrato(s), formando um complexo Enzima-Substrato específico e produto(s) específico(s).

As enzimas, geralmente, têm alta massa molecular, podendo ser constituídas por mais de uma cadeia polipeptídica, o que lhes confere uma estrutura quaternária. Algumas enzimas podem conter, além da cadeia de resíduos de aminoácidos, outros componentes químicos, denominados cofatores, que podem ser íons ( $\text{Mg}^{2+}$ ,  $\text{Fe}^{+2}$ ,  $\text{Mn}^{+2}$ , *etc.*) ou uma molécula orgânica (neste caso, denominada coenzima). Se o cofator estiver ligado firmemente à enzima, receberá a denominação de grupo prostético.

As enzimas contêm regiões específicas para a ligação do substrato, os sítios ativos, e algumas têm também outros sítios (como os sítios alostéricos) importantes para regular a sua atividade catalítica. Elas não são consumidas durante a reação: reagem com o substrato, formando o complexo Enzima-Substrato, e no final liberam o produto, podendo catalisar várias

reações de conversão de outras moléculas do mesmo substrato em produto, em um pequeno intervalo de tempo.

A estrutura tridimensional (terciária) da enzima é fundamental para a sua atividade catalítica e essa estrutura pode ser influenciada por vários fatores. Quando a alteração na estrutura tridimensional resulta em perda da função da proteína, significa que a proteína sofreu desnaturação. É importante lembrar que a desnaturação pode ser revertida, na medida que o enovelamento característico da estrutura tridimensional de uma cadeia polipeptídica resulta das informações definidas pela sequência de resíduos de aminoácidos

Alguns fatores podem desnaturar as proteínas. Dentre eles, podemos citar temperatura (extremos), o pH (extremos ácido ou básico), solventes orgânicos miscíveis (p.ex., álcool e acetona), certos solutos como ureia e detergentes. Temperaturas muito altas podem desnaturar a maioria das proteínas, interferindo de diferentes formas nas ligações fracas como as ligações de hidrogênio, dificultando a predição dos efeitos. Contudo existem organismos, como as bactérias termofílicas e as arqueobactérias, que têm proteínas altamente termoresistentes, que são ativas em temperaturas em torno de 100 °C.

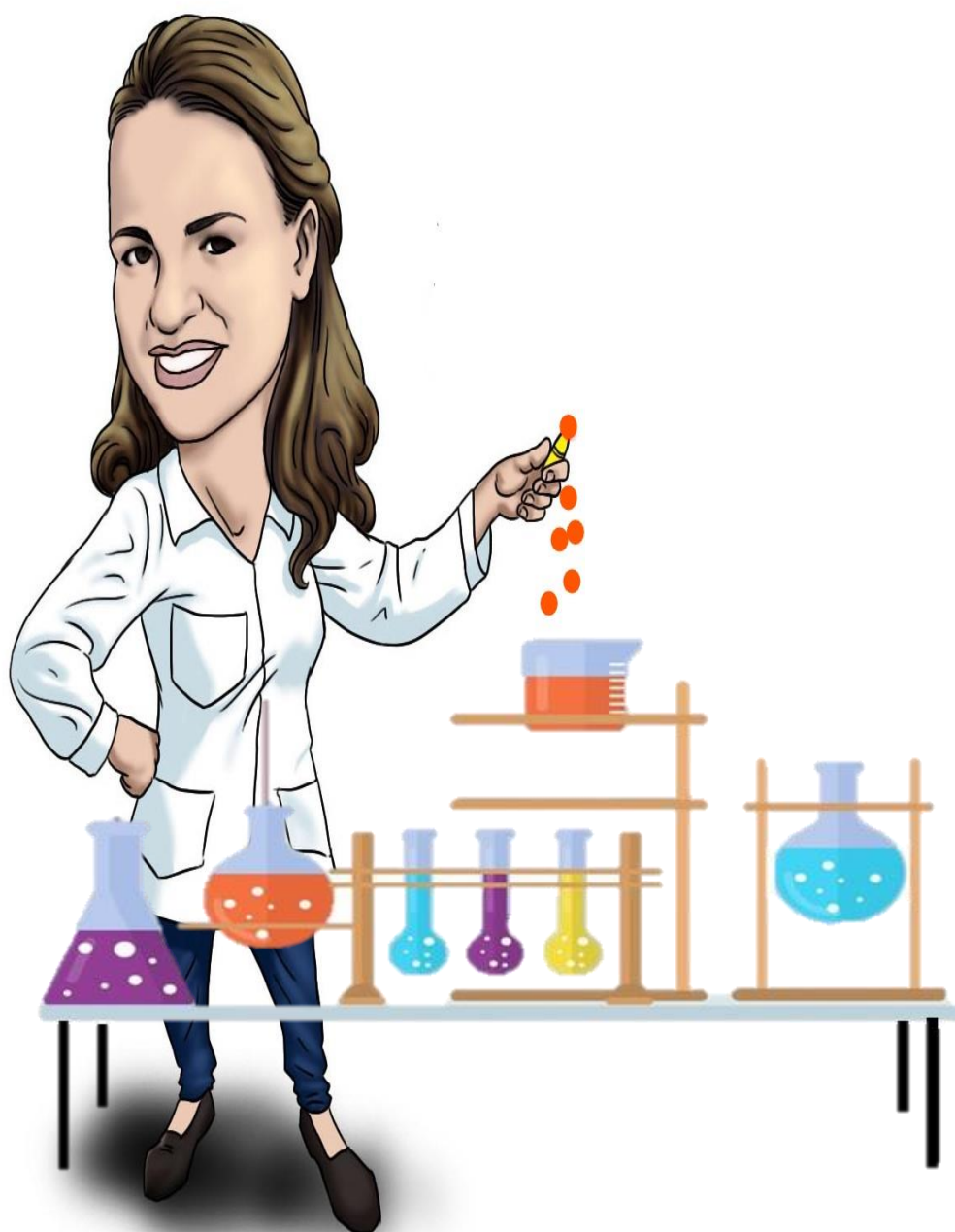
Em pHs muito altos ou muito baixos ocorre alteração na carga líquida da proteína, levando a uma repulsão eletrostática e rompimento de ligações de hidrogênio. Solventes orgânicos, ureia e detergentes podem causar o rompimento de interações hidrofóbicas, importantes para a estabilidade de proteínas globulares. A ureia também atua nas ligações de hidrogênio.

Algumas enzimas importantes para o nosso organismo são: a lactase, que catalisa a hidrólise do açúcar do leite, a lactose, nas células intestinais; a ptialina ou amilase, que atua na degradação do amido, um polímero de glicose presente em muitos alimentos vegetais; a catalase, responsável pela decomposição do peróxido de hidrogênio (água oxigenada), um composto tóxico, em oxigênio e água; as proteases, enzimas importantes no processo de digestão de proteínas e as lipases, que atuam na degradação dos lipídeos.

Certamente, há muito o que se aprender sobre enzimas, essas impressionantes biomoléculas multifuncionais que tornam as reações metabólicas cineticamente adequadas à manutenção da vida.

# CAPÍTULO 3

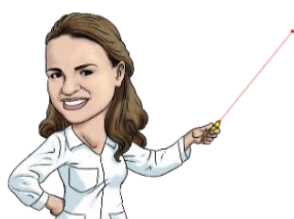
## EXPERIMENTOS



### 3.1 ANTES DE REALIZAR OS EXPERIMENTOS

**Caro professor, antes de realizar as atividades experimentais com os estudantes você precisa:**

- ✚ Sempre que possível, testar o experimento para verificar se há necessidade de ajustes;
- ✚ Verificar o número de estudantes para definir o número de grupos;
- ✚ Organizar os estudantes em grupos (sugerimos o máximo de 6/grupo);
- ✚ Organizar todo o material necessário, considerando o número de grupos (ter sempre material extra para mais um experimento);
- ✚ Avisar os estudantes com antecedência para que venham vestidos adequadamente e tragam jaleco;
- ✚ Conversar com os estudantes sobre os cuidados e a importância de realizar os experimentos com segurança;
- ✚ Verificar se algum dos reagentes é tóxico ou corrosivo. Se sim, você deverá enfatizar para os alunos os cuidados com tais substâncias. Você também pode optar por realizar o experimento de forma demonstrativa;
- ✚ Se a escola não contar com um laboratório, você pode realizar o experimento na sala de aula. Para tanto, é necessário reorganizar o espaço: juntar e forrar mesas e separar de acordo com o número de grupos, manter janelas abertas, disponibilizar recipientes para descarte sólido e líquido, separadamente, afastar as cadeiras, *etc.*



***Professor,***

*Resultados diferentes dos esperados são uma boa fonte para discutir o conteúdo. Aprendemos muito com os erros.*

## 3.2 O VALOR DO ERRO PARA O APRENDIZADO

É oportuno lembrar que nem sempre o resultado dos experimentos está de acordo com o esperado. Às vezes, um erro de manipulação - quantidade ou troca de reagentes, alteração na sequência de substâncias que serão misturadas, dentre outros- pode acarretar em um resultado diferente. É fundamental que o professor “use bem” o “erro”; isto é, oportunize a discussão do valor desse resultado inesperado com seu alunado, conscientizando-o sobre o quanto se aprende analisando-o e, enfatizando a importância de levarmos em conta nossas possíveis “falhas”.

As hipóteses, quando testadas experimentalmente, proporcionam aos alunos a oportunidade de refletirem sobre seus resultados. Como explica Carvalho, [...] “os alunos precisam errar, isto é, propor coisas que pensam testá-las e verificar que não funcionam” (CARVALHO, 2019, p.12). Cabe ao professor, nesse momento, apenas orientar seus alunos e verificar se eles entenderam a proposta, não interferindo no desenvolvimento do trabalho.

O professor precisa dar espaço a seus alunos para que eles discutam seus próprios resultados e aprendam a ouvir, debater os resultados apresentados pelos colegas, para assim identificarem possíveis erros, analisando e chegando a novas conclusões. O erro e o acerto devem ser encarados como um caminho necessário para o desenvolvimento intelectual: “O erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio” (CARVALHO, 2019, P. 3).

O professor precisa ser prudente ao avaliar o erro de seus alunos para que, de fato, sirva de instrumento norteador para um ensino de qualidade. Dessa forma, qualquer atitude inadequada por parte do docente pode interferir de forma negativa no processo de aprendizagem. O professor deve deixar de encarar o erro como falha, mas como parte de um processo natural de aprendizado: “O erro não é um corpo estranho, uma falha na aprendizagem. Ele é essencial, faz parte do processo” (DEMO, 2001, P. 50). É a partir da experiência com o erro, que o aluno torna significativo seu aprendizado. O professor pode usar o erro a seu favor para demonstrar que é possível o aluno se apropriar do próprio erro para chegar a novos conhecimentos ou novos resultados.

Assim, é importante que o professor enxergue a importância de cada resultado e não descarte um resultado experimental por não estar de acordo com o previsto. Todo resultado é passível de discussão e cabe a nós professores buscarmos a melhor forma de abordá-lo, sempre em sintonia com o propósito educacional.

### 3.3 ORIENTAÇÕES BÁSICAS PARA DESENVOLVER A ATIVIDADE EXPERIMENTAL

É fundamental que o professor esteja seguro quanto ao conteúdo a ser trabalhado na atividade experimental. Essa segurança trará a confiança necessária para desenvolver todas as etapas da atividade, estimulando o educando a discutir, colocar suas questões e propostas, tendo o suporte do conhecimento e da postura do professor. Pensando nisso, disponibilizamos neste Manual a base teórica dos três temas abordados nos experimentos (Fotossíntese, Fermentação e Enzimas) e sugestões de fontes de consulta para aprofundamento nos temas. O livro didático também é uma boa fonte para revisão.

