

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**SISTEMA DIGESTÓRIO COMO MODELO PARA A CONSTRUÇÃO
DO CONHECIMENTO ATRAVÉS DO MÉTODO CIENTÍFICO.**

MARTA DO ROSÁRIO ALVES

Belo Horizonte

2020

MARTA DO ROSÁRIO ALVES

**SISTEMA DIGESTÓRIO COMO MODELO PARA A CONSTRUÇÃO
DO CONHECIMENTO ATRAVÉS DO MÉTODO CIENTÍFICO.**

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

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientador: Dr. Miguel José Lopes

Belo Horizonte

2020

043

Alves, Marta do Rosário.

Sistema digestório como modelo para a construção do conhecimento através do método científico [manuscrito] / Marta do Rosário Alves. – 2020.

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

Orientador: Prof. Dr. Miguel José Lopes.

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

1. Ensino - Biologia. 2. Sistema Digestório. 3. Aprendizagem. 4. Aprendizagem Baseada em Problemas. I. Lopes, Miguel José. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Biológicas. III. Título.

CDU: 372.857.01



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO

ATA DE DEFESA PÚBLICA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE MESTRADO DE MARTA DO ROSÁRIO ALVES	Defesa No. 08 entrada 2º/2018
-------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------

No dia **23 de outubro, de 2020, às 14:30 horas**, reuniram-se, remotamente, através da plataforma Microsoft Teams, os componentes da Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Mestrado, indicados pelo Colegiado do PROFBIO/UFMG, para julgar, em exame final, o trabalho intitulado: "**Sistema digestório como modelo para a construção do conhecimento através do método científico**", como requisito final para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Biologia, área de concentração: **Ensino de Biologia**. Abrindo a sessão, o Presidente da Comissão, **o Dr. Miguel José Lopes**, após dar conhecimento aos presentes sobre as Normas Regulamentares do Trabalho Final, passou a palavra à candidata para apresentação oral de seu trabalho. Seguiu-se a arguição pelos examinadores, com a respectiva defesa da candidata. Logo após, a Banca se reuniu, sem a presença da candidata e do público, para julgamento e expedição do resultado final. Foram atribuídas as seguintes indicações:

PROFESSOR EXAMINADOR	INSTITUIÇÃO	INDICAÇÃO (APROVADO/REPROVADO)
Dr. Miguel José Lopes	UFMG	APROVADA
Dra. Juliana Carvalho Tavares	UFMG	APROVADA
Dra. Rafaella Cardoso Ribeiro	IEMG	APROVADA

Pelas indicações, a candidata foi considerada: APROVADA

O resultado final foi comunicado publicamente à candidata pelo Presidente da Comissão.

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



Universidade Federal de Minas Gerais
Instituto de Ciências Biológicas

Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional -
PROFBIO

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

Belo Horizonte, 23 de outubro de 2020.

Dr. Miguel José Lopes _____

Dra. Juliana Carvalho Tavares

Dra. Rafaella Cardoso Ribeiro

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

Assinado de forma
MIGUEL JOSE digital por MIGUEL
LOPES:02650 JOSE
879882 LOPES:02650879882
Dados: 2020.12.17
13:29:29 -03'00'
Coordenador do PROFBIO UFMG

Instituição: UFMG – Universidade Federal de Minas Gerais
Mestranda: Marta do Rosário Alves
Título do TCM: Sistema digestório como modelo para a construção do conhecimento através do método científico.
Data da defesa: 23/10/2020
<p>Em 2016 tomei posse no concurso de educação do Estado de Minas Gerais e comecei a lecionar a partir desse momento. Até então, a experiência vivenciada em sala de aula havia sido somente nos estágios de didática, durante a graduação. As primeiras semanas de aula não foram fáceis e logo pensei em desistir, pois era difícil lidar com a indisciplina dos alunos e a falta de interesse deles em estudar. A maioria dos alunos eram agitados e ainda que o professor estivesse em sala de aula eles continuavam a conversar com os colegas. Outros abaixavam a cabeça na carteira e iam dormir. E poucos discentes acompanhavam a aula. Ao tentar entender o comportamento daqueles alunos questionei-os sobre suas perspectivas futuras, e assim, verifiquei que as expectativas da maioria era somente de obter um diploma de ensino médio para ingressar no mercado de trabalho. Nenhum estudante demonstrou interesse em dar continuidade aos estudos e realizar um curso técnico ou superior. Achei triste que no meio da conversa um dos estudantes levantou a mão e me disse: “<i>professora passa o conteúdo para a prova e não fica preocupada com nós não (sic)</i>”. Com base nessas conversas, percebi que minha formação como docente estava aquém de uma profissional de educação na área de biologia que aqueles discentes necessitavam. A partir desse momento iniciei uma busca por cursos de formação continuada, e em uma dessas buscas encontrei no site da UFMG uma reunião com o objetivo de discutir o PROFBIO (Programa de Mestrado Profissional em ensino de Biologia). Participei da reunião do programa e verifiquei que o objetivo e a finalidade do curso era o que eu buscava para melhorar minha prática pedagógica. Realizei o exame de seleção para o mestrado em 2017, entretanto não fui aprovada e então fiz o segundo exame em 2018 o qual consegui a aprovação. Por meio das aulas dos temas 1, 2 e 3, e com as aplicações das atividades para os estudantes, eu compreendi um pouco mais sobre alguns conceitos biológicos e quais caminhos deveria seguir para levar uma aula de biologia mais prazerosa para os alunos. Além disso, o programa foi essencial para termos contato com outros profissionais de biologia da educação básica e trocarmos experiências de atividades desenvolvidas. Percebi que possuem uma infinidade de maneiras de se trabalhar um conceito biológico com os discentes, seja, com uma música, com massa de modelar, com um jogo didático, com figuras, com um texto ou por meio da modelização, enfim, são várias as metodologias de ensino que antes não conhecia ou que não sentia segura para utilizar com os estudantes e que agora possuo mais confiança para utilizá-las. Com o programa compreendi que a aprendizagem não se transmite, o papel do professor é propiciar condições favoráveis dentro da sala de aula para que o estudante possa adquirir o seu conhecimento, pois a aprendizagem é diversa e depende de vários fatores. A experiência vivenciada dentro do PROFBIO tem sido importante para modificar minha prática pedagógica diária, e com a mudança de metodologia observo que o comportamento e a motivação dos estudantes em participarem das aulas também se modificaram. Portanto, agradeço ao PROFBIO pela oportunidade e à UFMG por nos propiciar esse curso de formação. Espero que o programa continue e possa atingir mais profissionais de biologia, e também de outras áreas da educação, pois a formação continuada nos propicia refletir e modificar a nossa prática pedagógica.</p>

O presente Trabalho de Conclusão de Mestrado (TCM) foi desenvolvido em Belo Horizonte, junto ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, no Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal De Minas Gerais – UFMG, sob a orientação do Profº. Dr. Miguel José Lopes, e com o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

AGRADECIMENTOS

Ao orientador Prof^o. Dr. Miguel José Lopes, pelo trabalho realizado em conjunto durante o mestrado e pelos ensinamentos transmitidos ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Aos professores do ProfBio, pelo apoio ao programa e pelo compartilhamento de informações.

Aos professores que participaram da minha banca de qualificação e de pré-defesa, pelas sugestões que contribuíram para a melhoria deste trabalho.

Aos colegas do mestrado, em especial a Bárbara, Ingrid, Josiane, Juliana e Ricardo, por dividirem vários momentos de descontração ao longo do curso.

A direção da escola e aos alunos do 2^o ano do ensino médio que tornaram possível a realização deste trabalho.

A minha família, em especial aos meus pais Maria Alves e Manoel Alves, que não mediram esforços para que pudéssemos estudar. Grata pelo amor, carinho e dedicação de vocês. Aos meus irmãos, Ana Paula e Paulo Roberto, pelo apoio, motivação e por dividirem os momentos de ansiedade. Ao Renato, pelo companheirismo e pelo incentivo ao estudo. Aos Tios, Tias, Primos e Primas que de alguma forma contribuíram com minha formação pessoal e profissional.

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Instituto de Ciências Biológicas por nos proporcionar esse curso de formação continuada. E a agência financiadora CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo financiamento ao programa.

“A educação sozinha não transforma a sociedade, sem ela tampouco a sociedade muda.”

(Paulo Freire).

RESUMO

Na literatura diversos trabalhos alertam para a necessidade de mudar as metodologias de ensino de biologia nas escolas públicas brasileiras. As novas metodologias de ensino propostas colocam o estudante em uma posição ativa, ou seja, como protagonista no processo do ensino-aprendizagem. A principal mudança observada nas metodologias ativas para o ensino de biologia consiste na condução do estudante na construção do conhecimento e, portanto abandone hábitos de memorizar conteúdos para realização de provas. A construção do conhecimento é possível a partir do momento em que o estudante é estimulado a pensar criticamente sobre determinada situação problema. Nessa perspectiva, o ensino por investigação tem mostrado ser apropriado para desenvolver tal habilidade nos estudantes. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver e aplicar uma sequência didática, com viés investigativo, do conteúdo de sistema digestório e produzir um modelo morfofuncional para ser utilizado nas aulas de ciências e de biologia da escola. O trabalho foi desenvolvido com aproximadamente 50 alunos do 2º ano do ensino médio em uma escola pública em Belo Horizonte. A atividade consistiu em 9 etapas: na 1ª etapa, os estudantes responderam um questionário diagnóstico com o intuito de identificar os conhecimentos prévios a respeito do conteúdo a ser trabalhado. Já na 2ª etapa, os discentes foram desafiados a elaborar hipóteses sobre o conteúdo de sistema digestório, e eles realizaram levantamentos de hipóteses para responder tais questionamentos. Na 3ª etapa, os alunos efetuaram a revisão bibliográfica em casa acerca do conteúdo. Na 4ª etapa, ocorreu uma discussão do conteúdo entre os discentes e a professora em sala de aula. Na 5ª etapa, os alunos assistiram dois vídeos que abordavam o conteúdo do sistema digestório. Na 6ª etapa, os discentes executaram diversos experimentos no laboratório de ciências da escola. Já na 7ª etapa, os estudantes vivenciaram a modelização, construindo os órgãos do sistema digestório para montar o modelo morfofuncional. Na 8ª etapa, os alunos montaram os modelos e os apresentaram na feira de ciências da escola. Na 9ª e última etapa, os estudantes propuseram correções para os modelos e responderam ao questionário final. Com os resultados e observando toda a aplicação da sequência didática foi possível realizar uma análise quantitativa e qualitativa. Com o ganho percentual normalizado verificou-se os tópicos que os estudantes tiveram uma aprendizagem significativa. Por meio das nuvens de palavras foi possível identificar a relevância das atividades propostas para os discentes. Embora haja a necessidade de estudos adicionais, conclui-se que as sequências didáticas contribuíram significativamente para estimular os estudantes a pensar criticamente em determinados conceitos biológicos. Além disso, elas foram relevantes para os estudantes