O professor precisa organizar o tempo que poderá ser disponibilizado na realização de cada uma das etapas do experimento, evitando que os alunos se dispersem e/ou fiquem ociosos. Isso garantirá um melhor aproveitamento do tempo disponível.

Os experimentos que compõem o Manual seguem um mesmo modelo de organização, inspirados nos trabalhos desenvolvidos por Carvalho (2019) e Sasseron (2013,2015). Este modelo é apresentado abaixo:

**Título:** Informa o tema a ser explorado no experimento.

**Objetivo(s):** Evidencia o que se pretende com a atividade experimental.

**Problematização:** Permite que o professor tenha uma noção do conhecimento prévio dos estudantes sobre o tema a ser abordado. Este tópico é utilizado para apresentar questão(ões) que motivem os estudantes a fazer novos questionamentos e, quem sabe, a levantarem hipóteses. Por tratar-se de alunos do Ensino Médio, é importante que o professor proponha as questões que farão parte da problematização, e observe se todos os alunos entenderam o que está sendo proposto. Observar a participação dos alunos também é um ponto a considerar, visto que alguns deles tendem a tomar as rédeas da discussão; eles não devem ser podados, mas o professor precisa instigar outros estudantes a apresentarem suas ideias. Nesse momento, o professor será mais um observador/mediador e deve ter cuidado para não revelar as respostas das questões propostas, fato que eliminaria toda a possibilidade de investigação por parte do aluno.

**Materiais e Procedimento:** Nessas etapas o professor precisa observar com atenção como os alunos estão realizando o procedimento experimental; os cuidados com a manipulação dos materiais/reagentes. Erros na manipulação, por exemplo na sequência de adição de reagentes,



podem gerar resultados inesperados, que deverão ser considerados no momento da discussão. Essa etapa poderá dar condições aos alunos para pensarem em novas hipóteses.

**Resultados Esperados:** Coleta e análise de dados.

**Discussão:** Em cada experimento há sugestões de questões para o professor instigar os estudantes a pensarem no tema em experimentação, nos resultados obtidos e se há como tirar conclusões a partir dos mesmos. É o momento em que o professor, como mediador do processo educacional, terá a oportunidade de reforçar os aspectos que considera mais relevantes dentro do tema, chamando os alunos à reflexão, além de trazer à tona a importância da abordagem experimental com características investigativa. Ainda na discussão, é sugerido ao professor que retome os questionamentos da problematização para discutirem as hipóteses levantadas pelos alunos, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização dos experimentos. Ao retomar a problematização é importante que, além da discussão das hipóteses, os alunos possam relatar por escrito o que foi apreendido, isso poderá realçar a construção pessoal do conhecimento.

Durante a análise e discussão dos resultados, os alunos deverão ser incentivados a expor para a turma os resultados obtidos e a ouvirem e considerarem os dados coletados pelos colegas; serem questionados com relação às evidências obtidas. Essa conduta poderá promover no aluno o desenvolvimento de atitudes científicas; é a passagem da ação manipulativa à ação intelectual (CARVALHO, 2019).

É oportuno lembrar que nem sempre os resultados obtidos nos experimentos são os esperados. Às vezes um erro de manipulação (quantidade ou reagente, alteração na sequência de adição de substâncias que serão misturadas, *etc.*) pode levar a um resultado diferente. Neste caso, é oportuno e fundamental que o professor use bem o “erro”, conscientizando os alunos sobre o quanto é possível aprender analisando um resultado inesperado.

A realização de experimentos utilizando uma abordagem com características do ensino investigativo deverá refletir-se positivamente tanto no desempenho do professor, que é um dos principais atores na difusão do conhecimento científico, quanto no aprendizado dos estudantes, que estarão imersos em ambiente propício para pensar sobre a Ciência e, quando pertinente, a relacioná-la ao seu cotidiano. Esse cenário fértil poderá conduzir a um aprendizado profícuo e mais efetivo que poderá promover o interesse pelo tema em questão e também por temas correlatos. Como desdobramento dessa oportunidade do jovem participar da construção de seu conhecimento, poderão surgir, quem sabe.

### 3.4 FLUXOGRAMA DE ORGANIZAÇÃO DOS EXPERIMENTOS



## 3.5 EXPERIMENTOS DE FOTOSSÍNTESE

### EXPERIMENTO 1

#### FOTOSSÍNTESE E AS CORES DA LUZ

**Tempo médio para a execução do experimento:** 50 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) Por que a denominação “Fotossíntese”?
- b) A luz influencia a percepção das cores?
- c) Há relação entre a eficiência da fotossíntese e as cores da luz absorvida?

#### OBJETIVOS

Verificar e compreender a influência da luz visível na fotossíntese. Identificar os comprimentos de onda (cores) mais eficientes para esse processo. Verificar a liberação de gás (oxigênio) pela fotossíntese.

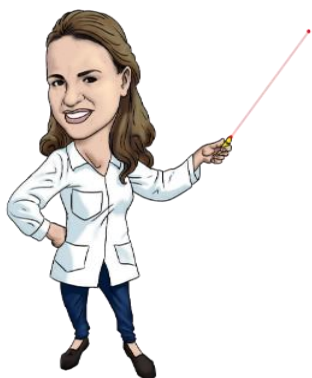
#### MATERIAIS

- + 06 béqueres - 1L (ou recipiente de vidro transparente - 1L);
- + 06 tubos de ensaio;
- + 06 funis (que se encaixe invertido no fundo do béquer);
- + Bicarbonato de sódio;
- + Água (da torneira);
- + 06 ramos de *Elodea sp.* (tamanhos similares ou pesar para garantir a mesma quantidade/béquer);
- + Folhas de papel celofane transparente: sem cor, vermelho, cor de laranja, amarelo, verde e azul.

#### PROCEDIMENTO

1. Preparar a solução de bicarbonato de sódio - dissolver 15g de bicarbonato de sódio em 750 mL de água (para cada béquer);
2. Colocar um ramo de *Elodea sp.* dentro de cada funil e acomodar essa montagem, de forma invertida, no fundo do béquer, contendo a solução de bicarbonato de sódio;

- As folhas de *Elodea sp.* devem ficar totalmente imersas na solução e dentro do funil.
3. Cobrir a haste dos funis com um tubo de ensaio cheio de solução de bicarbonato de sódio;
    - Isso é importante para aprisionar os gases produzidos e evitar a entrada de ar.
  4. Envolver cada montagem com uma cor diferente de papel celofane: um béquer ficará envolto por papel sem cor, outro por celofane vermelho, outro pelo de cor laranja, outro com o amarelo, outro com o de cor verde e outro com o azul;
  5. Expor as montagens à luz solar, em um mesmo local;



- Procure garantir as mesmas condições de luminosidade para todas as montagens.
  - Lembre os estudantes de observarem os sistemas montados antes da exposição à luz solar e fazerem suas anotações.
  - O tempo de exposição pode variar em função da luminosidade no dia.
  - Os estudantes devem observar as montagens e anotar os resultados. Comparar com as anotações feitas antes de expor as montagens à luz solar.
6. Aguardar por, no mínimo, 30 min.

## RESULTADOS ESPERADOS

Controle - A montagem com celofane incolor - utiliza-se o mesmo material plástico das outras montagens, mas sem ação filtrante, que é diferenciada pelas cores. Serve como referencial para estabelecer a intensidade da fotossíntese, a partir do volume de oxigênio liberado no tempo experimental.

Montagem com celofane incolor - maior liberação de gás oxigênio. Praticamente toda a radiação atravessa o material do celofane incolor; há incidência de energia luminosa de todas as faixas do visível.

Montagens com celofane vermelho e azul - quantidades intermediárias de oxigênio. No caso do vermelho e do azul, os comprimentos de onda azul e do vermelho são mais eficientemente absorvidos pela clorofila do que os demais, portanto, são mais eficientes para a obtenção de energia.

Montagens com celofanes laranja, amarelo e verde - quantidades menores de oxigênio, sendo ainda em menor proporção na com celofane verde. Nesses comprimentos de onda, a absorção de energia luminosa é muito pequena, principalmente, no correspondente à cor verde.

## DISCUSSÃO

- # Qual a função do Bicarbonato de sódio no experimento?
- # Qual a origem do oxigênio liberado na fotossíntese?
- # A luz artificial pode promover a fotossíntese?
- # Quais os elementos essenciais para que a fotossíntese ocorra?

### Retomar a Problematização

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.

## OUTRAS QUESTÕES PARA A DISCUSSÃO

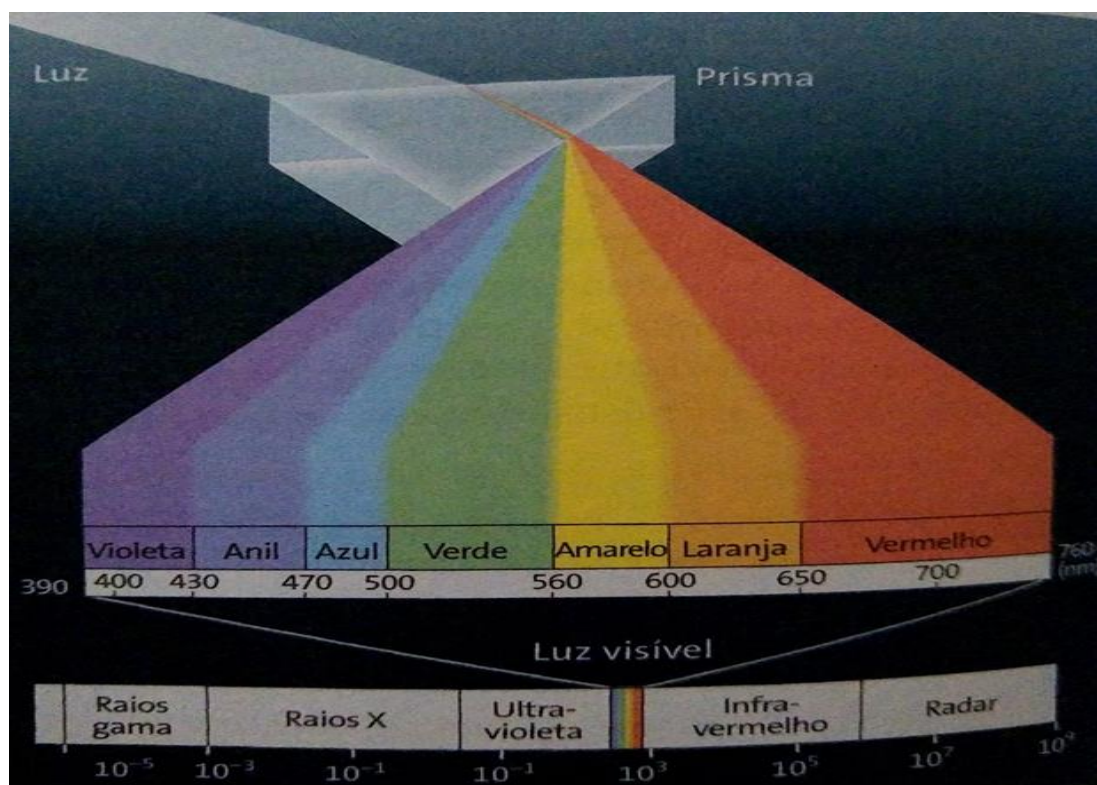
- # Foi verificada a presença de bolhas (de gás) no ápice dos tubos de ensaio? Que gás é esse? Como podemos testar se corresponde a esse gás? Houve diferença na quantidade desse gás nas diferentes montagens?
- # Qual a função do papel celofane colorido?
- # Quais os comprimentos de onda (cores) mais eficientes para a fotossíntese?
- # Qual é a importância da montagem utilizando o papel celofane sem cor? Uma montagem sem o envoltório de papel celofane produziria o mesmo efeito?