inferir e analisarem resultados, fazerem analogias e proporem conclusão para alguns experimentos. Assim as sequências didáticas se mostraram promissora no processo de ensino-aprendizagem para os alunos do 2º ano do ensino médio em uma escola pública de Belo Horizonte.

Palavras-chaves: Sistema digestório. Ensino por investigação. Método científico.

ABSTRACT

Several studies alert to the need to change the teaching methodologies of biology in Brazilian public schools. The new teaching methodologies are based on the utilization of active methodologies, in which the students are the protagonists of their learning process and the professors take the role of mediators. The main change, for teaching biology is that the students are led to build their own knowledge and abandon the habits of memorizing content to take tests. The construction of knowledge is possible from the moment that the students are encouraged to think critically about a certain problem situation to make connections between what they learn in the classroom and what they see in everyday life. In this perspective, teaching by investigation has shown to be the most appropriate method to the students develop such skills. The main aim of this work is to develop and apply a didactic sequence, with an investigative bias, of the digestive system content and to produce a morphofunctional model to be used in science and biology classes at the school. The work was developed with approximately 50 students of the 2nd year of high school in a public school on the outskirts of Belo Horizonte. The activity consisted of 9 stages: in the 1st stage, the students answered a diagnostic questionnaire to identify previous knowledge about the content to be worked on. On the 2nd stage, the students were subjected to questions about the content of the digestive system, and they should make hypothesis surveys to answer such questions. The 3rd stage, the students performed a bibliographic review at home on the content that was being worked on. The 4th stage, there was a discussion of the content between the students and the teacher in the classroom. The 5th stage, the students watched two videos that addressed the contents of the digestive system. The 6th stage, the students carried out several practical experiments in the school's science laboratory. The 7th stage, students experienced modeling, building the organs of the digestive system to assemble the morphofunctional model. The 8th stage, students assembled the models and presented them at the school's science fair. In the 9th and final stage, the students proposed corrections for the models and answered the final questionnaire. With the results collected of the diagnostic and final questionnaires and observing the entire application of the didactic sequence, it was possible to make a quantitative and qualitative analysis. With the normalized percentage gain, it was verified the topics that the students had a significant learning and with the word clouds it was possible to identify the relevance of the proposed activities for the students. Although there is a need for further studies, the didactic sequence proved to be very promising in the teaching-learning process for students on the 2nd year of high school in a public school on the outskirts of Belo Horizonte.

Keywords: Digestive system. Research teaching. Scientific method.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Etapas da atividade de enzimas.....	26
Figura 2. Participação dos estudantes no questionário diagnóstico sobre enzimas.....	27
Figura 3. Estudantes na sala de aula discutindo o conteúdo de enzimas.....	28
Figura 4. Protocolo experimental utilizado pelos estudantes na aula prática de enzimas.	30
Figura 5. Execução dos experimentos da atividade de enzimas. 5(a) Bancada montada para a realização do experimento. 5(b), (c), (d) e (e) Estudantes executando o experimento. 5(f) Tubos de ensaio com os resultados da atividade prática.	30
Figura 6. Participação dos estudantes no questionário final sobre enzimas.....	31
Figura 7. Organograma da sequência didática sobre o sistema digestório.....	32
Figura 8. Estudantes respondendo o questionário diagnóstico sobre o sistema digestório.	33
Figura 9. Alunos das duas turmas participando da discussão do conteúdo de sistema digestório em sala de aula.....	35
Figura 10. Discentes das duas turmas assistindo os vídeos sobre o sistema digestório.	36
Figura 11. Bancada com os materiais para os estudantes executarem os experimentos.	36
Figura 12. Alunas executando o experimento (a) e béqueres (b) contendo a dissolução dos comprimidos efervescentes inteiro e triturado.....	37
Figura 13. Alunas da turma A (a) e da turma B (b) demonstrando a passagem do alimento pelo esôfago.....	38
Figura 14. Estudantes simulando a digestão de proteínas. (a) e (b) Discentes inserindo o vinagre no tubo de ensaio com leite. (c) Estudantes observando o resultado.	39
Figura 15. Bancada com o material para a simulação da emulsificação dos lipídios.....	39
Figura 16. (a) Estudantes inserindo o papel dobrado e liso nos béqueres com água. (b) Discentes retirando os papéis dos béqueres e observando o resultado.....	40
Figura 17. Alunas da turma A (a) e da turma B (b) preparando a base para montar o sistema digestório.	41
Figura 18. Estudantes da turma A (a) e da turma B (b) montando o modelo do sistema digestório.	42
Figura 19. Apresentação dos trabalhos na feira de ciências para a comunidade.....	42
Figura 20. Estudantes respondendo o questionário final sobre o sistema digestório.	43
Figura 21. Nuvem de palavras construída com os textos dos estudantes.....	54
Figura 22. Relatório elaborado pelos estudantes para mostrar a construção do intestino delgado.	58

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Desempenho dos alunos no questionário diagnóstico e final sobre enzimas.....	44
Gráfico 2 - Ganho porcentual normalizado da atividade de enzimas.....	47
Gráfico 3 - Desempenho dos alunos no questionário diagnóstico e no questionário final na sequência didática de sistema digestório.	49
Gráfico 4 - Questões não respondidas pelos estudantes no questionário diagnóstico (a) e no questionário final (b).	52
Gráfico 5 - Ganho porcentual normalizado na atividade de sistema digestório.....	52

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Frequência com que as palavras aparecem nos textos dos estudantes.	55
------------------------------------------------------------------------------------	----

LISTA DE SIGLAS

BNCC	Base Nacional Comum Curricular
BSCS	<i>Biological Sciences Curriculum Study</i>
CBC	Currículo Básico Comum
OCBE	Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico
PCN	Parâmetros Curriculares Nacionais
PISA	<i>Program International of Student Avaliation</i>
PROFBIO	Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia
SAEB	Sistema de Avaliação na Educação Básica
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

LISTA DE FIGURAS

LISTA DE GRÁFICOS

LISTA DE TABELAS

LISTA DE SIGLAS

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA.....	15
1.1 Questionários	19
1.2 Problematização e levantamento de hipóteses	19
1.3 Revisão bibliográfica	21
1.4 Discussões com os alunos	21
1.5 Vídeos.....	22
1.6 Aula prática.....	22
1.7 Modelização.....	23
2 OBJETIVOS	24
2.1 Objetivos específicos.....	24
3 MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1 Desenvolvimento da atividade enzimática com os alunos.....	25
3.1.1 Questionário diagnóstico sobre enzimas.....	26
3.1.2 Problematização, levantamento de hipóteses e revisão bibliográfica.	27
3.1.3 Discussão do conteúdo.	28
3.1.4 Aula prática	29
3.1.5 Questionário final.....	31
3.2 Desenvolvimento da sequência didática sobre o sistema digestório.	32
3.2.1 Questionário Diagnóstico	32
3.2.2 Problematização e levantamento de hipóteses.....	33
3.2.3 Revisão bibliográfica.....	34
3.2.4 Discussão do tema em sala de aula com os alunos.....	34
3.2.5 Vídeos	35
3.2.6 Aula prática.....	36
3.2.7 Construção dos órgãos para a montagem dos modelos.....	40
3.2.8 Montagem dos modelos e apresentação dos trabalhos na feira de ciências.....	41

3.2.9 Questionário final e sugestões para correção dos modelos.....	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
4.1 Análise crítica das sequências didáticas.	62
5 CONCLUSÕES.....	64
6 PERSPECTIVAS FUTURAS.....	65
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	66
APÊNDICES	72
APÊNDICE I - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE.....	72
APÊNDICE II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE.....	74
APÊNDICE III – ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ENZIMAS.	76
APÊNDICE IV - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO DE ENZIMAS.....	79
APÊNDICE V - QUESTIONÁRIO FINAL DE ENZIMAS.....	80
APÊNDICE VI – ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE SISTEMA DIGESTÓRIO.	82
APÊNDICE VII - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DIGESTÓRIO.....	86
QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO SOBRE O SISTEMA DIGESTÓRIO	87
APÊNDICE VIII - QUESTIONÁRIO FINAL DO SISTEMA DIGESTÓRIO.....	88
ANEXO I – PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP	91