### Professor,

**Esse é o momento oportuno para associar as cores aos comprimentos de onda da luz visível. Troque ideias sobre essa relação, usando a figura disponibilizada a seguir ou a imagem que preferir.**



Lembre-se que o diferencial do controle experimental deve ser apenas a variável a ser testada. Logo, precisa-se utilizar o mesmo material utilizado nas outras montagens, com o diferencial da cor (filtro); ou seja, usar o celofane, porém sem cor.



Fonte: Livro de Sônia Lopes, **BIO**: Volume 1. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. p.242.

# Em quais montagens há indicação de que a taxa de fotossíntese foi maior? Em quais seria menor? Justifique.

**Você pode usar, basicamente, a mesma montagem e materiais desse experimento e investigar outros pontos do processo fotossintético. Abaixo, há uma lista de sugestões.**

- Variar a intensidade de luz (utilizar lâmpadas de diferentes Watts).
- Variar a disponibilidade de carbono, variando a concentração de Bicarbonato de sódio.
- Comparar o processo fotossintético em diferentes plantas.

**Professor,**

*Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:*

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

## REFERÊNCIAS

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia Hoje**. 3 ed. São Paulo: Ática, 2016. p.288.

LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. **BIO**: Volume 1. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. p.384.

## EXPERIMENTO 2

### LUZ E FOTOSSÍNTESE

**Tempo médio para a execução do experimento:** 40 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) A luz é importante para o processo de fotossíntese?
- b) As plantas podem sobreviver por um longo tempo em ausência de luz? Explique.
- c) Por que as plantas crescem?

#### OBJETIVO

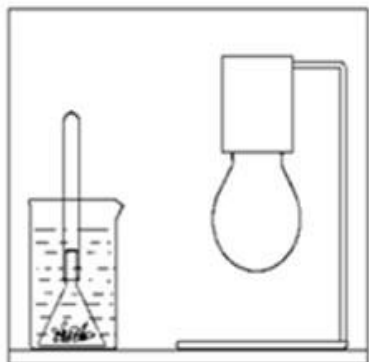
Analisar a influência da luz no processo de fotossíntese.

#### MATERIAIS

- ✚ Ramos de *Elodea sp.*;
- ✚ 02 béqueres de vidro de 1L ou 2 recipientes de vidro transparente de 1L;
- ✚ 02 tubos de ensaio de vidro;
- ✚ Bicarbonato de sódio;
- ✚ Água natural (retirada da torneira);
- ✚ 01 lâmpada de 100W com suporte;

#### PROCEDIMENTO

1. Preparar a solução de bicarbonato de sódio - dissolver 15g de bicarbonato de sódio em 750mL de água (para cada béquer).
2. Colocar um ramo de *Elodea sp.* dentro de cada funil e acomodar essa montagem, de forma invertida, no fundo de cada béquer, contendo a solução de bicarbonato de sódio.  
Observar se a *Elodea sp.* está totalmente imersa na solução e dentro do funil.
3. Cobrir a haste dos funis com um tubo de ensaio cheio de solução de bicarbonato de sódio, para aprisionar os gases produzidos.
4. Expor um dos sistemas de ensaio à fonte de luz (Figura 1). O outro recipiente será colocado em um ambiente escuro (armário ou caixa de papelão), bloqueando a incidência de luz.



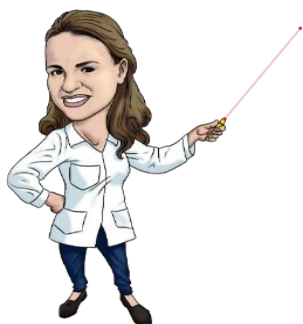
**Figura 1-**O sistema experimental montado no interior do béquer não deverá conter ar, ficando totalmente imerso. Lateralmente ao béquer deverá ser posicionado uma luminária, mantendo a lâmpada acesa ou expor a amostra a luz solar.

**Fonte:** <https://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/fotossintese.htm>. Acesso em: 17 dez. 2019.

5. Observar os dois sistemas antes e após o tempo experimental e descrever o que ocorreu.

## RESULTADOS ESPERADOS

Controle- A montagem colocada no escuro servirá para identificar quais alterações foram causadas pela variável analisada (no caso, a luz) e quais alterações são próprias do sistema. Os resultados devem ser diferentes entre as duas amostras. Na montagem exposta à luz haverá desprendimento de gás acumulado no ápice do tubo de ensaio. Não há como ter certeza se esse gás é o oxigênio, mas na montagem exposta à fonte de luz haverá desprendimento de um gás, o que não ocorrerá na amostra colocada no escuro.



- Ressalte a importância do “controle experimental”, enfatize que, neste caso, é o parâmetro para identificar as alterações decorrentes da incidência de luz (variável analisada);
- A folha é o “órgão-sede” da fotossíntese, relacionar com a presença das clorofilas (parênquima clorofiliano).

## DISCUSSÃO

# Os resultados foram iguais ou diferentes nas duas montagens experimentais?

# Qual foi a função da caixa de papelão (ou armário)?

# Como ocorre o processo de fotossíntese e quais os fatores que a influenciam?

# A fotossíntese é fundamental para reciclagem do carbono, oxigênio e água na biosfera?

# As plantas produzem açúcares? Qual a fonte de carbono?



## Retomar a Problematização

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.

## OUTRAS QUESTÕES PARA DISCUSSÃO

# Os seres humanos dependem da fotossíntese? Por quê?

# Tem fundamento afirmar que é perigoso dormir com plantas no quarto?

A taxa de consumo de oxigênio pela planta é variável e, em determinados momentos do dia, essa taxa excede a sua produção. Apesar disso, esse consumo é extremamente pequeno se comparado ao do ser humano.



**Professor,**

*Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:*

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

## REFERÊNCIAS

LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. **BIO**: Volume 1. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. p.384.

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia Hoje**. 3 ed. São Paulo: Ática, 2016. p.288.

## EXPERIMENTO 3

### SEPARAÇÃO DE PIGMENTOS VEGETAIS POR CROMATOGRAFIA EM PAPEL

**Tempo médio para a execução do experimento: 50 minutos.**

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- O que você entende por “Cromatografia”?
- O que são pigmentos? E fotopigmentos?
- Você relaciona algum pigmento à fotossíntese? Qual?
- Para os organismos fotossintetizantes, seria vantajoso possuir diferentes tipos de fotopigmentos? Justifique.

#### OBJETIVO

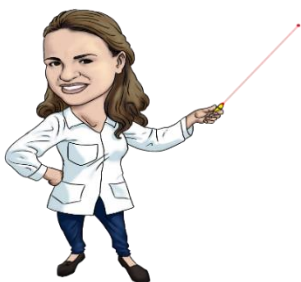
Identificar alguns pigmentos extraídos de determinados vegetais e separá-los utilizando uma técnica cromatográfica.

#### MATERIAIS

- ✚ 06 almofarizes e 06 Pistilos (ou 06 potes e 06 socadores);
- ✚ Tiras de papel filtro;
- ✚ 06 béqueres (ou 06 copos de plástico transparentes);
- ✚ Tesoura e faca;
- ✚ 06 pinças;
- ✚ Álcool etílico 70 %;
- ✚ 06 peneiras (ou coador);
- ✚ 06 vidros de relógio (ou tampas de pote);
- ✚ 01repolho roxo;
- ✚ 01beterraba;
- ✚ 01cenoura;
- ✚ Folhas verdes (de *Coleus sp.* ou de outro vegetal);
- ✚ 01pimentão amarelo;
- ✚ 01tomate.

#### PROCEDIMENTO

- 1 - Cortar (ou rasgar) os vegetais em pedaços pequenos e colocar cada um em um almofariz (pote ou copo);
- 2 - Triturar cada vegetal com o pistilo (ou socador);
- 3 - Adicionar álcool etílico até cobrir os vegetais e macerar novamente;
- 4 - Deixar extraído por 15 minutos;
- 5 - Coar o macerado (vegetais macerados + álcool) usando uma peneira ou coador e separar o extrato alcoólico em um béquer; (reservar a massa de vegetais para descartar, posteriormente);
- 6 - Mergulhar uma tira de papel filtro, em posição vertical, em cada béquer contendo os extratos alcoólicos; manter, aproximadamente 0,5 cm da tira imerso (em contato com a solução);
- 7 - Aguardar 30 min, (observar e anotar o que está acontecendo);
- 8 - Retirar a tira de papel de filtro, com cuidado, usando a pinça;
- 9 - Colocar as tiras para secar dentro do vidro de relógio (ou outro suporte).



**Professor,**

Lembre-se de alertar os estudantes quanto ao cuidado com o manuseio dos extratos alcoólicos (inflamável). Trabalhar em ambiente arejado; A tabela abaixo pode ser disponibilizada para os grupos registrarem os resultados.

**TABELA DE RESULTADOS**

VEGETAIS:	PIGMENTOS IDENTIFICADOS:
Repolho Roxo	
Beterraba	
Cenoura	
Folhas Verdes	
Pimentão Amarelo	
Tomate	

## RESULTADOS ESPERADOS

Os pigmentos que dão cor aos vegetais foram extraídos em álcool etílico, obtendo-se um extrato alcoólico (com cor). As substâncias extraídas foram submetidas à separação, utilizando cromatografia em papel. As diferentes cores que constituem a mistura poderão ser observadas nas tiras de papel, após a corrida cromatográfica, indicando a presença de pigmentos variados nas leguminosas utilizadas.

O álcool vai migrando no papel de filtro e carrega as substâncias do extrato (amostra) que têm maior afinidade com ele. A cor verde refere-se à clorofila, a cor amarela ao caroteno, a roxa é da antocianina e a marrom, geralmente, é dos compostos orgânicos apolares. Os fotopigmentos são muito importantes para a absorção de energia luminosa, principalmente as clorofilas.

## DISCUSSÃO

# Qual o objetivo da cromatografia?

# Durante o processo de trituração dos vegetais, o que pode ser observado, ou seja, o que acontece? O cheiro fica mais ativo ou não? Por quê? E a cor? Fica mais clara ou mais intensa?

# Como os pigmentos deslocam de uma borda do papel para outra, em uma altura diferente do líquido do copo?

# É possível afirmar, por meio do experimento, se o vegetal é fotossintetizante ou não? Justifique sua resposta.

# Em quais experimentos foram observadas maiores variações de cores? O que essa variação de cores pode informar acerca do vegetal investigado?

# Em todos os experimentos foi observada a presença da clorofila?

## Retomar a Problematização

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.

**Você pode usar, basicamente, a mesma montagem e materiais desse experimento e investigar outros pontos do processo fotossintético. Abaixo, há uma lista de sugestões.**

- Misturar quantidades iguais de todos os extratos em um único béquer;
- Colocar uma tira de papel filtro e aguardar 30 min;
- Retirar a fita e colocar para secar;

- Observar o resultado.

- Você também pode incluir essa etapa ao experimento descrito acima.

Se o tempo for curto ou o número de estudantes for pequeno, você pode trabalhar com menos vegetais.



**Professor,**

*Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:*

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

## **REFERÊNCIA**

PIBID. Extraindo pigmentos vegetais. Disponível em: <<http://pibidergs.blogspot.com/2016/03/kit-extraindo-pigmentos-vegetais.html>>. Acesso em 12/05/2019.

## EXPERIMENTO 4

### FOLHAS ROXAS E A FOTOSSÍNTESE

Tempo médio para a execução do experimento: 30 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) Folhas roxas são capazes de realizar fotossíntese?
- b) Folhas roxas têm clorofila?

#### OBJETIVO

Demonstrar a presença dos foto-pigmentos clorofila e caroteno, em extrato de folhas roxas submetido à cromatografia em papel.

#### MATERIAIS

- ✚ 01béquer 10 mL (ou outro recipiente pequeno, transparente);
- ✚ 05mL de álcool etílico;
- ✚ 01pipeta Pasteur ou conta gotas;
- ✚ Papel de filtro (3x10 cm);
- ✚ 01almofariz com pistilo;
- ✚ Lápis;
- ✚ Tesoura;
- ✚ Régua.
- ✚ 02 folhas roxas;



#### Professor,

#### Sugestões de plantas que poderão ser utilizadas na elaboração do experimento:

*Colocasia aquatilis*, conhecida no Brasil como inhame-preto, *Tradescantia pallida*, ou trapoeraba-roxa, *Ipomoea batatas*, conhecida como batata-doce roxa, é um pendente ornamental com folhas púrpuras em formato de coração, *Cordyline terminalis* ou dracena, *Iresini herbistii*, ou coração-magoado.

## **PROCEDIMENTO**

- 1 - Cortar o papel de filtro de forma a obter uma tira com, aproximadamente, 3cm de largura e 10cm de altura. Com o lápis, fazer um traço transversal a 1cm de distância da base;
- 2 - Cortar uma folha roxa e colocar os pedaços no almofariz. Macerar bem para obter um extrato líquido;
- 3 – Adicionar 5 mL de álcool ao béquer;
- 4 - Retirar uma gota de extrato líquido e aplicar sobre o traço feito no papel. Imediatamente, mergulhar a ponta da tira que contém o extrato no álcool contido no béquer;
- 5 - Acompanhar a corrida cromatográfica (migração do álcool sobre o papel).

## **Professor**

Lembre-se de alertar os estudantes quanto ao cuidado com o manuseio de álcool (inflamável). Trabalhar em ambiente arejado.

## **RESULTADO ESPERADO**

A cromatografia é uma técnica de separação de misturas. As folhas apresentam uma série de compostos orgânicos de polaridades diferentes. Quando o álcool passa sobre a amostra ele carrega, à medida que migra sobre o papel, as substâncias de maior afinidade com ele. A cor verde refere-se à clorofila, a cor amarela ao caroteno, cor roxa à antocianina e a cor marrom aos compostos orgânicos apolares. A clorofila é um pigmento fundamental para a absorção da energia luminosa que ocorre durante a fotossíntese e o caroteno também contribui para a eficiência desse processo. Ambos estão presentes em todas as folhas, independente da cor.

## **DISCUSSÃO**

- # Quais as cores foram visualizadas no papel filtro?
- # Alguma das cores foi mais intensa?
- # Qual a relação dessas cores (pigmentos) com o processo de fotossíntese?

## **Retomar a Problematização**

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.



**Professor,**

*Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:*

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

## **REFERÊNCIA**

CONHECENDO AS PLANTAS/UM POUCO DE FISIOLOGIA VEGETAL NA REDE. **Folhas roxas fazem fotossíntese?** Disponível em: <http://fisiovegetalufsc.blogspot.com/2013/10/folhas-roxas-fazem-fotossintese.html>. Acesso em: 20 out. 2018.



## EXPERIMENTO 5

### SOLUBILIDADE DE PIGMENTOS DE TECIDOS VEGETAIS

Tempo médio para a execução do experimento: 50 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) O que é solubilidade?
- b) O que significa dizer que uma substância é lipossolúvel? E hidrossolúvel?
- c) Há diferença na solubilidade dos pigmentos vegetais?

#### OBJETIVOS

Observar a separação de pigmentos lipossolúveis e hidrossolúveis, por meio de sua partição em solventes não miscíveis. Acompanhar as variações das propriedades de alguns destes pigmentos, em função das variações do pH do meio ou de sua hidrólise parcial.

#### MATERIAIS

- ✚ Folhas verdes e variegadas (cores e tonalidades diversas) de qualquer espécie ou de *Tradescantia sp*;
- ✚ Almofariz (gral);
- ✚ 02 tubos de ensaio;
- ✚ 40 mL de acetona;
- ✚ Proveta de 100 mL;
- ✚ Béquer de 100 mL;
- ✚ Algodão;
- ✚ Funil de vidro;
- ✚ Papel de filtro;
- ✚ Funil separador;
- ✚ Pipetas ou seringas de 5 ou 10 mL;
- ✚ Hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 N;
- ✚ Ácido clorídrico (HCl) 0,1 N;
- ✚ Hidróxido de potássio (KOH) 3 N;
- ✚ 30 mL de água destilada;
- ✚ 20 mL de éter etílico.

## PROCEDIMENTO

1. Macerar no almofariz 10 a 15 folhas verdes em 40 mL de acetona;
2. Filtrar o macerado em um disco de papel de filtro;
3. Adicionar, em um funil separador, 20 mL do filtrado, seguido de 20 mL de éter etílico e depois 20 mL de água destilada, girando sempre o funil;
4. Transferir 5 mL da camada inferior para um tubo de ensaio e acrescentar 5 mL de água destilada;
5. Fazer o mesmo com a camada superior;
6. Acrescentar à mistura proveniente da camada inferior algumas gotas de NaOH 0,1 N;
7. Em seguida adicione a mesma quantidade de HCl 0,1 N;
8. À mistura proveniente da camada superior, acrescentar algumas gotas de KOH 3N;
9. Registrar os resultados.

## RESULTADOS ESPERADOS

Quando o éter etílico é adicionado, a solução deve se separar em duas fases: uma verde, devido à presença de clorofila, e uma rosa, devido à presença de xantofila, que é um tipo de carotenoide. A porção maior é a que contém clorofila.

Ao acrescentar água destilada, a parte rosa deverá ficar em maior proporção, e logo a cor deverá alterar para um tom meio arroxeadado.

Em pH básico, a antocianina ficará com uma tonalidade verde, comprovando que houve mudança no pH. Ao acrescentar uma solução ácida, a mistura deverá retornar para a tonalidade rosa.

Pigmentos hidrossolúveis apresentam alteração de tonalidade em função das variações de pH. É o que ocorre com a xantofila, sendo assim classificada como hidrossolúvel.

Pigmentos lipossolúveis não alteram a tonalidade, independente do pH. É o caso da clorofila, sendo assim classificada como lipossolúvel.

## DISCUSSÃO

# Quais são os pigmentos hidrossolúveis e em que partes da célula eles se encontram?

**Professor,**

Você pode pedir a seus alunos que faça um esquema de uma célula vegetal, indicando os seus principais constituintes

# Onde estão localizados na célula os pigmentos lipossolúveis das plantas verdes? Quais são estes pigmentos?

# A antocianina participa da fotossíntese?

# Por que podemos afirmar, com certeza, que as antocianinas não participam da fotossíntese?

# Por que certos frutos ficam vermelhos quando expostos à luz solar?



Lembre-se:

- As antocianinas são pigmentos acessórios, atuam somente na absorção de luz, mas em comprimentos de onda diferentes daqueles absorvidos pelas clorofilas, pigmentos fotossintetizantes e, portanto, são apenas receptores suplementares de luz.
- No interior de certos frutos estão presentes flavonoides que são pigmentos fotossintéticos, que alteram o estado de oxidação (estado excitado) quando expostos à luz solar, deixando os frutos com um aspecto mais avermelhado.

### **Retomar a Problematização**

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.

**Professor,**

*Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:*

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

### **REFERÊNCIA**

FLORESTA ONLINE. **RELATÓRIO DE AULA PRÁTICA – PIGMENTOS HIDROSSOLÚVEIS E LIPOSSOLÚVEIS EM TECIDOS VEGETAIS.**

Disponível em: <<http://florestaeng.blogspot.com/2014/10/pingmentos-hidrossoluveis-e-lipossouveis-em-tecidos-vegetas.html>>. Acesso em: 30 out. 2018.

## EXPERIMENTO 6

### FOTOSSÍNTESE - ABSORÇÃO DE CO<sub>2</sub> E LIBERAÇÃO DE O<sub>2</sub>

**Tempo médio para execução do experimento:** 30 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO (10 min.)

- a) Que gás é consumido na fotossíntese e qual é liberado?
- b) A fotossíntese pode interferir no processo de combustão? Como?

#### OBJETIVO

Demonstrar que as plantas, quando iluminadas, absorvem CO<sub>2</sub> e liberam oxigênio.

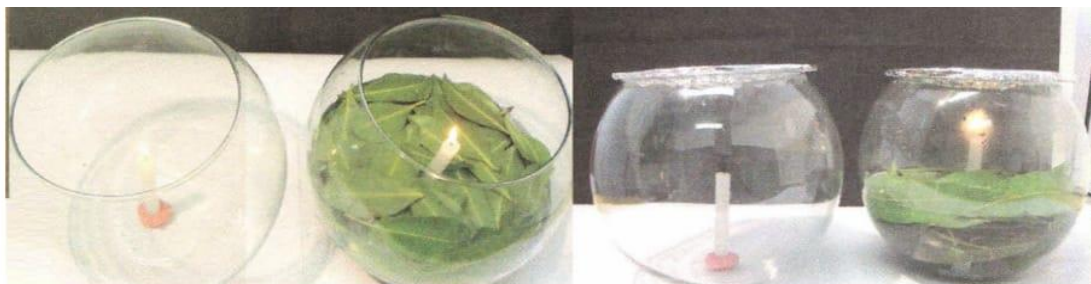
#### MATERIAIS

- ✚ 02 velas;
- ✚ Folhas de árvores ou arbustos recém-coletadas;
- ✚ Fósforos ou isqueiro;
- ✚ Massa de modelar;
- ✚ Água;
- ✚ 02 recipientes de vidro com tampa.

#### PROCEDIMENTO

- 1- Fixar as velas, em pé, no fundo dos dois recipientes de vidro, usando pedaços de massa de modelar.
- 2- Colocar os dois recipientes ao ar livre, expostos ao sol, lado a lado;
- 3- Adicionar água aos dois recipientes até cobrir parte das velas;
- 4- Em um dos recipientes, colocar as folhas inteiras recém-colhidas até que cubram toda a superfície da água;
- 5- Fechar os recipientes de vidro com as tampas, de maneira que não haja trocas de gases com o ambiente (Figura 2).
- 6- Cronometrar o tempo que cada vela demorará para apagar.

Figura 2: Representação do procedimento experimental.



Fonte: <http://www.tiberioge.com.br/texto/ExperimentosGeografia2.pdf>. Acesso em: 1 out. 2019.

- Quanto mais folhas forem colocadas no recipiente, mais evidente será o resultado.

## RESULTADOS ESPERADOS

Após alguns minutos, as duas velas irão se apagar. No entanto, a vela do recipiente de vidro com folhas deve ter demorado mais para apagar. Isso acontece porque as duas velas liberam dióxido de carbono e consomem oxigênio para manter a chama acesa. Depois de algum tempo, o oxigênio vai acabar dentro dos dois recipientes de vidro, pois eles estão fechados e as velas deverão se apagar. Entretanto, as folhas realizam a fotossíntese e deverão absorver parte do dióxido de carbono (liberado pela combustão) e liberar oxigênio, fazendo com que o oxigênio dure mais tempo no recipiente de vidro contendo as folhas.