1 INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

A política de educação básica brasileira tem como propósito oferecer uma educação pública de qualidade para todos. Contudo para Azevedo (2018), embora haja movimentos no sentido de melhorar a educação básica, o país está longe de alcançar tais objetivos. O Brasil enfrenta vários problemas no âmbito educacional, como: a falta de estrutura; de materiais didáticos aperfeiçoados; evasão escolar; além da falta de valorização do profissional da educação e poucos são os cursos de formação continuada para os professores da educação básica. Além destes problemas, Morais e Varela (2007), ainda destaca a dificuldade encontrada no processo de ensino-aprendizado, a relação entre professor e aluno, a relação entre aluno e família e ainda a falta de planejamento de alguns profissionais da educação básica para lecionar. Todas as questões mencionadas anteriormente interferem diretamente no processo de aprendizado dos estudantes e isso se reflete no baixo rendimento dos discentes nas avaliações nacionais - Sistema de Avaliação na Educação Básica (SAEB) e nas avaliações internacionais - *Program International of Student Avaliation* (PISA). A má qualidade do ensino básico nas escolas públicas colocou o Brasil nas últimas posições na avaliação do PISA em 2018. Na disciplina de ciências o país ficou em 66º sexagésimo sexto, com uma pontuação de 404 pontos, o dado aponta que o Brasil está três anos atrás dos países da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCBE) com 489 pontos (INEP, 2019). O resultado do Pisa de 2018 mostra que nenhum aluno conseguiu chegar ao topo da proficiência científica e 55% não atingiram o nível básico de proficiência em ciências (INEP, 2019). Os dados são preocupantes, visto que indica a incapacidade dos estudantes brasileiros de resolverem questões científicas simples e rotineiras.

Nessa perspectiva há a necessidade de se refletir e modificar as práticas pedagógicas de ensino na educação básica. No ensino de biologia ou de ciências, alguns professores da disciplina, transmitem os conceitos biológicos sem estimular os discentes a pensar criticamente nos conteúdos trabalhados. Os estudantes, por sua vez, têm o papel de memorizar os conceitos apresentados pelo docente e durante as avaliações transcreve-os para as provas. A metodologia de ensino utilizada traz desmotivação para os estudantes, que observam o fluxo das informações e muitas vezes não detêm a oportunidade de utilizá-las para responder suas dúvidas e seus questionamentos diários. As aulas expositivas que não estimulam os estudantes podem contribuir com a passividade dos discentes no processo de aprendizagem. Neste sentido, Morais e Varela (2007) destacam que o planejamento da aula e a forma como ela é ministrada pelo docente interfere diretamente na motivação e na participação do discente.

Silva (2012) alerta que a educação é contínua, precisa ser estimulada e deve integrar o cotidiano do sujeito. Dentre as metodologias de ensino que estimulam o aprendizado e motivam os estudantes, o ensino de ciências por investigação vem cada vez mais ganhando destaque na educação básica. A abordagem investigativa parte da premissa que o aluno deverá ser envolvido no processo de ensino-aprendizagem. O aluno desenvolverá habilidades necessárias para construir o conhecimento científico e conduzi-lo a novos saberes, valores e atitudes ao longo de todo o processo de ensino-aprendizagem. Carvalho (2013) defende o ensino de ciências por investigação por referir-se a uma metodologia que valoriza o processo de ensino-aprendizagem em detrimento da quantidade de conceitos aprendidos. Esse método prioriza o protagonismo do estudante em seu processo de aprendizagem e o professor assume o papel de intermediador deste processo. O aluno passa de um ser passivo, o qual detém informações e transmite-as sem analisar criticamente, e dispõe de uma atuação ativa, que participa, critica e coopera com todo o processo de ensino-aprendizado.

Atualmente, os docentes têm percebido a necessidade em modificar suas metodologias de ensino de forma a motivar os estudantes, principalmente quando se trata das disciplinas de ciências. Conforme Crews (2017) é preciso que os professores substituam seus métodos de ensino em sala de aula de forma que evite o aprendizado inerte – o qual o aluno possui a informação, mas não sabe aplicá-la – e estimule o aprendizado ativo, o qual requer cooperação e participação do aluno no processo de ensino aprendido. A cooperação não acontecerá espontaneamente por parte do estudante e deverá ser estimulada pelo professor.

Segundo Cleophas (2016), a ideia central do ensino por investigação é propiciar condições favoráveis aos alunos para que eles construam o próprio conhecimento, sendo capazes de refletir, questionar, argumentar e interagir. Tais habilidades mobilizam distintos conhecimentos dos alunos sejam previamente adquiridos na escola ou em sua vida cotidiana. No ensino por investigação os alunos são estimulados a resolver uma determinada questão ou situação-problema, são instigados a realizarem discussões em grupos e assim podem desenvolver a capacidade de argumentar e de respeitar a opinião do colega. Neste sentido a reforma educacional no período pós-guerra, nos Estados Unidos da América, foi pensada para alavancar a pesquisa e desenvolvimento desde o ensino médio. A expressão dessa filosofia foi importada para o Brasil ainda nos anos 60, por meio da coleção de livros textos, da *Biological Sciences Curriculum Study* (BSCS). O sucesso dessa reforma está evidenciado, após 60 anos, no fato que em 2018 a organização mudou seu nome para BSCS Science learning o que denota a eficiência do ensino fundamentado na ciência.