## DISCUSSÃO

# O que acontece após os recipientes de vidro serem fechados com as velas acesas?

# Por que no recipiente com as folhas a chama da vela demorou mais tempo para apagar? Que gás foi liberado?

## Retomar a Problematização

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.

- **Você pode usar, basicamente, a mesma montagem e materiais desse experimento e investigar outros pontos do processo fotossintético.**



### **AQUI VAI UMA SUGESTÃO:**

Colocar diferentes tipos de folhas e cronometrar o tempo que a vela leva até apagar. Quanto maior o tempo para a vela apagar, indica que mais dióxido de carbono a folha absorve e mais oxigênio ela libera.

**Professor,**

*Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:*

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

### **REFERÊNCIA**

UNAVIDA. **Oficinas de estudo para o ensino de Geografia e História.** Disponível em: <http://www.tiberioge.com.br/texto/ExperimentosGeografia2.pdf>. Acesso em: 1 out. 2019.



**Professor, que tal consultar as sugestões indicadas no próximo item?**

### **3.6 Sugestões de Fontes de Consulta para Aprofundamento no Tema**

#### **Fotossíntese**

##### **VÍDEOS:**

- ✓ Viaje profundamente dentro de uma folha (*Travel Deep Inside a Leaf- Annotated Version/ California Academy of Sciences*). Esta animação mostra como ocorre o processo de fotossíntese em nível molecular.

**Disponível em:** <https://www.youtube.com/watch?v=pwymX2LxnQs>

- ✓ Diferentes formas de energia (*Different Forms of Energy/ Physics*)

**Disponível em:** <https://www.youtube.com/watch?v=XiNx7YBnM-s>

- ✓ Animação de uma célula vegetal, com todas as organelas e a função de cada uma.

**Disponível em:** <http://cbme.usp.br/playercbme/celulasvirtuais/know/vegetal.html>

##### **SUGESTÕES DE LEITURA:**

- ✓ Qualidade de Luz e Produção de Pigmentos Fotossintéticos em Plantas *In Vitro* de *Phyllanthus tenellus Roxb*,

**Referência:** VICTÓRIO, Cristiane Pimentel; KUSTER, Ricardo Machado; LAGE, Celso Luiz Salgueiro. Qualidade de luz e produção de pigmentos fotossintéticos em plantas in vitro de *Phyllanthus tenellus Roxb*. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 02, p. 213-215, 2007.

- ✓ Aspectos Fisiológicos e Ambientais da Fotossíntese

**Referência:** KLUGE, Ricardo Alfredo; TEZOTTO-ULIANA, Jaqueline V.; DA SILVA, Paula PM. Aspectos fisiológicos e ambientais da fotossíntese. **Revista virtual de química**, v. 7, n. 1, p. 56-73, 2015.

- ✓ Fotossíntese: Utilização de um modelo didático interativo para o processo de ensino e aprendizagem

**Referência:** LIESENFELD, Vanessa et al. Fotossíntese: utilização de um modelo didático interativo para o processo de ensino e aprendizagem. *Revista de Ensino de Bioquímica*, v. 13, n. 1, p. 9-26, 2015.

✓ Uma síntese sobre aspectos da fotossíntese

**Referência:** MARTINS, Nicolas Fernandes. Uma síntese sobre aspectos da fotossíntese.

**Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 11, n. 2, p. 10-14, 2011.

Princípios de Bioquímica de Lehninger (Capítulo 20: Biossíntese de Carboidratos em Plantas e Bactérias p. 799 á 832)

**Referência:** NELSON, David L.; COX, Michael M.; VEIGA, A. B. G. D. **Princípios de bioquímica de Lehninger** . 6. ed. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1-1259.

Você pode utilizar também o próprio livro didático para revisar sobre o tema.



## 3.7 EXPERIMENTOS DE FERMENTAÇÃO

### EXPERIMENTO 1

#### PRODUÇÃO DE GÁS NA FERMENTAÇÃO

**Tempo médio para a execução do experimento:** 50 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) O que é fermentação?
- b) Todos os organismos são capazes de realizar a fermentação?
- c) Há produção de gás na fermentação?

#### OBJETIVO

Verificar que há liberação de dióxido de carbono na fermentação biológica.

#### MATERIAIS

- ✚ 04 balões de festa;
- ✚ 12 colheres de chá de fermento biológico;
- ✚ 12 colheres de chá de açúcar;
- ✚ 04 garrafas de plástico ou tubo de ensaio;
- ✚ Suporte para tubo de ensaio;
- ✚ Água morna com temperatura próxima de 60 °C;
- ✚ Água fria em temperatura ambiente;
- ✚ Funil.

#### PROCEDIMENTO

- 1- Numerar as garrafas/tubos de acordo com as substâncias descritas abaixo:

**Garrafa 1:** 03 colheres de fermento biológico;

**Garrafa 2:** 03 colheres de fermento biológico e 3 colheres de açúcar;

**Garrafa 3:** 03 colheres de fermento biológico, 3 colheres de açúcar e água a temperatura ambiente (a água deve cobrir a mistura);

**Garrafa 4:** 03 colheres de fermento biológico, 3 colheres de açúcar e água morna, com temperatura próxima de 60 °C (água deve cobrir a mistura);

Convém ressaltar que a água não pode estar muito quente, pois os microrganismos poderão morrer.

- 2- Adicionar as substâncias ao recipiente e tampar a boca das garrafas / tubos com os balões.
  - 3- Esperar por aproximadamente 30 min
  - 4- Analisar os resultados.
- O tempo de reação poderá variar de acordo com o tamanho da garrafa ou tubo.

## RESULTADOS ESPERADOS

À medida que o líquido da garrafa de número 4 começa a borbulhar, o balão vai se enchendo com o gás dióxido de carbono.

Na garrafa de número 3 também ocorrerá a fermentação, porém o tempo será maior, em virtude da temperatura da água, nas garrafas 1 e 2 não haverá reação, grupo controle.



- O aumento do volume dos balões ocorreu em razão do gás dióxido de carbono que é liberado pelo processo de fermentação do açúcar realizada pelo fungo *Saccharomyces cerevisiae*, o tradicional fermento biológico.
- O fermento biológico é usado para fazer massas de pão, roscas e pizzas. O dióxido de carbono que ele libera faz a massa crescer antes de ser assada.

## DISCUSSÃO

# Qual a função do fungo *Saccharomyces cerevisiae*, o tradicional fermento biológico no experimento?

# Qual das garrafas ocorreu fermentação?

# Por que em algumas garrafas não ocorreu nenhum tipo de reação?

# O que encheu os balões? Por que isso ocorreu?

# Qual foi o tipo de fermentação observado?

### Retomar a Problematização

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.



**Professor,**

*Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:*

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

## **REFERÊNCIA**

MICROBIO. **Roteiro da fermentação - Estufando o balão.** Disponível em:

<http://microbioelis.blogspot.com/2015/01/experimento-2-roteiro-da-fermentacao.html>. Acesso em: 6 ago. 2019.

## EXPERIMENTO 2

### FERMENTAÇÃO COM LEVEDURAS ROMPIDAS

Tempo médio para a execução do experimento: 50 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

A fermentação necessita de seres vivos para ocorrer?

#### OBJETIVO

Observar a reação do fungo *Saccharomyces cerevisiae*, o tradicional fermento biológico, sob diferentes condições.

#### MATERIAIS

- ✚ Banho Maria a 60° C;
- ✚ Balança;
- ✚ Placa aquecedora;
- ✚ 03 garrafas pequenas de vidro (150 mL);
- ✚ 01 proveta de 100 mL;
- ✚ 03 balões – número 3;
- ✚ 3g de fermento biológico seco;
- ✚ 15 g de açúcar de cozinha;
- ✚ Água da torneira;
- ✚ Areia;
- ✚ Nitrogênio líquido.

#### PROCEDIMENTO

1-Diluir 2g de fermento biológico em 100 mL de água da torneira (para a mostra 1 e 2);  
2-Diluir 1g de fermento biológico em 2 mL de água da torneira. Adicionar areia e nitrogênio líquido e macerar vigorosamente. Após a lise, completar para o volume final de 50 mL;



- Caso queira verificar se realmente houve a lise celular, você pode testar com o Azul de tripan 1:1;

3-Dividir o fermento diluído nas três garrafas, 50 mL em cada uma e identificar as garrafas de acordo com as instruções abaixo:

**Garrafa 1:** Fermento biológico

**Garrafa 2:** Fermento biológico fervido

**Garrafa 3:** Fermento biológico após a lise

- 4-Fever o fermento da garrafa 2;
- 5- Preparar 150 mL de solução de açúcar em água de torneira (solução 10%);
- 6- Adicionar 50 mL da solução de açúcar em cada uma das garrafas, já contendo a levedura diluída;
- 7- Tampar a boca das garrafas com balões;
- 8- Aguardar aproximadamente 40 minutos, anotar as alterações de cada um dos recipientes.

### **RESULTADOS ESPERADOS**

Este experimento permite observar que a produção de CO<sub>2</sub> ocorre independente da lise celular, pois somente na amostra fervida não ocorre a produção de CO<sub>2</sub>. Com esse experimento, é possível analisar que a produção do CO<sub>2</sub> seria dependente do conteúdo celular (enzimas) e não da integridade da célula. Com o aumento da temperatura, esse conteúdo celular perde sua atividade biológica (desnaturação enzimática), não ocorrendo a fermentação.

### **DISCUSSÃO**

- # Por que em algumas garrafas não ocorreu nenhuma reação?
- # O que encheu os balões?
- # Por que isto ocorreu?
- # As leveduras fermentam qual substância?
- # O fermento biológico fervido teve o mesmo resultado do fermento biológico após a lise?

### **Retomar a Problematização**

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.

### **OUTRAS QUESTÕES PARA A DISCUSSÃO**

- # Que tipo de fermentação ocorreu neste experimento?

- # Qual o microrganismo presente no fermento biológico responsável pela liberação do gás?
- # Por que ao expor o fermento biológico a altas temperaturas influenciou na liberação do gás?
- # Qual o papel das enzimas na fermentação?



**Professor,**

Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

## REFERÊNCIA

MICROBIO. **Roteiro da fermentação - Estufando o balão**. Disponível em:

<http://microbioelis.blogspot.com/2015/01/experimento-2-roteiro-da-fermentacao.html>. Acesso em: 6 ago. 2019.

## EXPERIMENTO 3

### A INFLUÊNCIA DO OXIGÊNIO NO PROCESSO DE FERMENTAÇÃO

Tempo médio para a execução do experimento: 50 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) O que é fermentação láctica e alcoólica?
- b) Quais são os produtos finais dos dois tipos de fermentação?
- c) O gás oxigênio favorece a fermentação? Por quê?

#### OBJETIVO

Observar a influência do gás oxigênio no processo de fermentação láctica e alcoólica.

#### MATERIAIS

- ✚ Erlenmeyer (125 e 250 mL);
- ✚ Fermento biológico;
- ✚ Lactobacilos;
- ✚ Açúcar;
- ✚ Balões – número 3;
- ✚ Fitas de aferição de pH.

#### PROCEDIMENTO

- 1- Diluir o fermento biológico e os lactobacilos em água em um estoque mãe;
- 2- Preparar o açúcar a 10% em água de torneira;
- 3- Dividir o estoque de fermento e lactobacilos em volumes iguais de 100 mL + 50 mL de água ou açúcar no grupo com baixo O<sub>2</sub> (**Erlenmeyer de 125 mL**) e identificar as garrafas de acordo com as instruções abaixo:

**Erlenmeyer 1:** Fermento biológico + água

**Erlenmeyer 2:** Fermento biológico fervido+ açúcar

**Erlenmeyer 3:** Lactobacilos + água

**Erlenmeyer 4:** Lactobacilos + açúcar

4- Dividir o estoque de fermento e lactobacilos em volumes iguais de 100 mL + 50 mL de H<sub>2</sub>O ou açúcar no grupo com alto O<sub>2</sub> (**Erlenmeyer de 250 mL**) e identificar as garrafas de acordo com as instruções abaixo:

**Erlenmeyer 5:** Fermento biológico + água

**Erlenmeyer 6:** Fermento biológico + açúcar

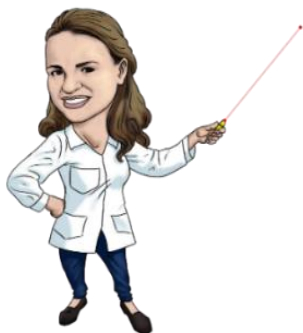
**Erlenmeyer 7:** Lactobacilos + água

**Erlenmeyer 8:** Lactobacilos + açúcar

5- Medir o pH dos ensaios com lactobacilos utilizando fita de aferição de pH;

6- Tapar os recipientes com balões para analisar a produção de gases pela fermentação;

7- Aguardar por 40 minutos.



**Professor,**

Peça aos alunos para medirem novamente, com fita de aferição, o pH do conteúdo dos Erlenmeyers contendo lactobacilos, para saber se houve alteração do pH do meio (acidificação) e observar se nos recipientes com fermento biológico os balões estavam inflados.

## RESULTADOS ESPERADOS

No grupo controle (sem açúcar), os balões não encheram, isso mostra que é necessária a presença de açúcar para a fermentação. No grupo com lactobacilos os balões encheram muito pouco. Nos dois casos, o açúcar é necessário para a fermentação, mas os produtos serão distintos. Os lactobacilos produzirão ácido lático, ocorrendo diminuição do pH e os fungos *Saccharomyces cerevisiae*, o tradicional fermento biológico, produzirão o álcool etílico (etanol) com a liberação de CO<sub>2</sub>. Porém, nas amostras que estão em um Erlenmeyer de 250 mL, com maior disponibilidade de O<sub>2</sub>, os balões poderão encher de maneira semelhante aos das amostras com baixo O<sub>2</sub> (Erlenmeyer de 125 mL), mas o tempo gasto para ocorrer a reação será muito maior (maior tempo para encher o balão).

## DISCUSSÃO

# Por que nas amostras que não receberam o açúcar os balões não encheram?

# Por que nas amostras com lactobacilos os balões encheram muito pouco?



# Por que nas amostras que foram colocadas em um recipiente maior a fermentação foi mais demorada? Qual a relação desse resultado com o gás oxigênio?

### **Retomar a Problematização**

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.

### **OUTRAS QUESTÕES PARA A DISCUSSÃO**

# Como ocorre a formação de ácido láctico no músculo?

# Qual a importância metabólica do processo de fermentação?

# O que os ácidos produzidos provocam no leite?

# Como é o processo de fermentação do pão?



#### **Professor,**

Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

### **REFERÊNCIA**

DA POIAN, Andrea Thompson; KETZER, Luisa Andrea; BRAGA, Carolina. Transformação de energia nos seres vivos. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 15, p. 126-154, 2017.

## EXPERIMENTO 4

### FERMENTAÇÕES LÁTICA E ALCOÓLICA

Tempo médio para a execução do experimento: 50 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) Qualquer organismo vivo pode realizar Fermentação?
- b) Que tipos de fermentação você conhece?
- c) Existe aplicação comercial para a fermentação?

#### OBJETIVOS

Analisar a diferença entre fermentação láctica e alcoólica. Verificar o enchimento dos balões pela produção e liberação do dióxido de carbono através do processo de fermentação.

#### MATERIAIS

- + 03béquer de 500 mL
- + 04 erlenmeyer/garrafas de 125mL
- + Fermento biológico
- + Lactobacilos
- + Sacarose
- + Balões – número 3
- + Fitas de aferição de pH

#### PROCEDIMENTO

- 1-Diluir o fermento biológico e os lactobacilos em água em um estoque mãe;
- 2-Preparar o açúcar a 10% em água de torneira;
- 3-Dividir o estoque de fermento e lactobacilos em volumes iguais de 100 mL + 50 mL de H<sub>2</sub>O ou açúcar (Erlenmeyer de 125 mL);
- 4-Numerar os Erlenmeyer/garrafas de acordo com as substâncias descritas abaixo:

**Erlenmeyer 1:** Fermento biológico + H<sub>2</sub>O

**Erlenmeyer 2:** Fermento biológico + Açúcar

**Erlenmeyer 3:** Lactobacilos + H<sub>2</sub>O

**Erlenmeyer 4:** Lactobacilos + Açúcar

- 5-Medir o pH das amostras utilizando fita de aferição de pH;
- 6- Tapar os recipientes com balões (número 3) para analisar a produção de gases pela fermentação;
- 7-Aguardar por 40 minutos;
- 8-Analisar em quais amostras houve a liberação de gases;
- 9-Medir com fita de aferição o pH para saber se acidificou o meio;
- 10-Comparar os resultados.

## **RESULTADOS ESPERADOS**

Controle – nas amostras dos Erlenmeyers 1 e 3 (sem açúcar), os balões não encheram, mostrando que é necessária a presença de açúcar para a fermentação. No Erlenmeyer 2, o fermento biológico (leveduras *Saccharomyces cerevisiae*) haverá produção de etanol e gás carbônico, promovendo o enchimento do balão. No Erlenmeyers 4, os lactobacilos produzirão ácido lático, promovendo a diminuição do pH e o balão encherá muito pouco. Nos dois últimos casos, o açúcar é necessário para a fermentação, mas os produtos finais são distintos.

## **DISCUSSÃO**

- # Por que nos Erlenmeyers 1 e 3 não ocorreu fermentação?
- # Qual a influência do açúcar para a fermentação?
- # Existe diferença entre a fermentação láctica e a alcoólica?
- # Quais são os produtos dos dois tipos de fermentação?

### **Retomar a Problematização**

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.

## **OUTRAS QUESTÕES PARA A DISCUSSÃO**

- # Existe aplicação comercial para a fermentação realizada por lactobacilos, uma espécie de bactérias encontradas no leite?
- # Um fungo unicelular realiza a fermentação do melado da cana-de-açúcar, produzindo uma substância que armazena grande quantidade de energia. Quais são os produtos finais desse processo?

# Qual a importância desse processo para os fungos (leveduras *Saccharomyces cerevisiae*)? E para a economia do Brasil?



**Professor,**

Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes após a realização do experimento:

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

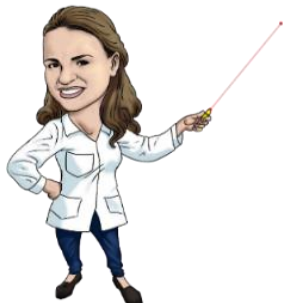
Os estudantes foram mais detalhistas? Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

### **REFERÊNCIA**

DA POIAN, Andrea Thompson; KETZER, Luísa Andrea; BRAGA, Carolina. Transformação de energia nos seres vivos. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 15, p. 126-154, 2017.

## EXPERIMENTO 5

### FERMENTAÇÃO LÁCTICA



- Esse experimento gastará um tempo médio de 32 horas não consecutivas, exigindo um planejamento experimental mais detalhado. O tempo de incubação é longo, exigindo a observação em intervalo de 8h e 24h. Dessa forma, exigirá uma aula integral, apenas para a discussão.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) O que significa dizer que o leite está fermentado?
- b) Como é preparado o iogurte?

#### OBJETIVO

Transformar leite em iogurte por ação fermentativa de bactérias lácticas (lactobacilos).

#### MATERIAIS

- + Fogão a gás com forno ou micro-ondas;
- + Refrigerador;
- + 01 panela 2L;
- + 1L de leite Longa Vida (UHT);
- + 01 pote de iogurte natural ou bactérias lácticas liofilizadas;
- + Copos plásticos com tampas;
- + Colheres plásticas;
- + 01 termômetro.

#### PROCEDIMENTO

- 1- Esquentar o leite a 85°C e deixar até alcançar a temperatura de 42°C. Se o leite utilizado for do tipo Longa Vida, basta esquentar diretamente a 42°C.
- 2- Misturar o leite morno com o conteúdo do pote de iogurte, no caso de utilizar as bactérias liofilizadas, seguir as instruções do pacote.

3- Deixar em um ambiente morno (42°C), durante 6 a 8 horas, até a mistura espessar. Esta etapa pode ser realizada no fogão (banho-maria) ou forno desligado. Para incubar no forno de micro-ondas, basta esquentar de hora em hora a mistura (3 s a 1 min).

4- Deixar 24 horas no refrigerador;

5- Analisar o cheiro, a textura, a cor e o sabor do produto obtido.

## RESULTADOS ESPERADOS

Na produção do iogurte, os lactobacilos (bactérias presentes no leite) utilizam como ponto de partida, a lactose, o açúcar do leite, que é desdobrado, por ação enzimática que ocorre fora da célula bacteriana, em glicose e galactose. Em seguida, esses açúcares entram nas células, onde ocorre a fermentação láctica, e o produto final é o ácido láctico. A acidificação do leite terá como produto final o iogurte, conferindo-lhe uma textura suave, macia, cremosa e de moderada viscosidade.

A degustação é de total responsabilidade do Professor.

## DISCUSSÃO

# Como o leite se transforma em iogurte?

# Que tipo de microrganismo está presente no iogurte?

# Por que as bactérias responsáveis pela fermentação do leite são denominadas lactobacilos?

### Retomar a Problematização

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.



### Sugestões de atividades que poderão ser desenvolvidas em paralelo a esse experimento:

- Acompanhar mudanças de pH ao longo do processo fermentativo;
- Comparar o iogurte obtido com diferentes tipos de leite (integral, semidesnatado, desnatado, de soja, vaca etc.);
- Observar a modificação da consistência de iogurte quando se acrescenta leite em pó antes de dar início à fermentação.

**Professor,**

Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

## **REFERÊNCIA**

GUIAS DE ATIVIDADES BIOTECNOLOGIA: ENSINO E DIVULGAÇÃO. **FERMENTAÇÃO LÁCTICA.**

Disponível em: [https://bteduc.com/guias/71\\_A\\_fermentacao\\_lactica\\_1.pdf](https://bteduc.com/guias/71_A_fermentacao_lactica_1.pdf). Acesso em: 11 nov. 2019

as



**Professor, talvez você se surpreenda ao consultar fontes indicadas no item abaixo!**

### ***3.8 Sugestões de fontes de consulta para aprofundamento no tema***

#### ***Fermentação***



#### **VÍDEOS:**

- ✓ De onde vêm o pão?

**Disponível em:** <https://www.dailymotion.com/video/x326xpv>

- ✓ O que são fungos?

**Disponível em:** <https://www.youtube.com/watch?v=a2OYT5hq8Jc>

#### **SUGESTÕES DE LEITURA:**



- ✓ Metabolismo dos Carboidratos: Fermentação

**Disponível em:** <http://www.lbqp.unb.br/bioq/htm/aulas2D/ferment.htm>

- ✓ Princípios de Bioquímica de Lehninger

**Referência:** NELSON, David L.; COX, Michael M.; VEIGA, A. B. G. D. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**, 6. ed. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1-1259.

Você pode utilizar também o próprio livro didático, para revisar sobre o tema.