Dentre os vários conhecimentos científicos que os estudantes devem adquirir e compreender na área das ciências, o conhecimento do corpo humano e o funcionamento do mesmo é extremamente importante para a compreensão da vida humana. Nesta perspectiva, o conhecimento do sistema digestório se faz necessário para entender a relação da alimentação com a produção de energia pelo corpo, compreender o equilíbrio de água e de eletrólitos no organismo e também para conhecer como os sistemas nervoso e hormonal comunicam com e modulam o sistema digestório. No livro do ensino médio de Amabis e Martho (2010), os autores definem o sistema digestório como um conjunto de órgãos que realizam a ingestão e a digestão dos alimentos e absorvem os produtos resultantes do processo digestivo. No entanto, no livro de Guyton (2011) a relevância do sistema digestório é mais ampla e complexa. Segundo o autor, “o trato alimentar abastece o corpo com suprimento contínuo de água, eletrólitos, vitaminas e nutrientes. E todas as funções do sistema digestório são controladas pelo sistema nervoso e hormonal local”. Entender o funcionamento do sistema digestório é um conceito básico da disciplina de biologia que deve ser bem compreendido pelos estudantes da educação básica. O conteúdo consiste em uma das exigências dos Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN (1999), que destaca como objeto de estudo da biologia a vida em toda sua diversidade e manifestação. Nesse sentido, o PCN determina que os alunos do ensino médio compreendam que o organismo dotado de vida é fruto das interações entre tecidos, órgãos e sistemas que, por sua vez, são formados por um conjunto de células que interagem.

Na Base Nacional Comum Curricular (BNCC, 2017), o conteúdo do sistema digestório não vem explícito no currículo das ciências da natureza, porém em sua primeira competência dispõe que os estudantes saibam analisar os fenômenos naturais e os processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia. Logo, entende-se que é relevante para os discentes compreenderem a transformação de energia pelos seres vivos e a transferência da energia na cadeia alimentar e assim conseguirem se reconhecerem como parte da natureza. Além disso, a BNCC requer que os estudantes compreendam a importância do trabalho coordenado entre os vários sistemas para o bom funcionamento do corpo humano. O Currículo Básico Comum - CBC (2005) solicita que a disciplina de biologia forme indivíduos para a vida e isso significa mais do que reproduzir dados, dominar classificações biológicas ou identificar símbolos. O currículo exige que os alunos saibam informar-se; comunicar-se; argumentar; compreender e agir; ser capaz de elaborar críticas, fazer escolhas e proposições e tomar gosto pelo conhecimento e adquirir uma atitude de aprendizado permanente. Mesmo com as exigências dos currículos de biologia, percebe-se que os estudantes saem do ensino médio sem dominar as habilidades descritas nos currículos. Em

uma avaliação realizada por Gonzales e Paleari (2006) com alunos da rede pública e particular de ensino de Botucatu/SP, verificou-se que os alunos não haviam assimilado o conteúdo de sistema digestório já estudado. Foi solicitado aos alunos que desenhassem o sistema digestório numa folha de papel. Após a representação os autores avaliaram os desenhos e observaram que todos os desenhos estavam incompletos, além disso, traziam a laringe ou fígado como parte das cavidades por onde o alimento passa. O resultado desta atividade mostrou claramente que os alunos não adquiriram as habilidades exigidas pelos currículos nacionais de educação.

De acordo com Feijó, Andrade e Silva (2017), o ensino do corpo humano, inclusive do sistema digestório, constitui-se um tópico fundamental do ensino de ciências, porém o conhecimento dos estudantes sobre o tema muitas vezes apresenta-se incompleto ou mesmo incorreto. Assim, com o intuito de garantir que os estudantes adquiram as habilidades propostas nos currículos de ciências e de biologia, é recomendado que os professores complementem suas aulas com atividades ativas, como por exemplo, o ensino por investigação. Esta é uma metodologia que valoriza o conhecimento científico, uma vez que os alunos precisam fazer observações para em seguida buscar soluções para uma determinada situação problema e algumas vezes testar as hipóteses levantadas quando estas não são encontradas na literatura.

Com o objetivo de contribuir com as aulas de biologia, de forma a motivar os estudantes e estimulá-los a pensar criticamente sobre os conceitos biológicos, o presente trabalho desenvolveu uma sequência didática sobre o sistema digestório, baseada no ensino por investigação. Segundo Carvalho (2013), para uma atividade possuir um viés investigativo é necessário alguns requisitos básicos, tais como: uma problematização estimulada pelo professor e realizada pelos estudantes; o levantamento de hipóteses realizado pelos discentes; a realização de revisões bibliográficas que devem acontecer em todas as etapas da atividade; discussão do tema trabalhado em sala de aula com os colegas e intermediado pelo professor da turma; e se necessário a elaboração de uma atividade prática para testar as hipóteses levantadas. E após todas estas etapas, de acordo com a autora, os alunos deverão estar aptos a estabelecer novas conclusões. Assim, este trabalho desenvolveu e aplicou uma sequência didática com um viés investigativo, fundamentada no Ensino de Ciências por Investigação de Carvalho (2013), sobre o conteúdo do sistema digestório, com alunos do 2º ano do ensino médio em uma escola pública de Belo Horizonte.