## 3.9 EXPERIMENTOS DE ENZIMAS

### EXPERIMENTO 1

#### AÇÃO DA ENZIMA CATALASE

**Tempo médio para a execução do experimento:** 30 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) O que são e qual a função das enzimas?
- b) Quais são os fatores que alteram a velocidade das reações enzimáticas?
- c) O que é desnaturação de uma enzima?

#### OBJETIVO

Observar a reação de decomposição do peróxido de hidrogênio (solução 3% m/m) na presença da batata como catalisador.

#### MATERIAIS

- ✚ 01 batata inglesa;
- ✚ 01 frasco de 100 mL de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) volume 10;
- ✚ 03 copos de vidro transparente de 300 mL;
- ✚ 01 Faca;
- ✚ Sistema para aquecimento de água (fogão a gás ou resistência elétrica);
- ✚ Panela ou outro recipiente de metal;
- ✚ 250 mL de água.

#### PROCEDIMENTO

- 1- Descascar e cortar uma batata em cubos iguais de aproximadamente 1cm<sup>3</sup>;
- 2- Aquecer 250 mL de água até entrar em ebulição;
- 3- Adicionar 50% dos cubos em água fervente;
- 4- Aguardar de 5 a 10 minutos;
- 5- Enumerar três copos de vidro transparente;

6- Adicionar em cada copo, um volume de solução de  $H_2O_2$  de modo a formar uma coluna de líquido de aproximadamente 5 cm de altura;

7- Adicionar as substâncias aos respectivos recipientes;

**Copo 1:** adicionar os cubos de batata mantidos à temperatura ambiente;

**Copo 2:** adicionar os cubos de batata que foram submetidos à água fervente;

**Copo 3:** Manter somente com  $H_2O_2$  (o controle);

8- Observar as transformações ocorridas e anotar os resultados.

## RESULTADO ESPERADO

Os resultados são facilmente compreensíveis pelo desprendimento de gás oxigênio, resultado da ação da catalase, uma enzima encontrada em organelas chamadas peroxissomos, presentes em células animais e vegetais, responsáveis pela decomposição do peróxido de hidrogênio em oxigênio e água.

No copo 1 haverá desprendimento de gás, acredita-se que seja o gás oxigênio, mantendo um padrão positivo ( $H_2O_2$  + batata), e no copo 2 apresentará um padrão negativo ( $H_2O_2$  + batata cozida). O copo 3 contendo somente o peróxido de hidrogênio compreende um controle não apresentando alteração.

## DISCUSSÃO

# O que justifica a diferença na velocidade de reação entre as diferentes amostras?

# Em qual dos experimentos a reação ocorreu com maior velocidade?

# Por que a amostra 2 apresentou um padrão negativo?

Nesse momento é importante ressaltar que o cozimento da batata acarretou a desnaturação e consequente inativação das enzimas catalase. Sem a ação enzimática, essa reação não ocorre, pois, a decomposição do  $H_2O_2$  é extremamente lenta.

## Retomar a Problematização

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.



**Professor,**

Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

## REFERÊNCIA

NOVAES, Fábio Junior M. et al. Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de cinética enzimática: *Solanum tuberosum*—uma alternativa versátil. **Revista Química Nova na Escola-QNESC**, v. 35, n. 1, p. 27-33, 2013.

## EXPERIMENTO 2

### INFLUÊNCIA DO PH NA REAÇÃO CATALISADA POR ENZIMA

**Tempo médio para a execução do experimento:** 10 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) O que é catalase?
- b) Qual a importância da enzima catalase nos peroxissomos?
- c) Qual a função do peróxido de hidrogênio (água oxigenada)?
- d) O que acontece quando colocamos peróxido de hidrogênio em um fermento?

#### OBJETIVO

Observar a reação que ocorre com o peróxido de hidrogênio (solução 3% m/m) na presença do fígado (contém a enzima – catalisador).

#### MATERIAIS

- ✚ Fígado de boi cru;
- ✚ Fígado de boi cozido;
- ✚ Peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ /água oxigenada) volume 10;
- ✚ Metade de um limão;
- ✚ Faca;
- ✚ 04 béqueres ou copos transparentes;
- ✚ Caneta marca texto.

#### PROCEDIMENTO

1- Numerar os béqueres/copos transparentes de acordo com as substâncias descritas abaixo:

**Copo 1:** um pedaço de fígado cru e duas colheres de peróxido de hidrogênio;

**Copo 2:** um pedaço de fígado cru, sumo de limão, mudando o pH, e duas colheres de peróxido de hidrogênio;

**Copo 3:** um pedaço de fígado cozido e duas colheres de peróxido de hidrogênio;

**Copo 4:** um pedaço de fígado cozido e sumo de limão;

2-Adicionar as substâncias ao recipiente;

3-Analisar os resultados.

- É bom ressaltar que a catalase é uma enzima produzida por quase todos os organismos vivos. Ela é responsável pela decomposição do peróxido de hidrogênio, uma substância tóxica para os tecidos, e o produto dessa decomposição é  $H_2O$  e  $O_2$ .

## RESULTADO ESPERADO

Na primeira amostra, ao adicionar peróxido de hidrogênio no fígado cru, será possível observar a formação de uma espuma, devido à produção de um gás (gás oxigênio).

Na segunda amostra que será adicionado limão no fígado cru, alterando o pH, não haverá decomposição do peróxido de hidrogênio.



- Variações extremas de pH podem provocar modificações estruturais nas enzimas, ocasionando mudanças na concentração de íons  $H^+$  e  $OH^-$ , podendo provocar repulsão de cargas da enzima e mudar a conformação enzimática, inativando-a.

Na terceira e quarta amostra também não será possível observar reação.

- Nesse caso, a elevação da temperatura no momento do cozimento acarretará modificações na estrutura da enzima, provocando a desnaturação da proteína, inviabilizando assim sua ação.

## DISCUSSÃO

# Por que ao adicionar o peróxido de hidrogênio sobre a fígado cru ele espumou?

# Por que não houve reação quando adicionamos o peróxido de hidrogênio no fígado cozido e no fígado exposto ao sumo de limão?

# Qual substância está presente no fígado cru que fez com que o peróxido de hidrogênio reagisse?

# Será que o pH e a temperatura influenciaram na ação da enzima (catalase)?

## Retomar a Problematização

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.

**Professor,**

Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

**REFERÊNCIA**

GEIC. **Catalase em ação, ou não!** Disponível em:< <https://geicctpm.webnode.com/news/catalase-em-a%C3%A7%C3%A3o%2C-ou-n%C3%A3o%21/>> Acesso em: 27 out. 2019.

## EXPERIMENTO 3

### AÇÃO DA ENZIMA AMILASE SALIVAR

Tempo médio para a execução do experimento: 50 minutos.

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) O que tem na saliva humana?
- b) Qual a ação da amilase salivar?
- c) O que a saliva faz com o amido?

#### OBJETIVO

Observar a ação da enzima amilase salivar (ptialina) sobre o amido.

#### MATERIAIS

- ✚ 06 tubos de ensaio ou copinhos de café;
- ✚ Tintura de iodo ou lugol;
- ✚ Água da torneira;
- ✚ Colher de chá;
- ✚ Conta-gotas;
- ✚ Saliva humana;
- ✚ Alimentos: batata, farinha de trigo, maisena, biscoito, macarrão e arroz cru.

#### PROCEDIMENTO

- 1- Colocar com o conta-gotas 2ml de água nos tubos de ensaio/copinhos;
- 2- Adicione duas colheres de chá de cada alimento, um em cada tubo de ensaio/ copinhos;
- 3- Misturar bem;



- Esse procedimento é para detectar a presença de amido nos alimentos. Se o alimento tiver na sua composição amido, ao adicionar a solução de iodo, o mesmo sofrerá mudança na sua cor, passando do azul ao roxo.

4- Aos materiais que houver mudança de cor, neste caso o roxo, indicando presença de amido, acrescente 4 mL de saliva humana;

- Se preferir, utilize uma quantidade maior de saliva para que o processo da amilase salivar ocorra mais rápido.

5- Aguardar aproximadamente 30 minutos;

6- Observar os resultados.

### RESULTADO ESPERADO

No instante em que a tintura de iodo entra em contato com o alimento que contém amido, há a formação de um complexo amido-iodo que possui uma cor característica, passando do azul ao roxo. Como a ptialina converte as moléculas de amido em moléculas menores (dissacarídeos e monossacarídeos), o complexo citado anteriormente é desfeito e isso é observado pelo desaparecimento da cor do mesmo.



#### Professor, é importante lembrar os alunos que:

- O amido é a fonte de reserva energética dos vegetais, acumulando-se geralmente nas sementes, raízes tuberosas, caules tuberosos e frutos.
- Para alimentos ricos em amido ou outros tipos de polissacarídeos, a digestão inicia na boca reduzindo-os a moléculas menores. Os sais, na saliva, neutralizam substâncias ácidas e mantêm na boca um pH levemente ácido, ideal para a ação da enzima ptialina.

### DISCUSSÃO

# Que substância presente na saliva humana, faz com que os alimentos que reagiram com o iodo percam a cor?

# Por que os alimentos que não reagiram com o iodo tiveram que ser retirados do teste com a saliva?

# Por que os alimentos selecionados, mudaram de cor, depois de algum tempo, após entrarem em contato com a saliva humana?



### **Retomar a Problematização**

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.



#### **Professor,**

Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

### **REFERÊNCIA**

SEARA DA CIÊNCIA-UFC. **Amilase salivar**. Disponível em: <https://seara.ufc.br/sugestoes-para-feira-de-ciencias/sugestoes-de-biologia/amilase-salivar/>. Acesso em: 21 out. 2019.

## EXPERIMENTO 4

### OXIGÊNIO E A ATIVIDADE ENZIMÁTICA

**Tempo médio para a execução do experimento: 50 minutos.**

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) Por que razão alguns alimentos, após serem descascados, como a mandioca (mandioca), a batata devem ser mantidos sob água?
- b) A banana e a maçã escurecem quando pedaços são expostos ao ar. Qual a razão desse fenômeno?

#### OBJETIVO

Analisar a ação enzimática oxidativa da polifeniloxidase em batata submetida a ambientes com diferentes concentrações de oxigênio.

#### MATERIAIS

- ✚ 300mL de água em temperatura ambiente;
- ✚ 01 batata inglesa lavada;
- ✚ 01 faca;
- ✚ 01 copo transparente de vidro ou plástico de 500mL.

#### PROCEDIMENTO

- 1- Adicionar 300mL de água, à temperatura ambiente, no copo de vidro transparente;
- 2- Descascar a batata e dividi-la em quatro pedaços (nesse experimento só serão utilizados dois pedaços);
- 3- Adicionar um pedaço da batata dentro do copo com água;
- 4- Manter um segundo pedaço da batata exposto ao ar;
- 5- Acompanhar a coloração da batata por 40 minutos nas duas amostras;
- 6- Anotar os resultados.

#### RESULTADO ESPERADO

O pedaço da batata exposto ao ar ficará mais escuro que a batata imersa em água, isso se deve ao fato de a disponibilidade de oxigênio na água ser muito menor que no ar.

O escurecimento de tubérculos, frutas e legumes provém da ação enzimática oxidativa da polifeniloxidase em presença de oxigênio molecular (reagente na catálise promovida pela enzima) nos compostos fenólicos naturais desses alimentos, formando água e quinonas. As quinonas, por sua vez, sofrem polimerização formando pigmentos insolúveis de cor escura, denominadas melaninas, ou reagem de modo não enzimático com aminoácidos, proteínas e outros compostos fenólicos, também formando melanina.