1.1 Questionários

A pesquisa no campo da educação exige que o pesquisador considere o conhecimento prévio daquele grupo com o qual vai trabalhar. Além disso, é importante que leve em conta que a sala de aula é diversificada: composta por alunos com histórias de vidas diferentes, características pessoais distintas e, portanto, com motivações diferenciadas para aprender. Neste sentido, Souza (2003) enfatiza que a aprendizagem é individual, pois exige um conjunto de estratégias cognitivas particulares de cada indivíduo. Além disso, Souza (2003) diz que cada estudante constrói seu conhecimento prévio exposto a situações ambientais diferentes e, portanto, apresentarão estilos de aprendizagem distintos. E segundo Fernandes (2011), na teoria de equilíbrio de Piaget a criança só é capaz de construir novas estruturas cognitivas a partir das estruturas pré-existentes, ou seja, o indivíduo assimila uma nova informação a partir de um conhecimento já pré-estabelecido em sua rede cognitiva.

Dessa forma é importante que o professor, antes de iniciar uma discussão de um dado conteúdo, verifique o conhecimento preliminar dos estudantes em relação ao tema a ser trabalhado. Dentre várias metodologias utilizadas para verificar o conhecimento prévio dos discentes, o questionário se mostra relevante para que o pesquisador da área de educação considere a diversidade dos alunos dentro da sala de aula e realize um levantamento do grupo com o qual irá trabalhar. Conforme Chaer, Diniz e Ribeiro (2011), o questionário consiste em uma técnica de coleta de dados utilizada tanto na pesquisa quantitativa quanto na pesquisa qualitativa, as questões podem ser fechadas ou abertas e devem estar de acordo com os objetivos do trabalho para que o pesquisador consiga obter informações relevantes. Para Gil (2008), existem vantagens e desvantagens do uso do questionário. As principais vantagens do questionário em relação às outras técnicas de coleta de dados resumem em: ser uma técnica de baixo custo; atinge um grande número de pessoas, pois pode ser enviado por e-mail; garante o anonimato do indivíduo; permite que as pessoas respondam no tempo que for mais conveniente, além disso, há uma influência mínima do pesquisador neste tipo de pesquisa. Por outro lado, o questionário é desvantajoso, uma vez que: exclui as pessoas que não sabem ler e nem escrever e impede o auxílio ao pesquisado quando este não entende corretamente uma questão.

1.2 Problematização e levantamento de hipóteses

Em uma atividade investigativa, a problematização e o levantamento de hipóteses são extremamente relevantes para a condução do processo de ensino-aprendizagem. Em relação a problematização, Berbel (1988) diferencia a metodologia da problematização da aprendizagem baseada em problemas, segundo a autora, são termos e caminhos diferentes de ensino. Conforme Berbel (1998) na metodologia da problematização, os problemas são realizados pelos alunos a partir da observação da realidade. Já na aprendizagem baseada em problemas, os problemas são elaborados por uma equipe específica para esse fim e devem contemplar o currículo de ensino. Neste trabalho, a problematização não seguiu rigorosamente um dos termos diferenciado por Berbel (1988), visto que a problematização inicial foi realizada pela professora da turma e buscou contemplar o conteúdo de sistema digestório previsto no currículo do 2º ano do ensino médio. Porém, ao longo do desenvolvimento da sequência didática, os estudantes ao serem estimulados a pensarem criticamente em determinados conceitos biológicos também realizaram a problematização. Conforme Muenchen e Delizoicov (2013), a problematização possui a função de envolver o estudante em situações problemas de um determinado assunto que ele ainda não foi estimulado a pensar, para que este sinta incentivado o suficiente em buscar soluções. Os problemas devem ser elaborados, de modo que os estudantes façam uso de instrumentos investigativos para responder. Para Capecchi (2018), é fundamental que o professor se atente também para os questionamentos dos estudantes, não se deve ignorar as dúvidas dos alunos em prol do conhecimento científico. Ainda de acordo com a autora o conhecimento científico pode ser construído a partir das perguntas do cotidiano dos discentes, mesmo que estas pareçam ser ingênuas para o professor. E o processo do conhecimento cotidiano para o científico deverá ocorrer de maneira gradual e não subitamente. Além disso, é essencial que a problematização levantada faça parte do cotidiano dos estudantes. Ainda conforme Capecchi (2018), ao problematizar o cotidiano dos seus alunos e fornecer condições para buscar soluções, o professor incentiva o ensino-aprendizado, usando os métodos investigativos e não simplesmente fornece os conteúdos prontos e acabados. Nesta perspectiva, é extremamente valioso o discurso do aluno. Numa problematização, o docente deverá criar condições para os alunos elaborarem o levantamento de hipóteses, isso consiste em dar oportunidade para os estudantes buscarem soluções dos problemas propostos a partir de seus conhecimentos prévios. De acordo com Santos e Galembeck (2018), quando a problematização realizada pelo docente está bem fundamentada nas propostas investigativas, isto irá gerar em levantamento de hipóteses bem elaboradas condizentes com o ensino. A problematização possui um grande

potencial na construção e reconstrução do pensamento e na elaboração de respostas, que se aproximam das metodologias científicas.