**Professor utilizando os resultados deste experimento, você pode justificar:**



- Por que a maçã, a banana e outros alimentos, após serem cortados, com o tempo ficam escuros.
- Isso explica também por que a mandioca (aipim) descascada deve ser conservada imersa em água.
- Outro aspecto relevante do experimento é o fato de a batata estar cortada. A polifeniloxidase é uma enzima compartimentalizada dentro das células, ou seja, a enzima fica mais exposta (disponível) quando os alimentos estão cortados.

**DISCUSSÃO**

# Em qual amostra, batata exposta ao ar ou em água, a coloração ocorreu com maior velocidade?

# Existe alguma causa que justifique a diferença nas velocidades de reação?

**Retomar a Problematização**

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.

**Professor,**

Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

**REFERÊNCIA**

NOVAES, Fábio Junior M. et al. Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de cinética enzimática: *Solanum tuberosum*—uma alternativa versátil. **Revista Química Nova na Escola-QNESC**, v. 35, n. 1, p. 27-33, 2013.

## EXPERIMENTO 5

### TEMPERATURA E A ATIVIDADE ENZIMÁTICA

**Tempo médio para a execução do experimento: 50 minutos.**

#### PROBLEMATIZAÇÃO

- a) Qual o efeito das enzimas sobre a velocidade de uma reação?
- b) Como a temperatura influencia na atividade enzimática?
- c) Por que a maioria das enzimas deixam de funcionar em temperaturas muito altas?
- d) Por que as batatas fritas congeladas vendidas em supermercados não ficam escuras?

#### OBJETIVO

Analisar a reação enzimática em batatas expostas a diferentes temperaturas.

#### MATERIAIS

- ✚ 01 batata inglesa;
- ✚ Sistema para aquecimento (forno elétrico ou a gás);
- ✚ Sistema para resfriamento (geladeira);
- ✚ 03 pratos ou pires de vidro;
- ✚ 01 faca.

#### PROCEDIMENTO

- 1- Descascar e cortar uma batata em três pedaços de mesmo tamanho;
- 2- Adicionar cada pedaço da batata sobre um prato ou pires;
- 3- Submeter as amostras em diferentes ambientes:
  - Amostra 1:** deixar expostas no próprio laboratório/ sala de aula;
  - Amostra 2:** colocar na geladeira em uma temperatura próxima de 4°C;
  - Amostra 3:** colocar no forno aquecido a uma temperatura próxima de 60°C.
- 4- Aguardar 40 minutos;
- 5- Analisar a diferença de coloração dos pedaços de batata.

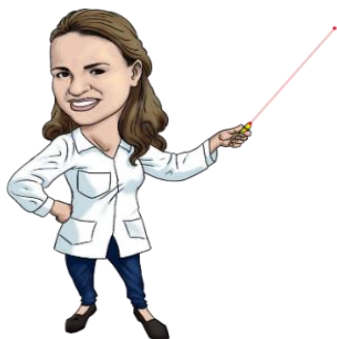
## RESULTADO ESPERADO

Na amostra submetida a temperatura ambiente, haverá maior escurecimento, seguida pela amostra exposta ao calor e, posteriormente, a que será colocada em refrigeração (geladeira).

Na amostra exposta ao ambiente, é facilmente observado o escurecimento das batatas. Tal fenômeno se deve à ruptura das células e estruturas celulares que contêm enzimas polifeniloxidase que, na presença de oxigênio, leva a uma rápida oxidação de fenóis e consequente produção de pigmentos escuros.

Menos visível é o aspecto de coloração da batata exposta ao calor, pois a polifeniloxidase tem sua atividade diminuída em função da desnaturação enzimática provocada pela elevação da temperatura. Em altas temperaturas, como a de cozimento, a atividade enzimática é totalmente suprimida.

A amostra colocada em refrigeração, não haverá indícios de escurecimento enzimático. Isso se deve ao fato de temperaturas abaixo das condições do ambiente retardarem as reações químicas e enzimáticas de forma que, quanto menor for a temperatura, menor será a ação das enzimas.



### Professor,

Essa é a razão que justifica o não escurecimento da batata pré-frita congelada comercializada nas redes de supermercados e nas lanchonetes. Essas sofrem dois processos de cozimento: o branqueamento pelo banho e pela fervura em água (às vezes, com suco de limão); e fritura a 150-180°C em gordura vegetal.

## DISCUSSÃO

- # Em qual amostragem a reação ocorreu com maior velocidade?
- # Existe alguma causa que justifique a diferença nas velocidades de reação?
- # Por que nas batatas expostas a uma temperatura muito baixa não houve reação?

### Retomar a Problematização

Retomar as discussões em relação às hipóteses levantadas na problematização, confrontando as respostas preliminares dos estudantes com aquelas após a realização das atividades experimentais.



**Professor,**

Faça suas anotações sobre as respostas dos estudantes:

Em geral, as respostas foram similares ou totalmente diferentes?

Os estudantes foram mais detalhistas?

Falaram sobre aspectos que não tinham considerado antes?

## **REFERÊNCIA**

NOVAES, Fábio Junior M. et al. Atividades experimentais simples para o entendimento de conceitos de cinética enzimática: *Solanum tuberosum* – uma alternativa versátil. **Revista Química Nova na Escola-QNESC**, v. 35, n. 1, p. 27-33, 2013.



**Professor, que tal consultar as sugestões indicadas no próximo item?**

### **3.10 Sugestões de fontes de consulta para aprofundamento no tema Enzimas**

#### **VÍDEO:**

- ✓ *Las Enzimas*, está no idioma espanhol, mas de fácil entendimento.

**Disponível em:** <https://www.youtube.com/watch?v=IgYqwLVd71Q&feature=related>

#### **SUGESTÕES DE LEITURA:**

- ✓ Embrapa faz enzima inseticida para algodão transgênico.

#### **Disponível em:**

[https://ambientes.ambientebrasil.com.br/biotecnologia/artigos\\_de\\_biotecnologia/embrapa\\_faz\\_enzima\\_inseticida\\_para\\_algodao\\_transgenico.html](https://ambientes.ambientebrasil.com.br/biotecnologia/artigos_de_biotecnologia/embrapa_faz_enzima_inseticida_para_algodao_transgenico.html)

- ✓ Principais enzimas do sistema digestório humano

**Disponível em:** <http://www.guia.heu.nom.br/enzimas.htm>

- ✓ Classificação das enzimas

**Disponível em:** <http://cienciasbiologicas10.blogspot.com/2013/06/enzimas.html>

- ✓ Regulação enzimática

**Disponível em:** <http://ouniversoenzimatico.blogspot.com/2014/03/enzimas-poderosa-ferramenta-na-industria.html>

- ✓ PINHEIRO, D.M.; PORTO, K. R. A.; MENEZES, M. E. S. A Química dos Alimentos: carboidratos, lipídios, proteínas vitaminas e minerais. Série Conversando Sobre Ciências em Alagoas, 2005. Universidade Federal de Alagoas – UFAL.
- ✓ Princípios de Bioquímica de Lehninger (ENZIMAS pag. 189 a 234)

**Referência:** NELSON, David L.; COX, Michael M.; VEIGA, A. B. G. D. **Princípios de Bioquímica de Lehninger** . 6. ed. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1-1259.

Você pode utilizar também o próprio livro didático, para revisar sobre o tema.

## 4 REFERÊNCIAS

- BIZZO, N. (2009). *Ciências: fácil ou difícil?* (1ª Edição). São Paulo: Editora Biruta.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. Secretária da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular. Brasília –DF; MEC; CONSED; UNDIME**, 2015. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/wpcontent/uploads/2018/12/BNCC>>. Acesso em: 19 dez. 2018
- CARVALHO, A. M. P. D. *et al.* **Ensino de Ciências por investigação**: Condições para implementação em sala de aula. 4. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2019. p. 1-152.
- CORREIA, P.R.M.; *et al.* A Bioquímica como Ferramenta Interdisciplinar: Vencendo o Desafio da Integração de Conteúdos no Ensino Médio. **Química Nova na Escola**, v.19, n.19, p. 19-23, 2004.
- DEMO, P. E. É errando que a gente aprende. **Nova Escola**. São Paulo, n. 144, p. 49-51, ago. 2001.
- FALA, A.M.; CORREIA, E.M.; PEREIRA, H.D.M. Atividades práticas no ensino médio: uma abordagem experimental para aulas de genética. **Ciênc. Cogn. [online]**, vol. 15, n.1, p. 137-154, 2010.
- FRANCISCO JUNIOR, W.E. Bioquímica no ensino médio?! (De) Limitações a partir da análise de alguns livros didáticos de Química. **Ciência & Ensino**, vol.1, n.2, junho de 2007.
- KRASILCHIK, M. **Prática de ensino de biologia**. 4. ed. São Paulo: Ed. da USP, p. 198, 2004.
- LIMA D.B.; GARCIA.R.N. Uma investigação sobre a importância das aulas práticas de Biologia no ensino médio. **Cadernos de aplicação**, Porto Alegre. v. 24. n.1.jan/jun.2011.
- LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. **Biologia Hoje**. 3 ed. São Paulo: Ática, 2016. p.288.
- LOPES, Sônia; ROSSO, Sergio. **BIO**: Volume 1. 3. ed. São Paulo: Saraiva, 2016. p.384.



MOURA, D. A. Organização Curricular do Ensino Médio Integrado a Partir do Eixo Estruturante: Trabalho, Ciência, Tecnologia e Cultura. **Revista Labor**, n. 7, v. 1, p. 1-19, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Inquiry and the National Science Education Standards: a guide for teaching and learning**. Washington: National Academy Press, 2000.

NELSON, David L.; COX, Michael M.; VEIGA, A. B. G. D. **Princípios de Bioquímica de Lehninger**. 6. ed. [S.l.: s.n.], 2014. p. 1-1259.

POSSOBOM, C.C.F.; OKADA, F.K.; DINIZ, R.E.S. Atividades práticas de laboratório no ensino de biologia e de ciências: relato de uma experiência. In: WILSON GALHEGO GARCIA; ALVARO MARTIM GUEDES. (Org.). **Núcleos de Ensino**. 1 ed. São Paulo: Editora Unesp, v.1, p. 113-123, 2003.

SASSERON, L. H.; Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre ciências da natureza e escola. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v.17, n. especial, p 49-67, 2015.

SASSERON, L. H. Interações discursivas e investigação em sala de aula. O papel do professor. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação: Condições para implementação em sala de aula**. São Paulo: Cengage Learning, 2013, cap.3, p. 41-61.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FARMACOGNOSIA. **Normas de segurança no laboratório**. Disponível em: [http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/Normas\\_de\\_seguranca.html](http://www.sbfgnosia.org.br/Ensino/Normas_de_seguranca.html). Acesso em: 10 out. 2019.

UFERSA.**Pratica.01-Normas.de.Seguranca.do.Laboratorio.de.Quimica**. Disponível em: [http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/157/aulaspraticas/Aula\\_Pratica.01-Normas.de.Seguranca.do.Laboratorio.de.Quimica.pdf](http://www2.ufersa.edu.br/portal/view/uploads/setores/157/aulaspraticas/Aula_Pratica.01-Normas.de.Seguranca.do.Laboratorio.de.Quimica.pdf). Acesso em: 10 out. 2019.

VALDEZ, V. R. Desenvolvimento de uma matriz de competências e habilidades para repensar o ensino de ciências pela perspectiva do ensino por investigação. Dissertação, Universidade de Brasília, 2017.164p.

**É ISSO!  
POR  
ENQUANTO...**