1.3 Revisão bibliográfica

A revisão bibliográfica é imprescindível em um trabalho acadêmico, é por meio da revisão de literatura que o pesquisador vai identificar o estado atual de conhecimento em sua área de interesse e as perspectivas futuras para a mesma. Além disso, é baseado na revisão bibliográfica que se analisa os procedimentos e metodologias já utilizadas e a aplicabilidade destas em um novo trabalho. De acordo com Freitas (2016), uma revisão bibliográfica bem realizada contribui para o pesquisador definir seu objeto de estudo, selecionar seus marcos teóricos e delinear seus procedimentos e metodologias. Neste sentido percebe-se que a revisão bibliográfica é extremamente importante em qualquer trabalho que se realiza. Apesar da importância, no ensino básico há pouco trabalho com os estudantes da relevância de efetuarem corretamente uma revisão bibliográfica. Quando um docente solicita um trabalho para o aluno que necessita recorrer à literatura, o estudante muitas vezes copia trechos ou até mesmo a informação completa do autor e entrega para o professor. O comportamento dos estudantes ao fazer cópia da literatura, sem citar o autor do texto copiado, configura-se como plágio e mesmo sendo alertados quanto a cópia das informações, o erro persiste em todos os trabalhos que forem solicitados pelos docentes. Percebe-se certa dificuldade em trabalhar a revisão bibliográfica adequada para o nível dos estudantes da educação básica. No entanto, é necessário fazer um trabalho com os alunos de forma que eles entendam a importância da leitura e da revisão da literatura para compreenderem os conceitos e os termos utilizados na comunidade científica. Neste sentido, Santos (2007) em uma revisão bibliográfica sobre o conhecimento e letramento científico, recomenda que os professores da educação básica ensinem os estudantes os conceitos biológicos por meio de leitura e compreensão dos textos científicos.

1.4 Discussões com os alunos

A discussão do conteúdo entre os estudantes é um momento rico em uma aula de cunho investigativo. É o momento de compartilhamento de ideias, uma oportunidade de falarem e serem ouvidos, de expor as informações buscadas e de corrigir um conceito errado. É um espaço aberto para manifestarem seus conhecimentos, suas dificuldades em relação ao

tema trabalhado, é uma oportunidade de perceberem a importância que cada estudante tem no seu processo de ensino-aprendizado. Além de trazer as informações buscadas, os discentes levantam outros questionamentos, respondem as perguntas realizadas e ainda tiraram dúvidas dos colegas no meio do debate. É um momento de muita euforia, pois todos querem falar ao mesmo tempo. Conforme Sasseron (2018) é na discussão interativa entre os estudantes que se pode organizar o conhecimento científico, porém, o professor deverá tomar cuidado para que as discussões não se transformem em uma conversa sem propósito. Logo, o docente deverá ter os seus objetivos bem claros, para realizar as perguntas e questionamentos que permitam que os estudantes levem informações para o debate e exponham seus comentários dentro da proposta investigativa.

1.5 Vídeos

Os vídeos são recursos tecnológicos que podem ser usados de modo eficiente em sala de aula em uma proposta investigativa. Os vídeos possibilitam o estudante visualizar a realidade de uma informação que às vezes, somente com a fala do professor não é compreensível. De acordo com Oliveira e Júnior (2012) o uso dos vídeos dá significado aos conceitos biológicos e permite que os estudantes percebam que os conteúdos são reais, dotados de mobilidade e interações. Os autores chamam atenção para a utilização adequada do recurso tecnológico para não ser corriqueiro e perder o potencial de despertar o interesse dos alunos. Logo, os vídeos devem estar dentro do contexto da aula, ser curto para que os alunos não se dispersem, e é necessário que os vídeos estejam legíveis, os áudios sem ruídos e adequados à faixa etária dos estudantes. Além disso, é desejável que o professor pare o vídeo para discutir os pontos mais relevantes com os alunos e no final disponibilize o endereço eletrônico do vídeo para que os discentes possam rever alguma parte que ainda não tenham compreendido.

1.6 Aula prática

Frequentemente o professor da educação básica se depara com algumas dificuldades na realização de atividades práticas na disciplina de biologia. Seja por falta de um laboratório, ou pela ausência de manuais práticos com os procedimentos, ou ainda, pela escassez de materiais para executar o experimento. Os problemas citados são a realidade de algumas ou talvez a maioria das escolas públicas do estado, porém tais problemas não podem ser um

empecilho para o docente deixar de planejar uma aula prática. Neste sentido Krasilchik (2009), chama a atenção para uma vantagem da disciplina de biologia, por ser uma disciplina estimulante por si só pela sua biodiversidade de fauna e flora e pode ser visto em qualquer local. Basta o professor saber fazer uso desta vantagem. Planejar e executar uma aula prática de forma que estimule o estudante a obter um conhecimento científico pode ser difícil, mas é necessário. A biologia é uma ciência e como tal deve ser estimulada também na educação básica. Neste sentido a experimentação é fundamental para os estudantes vivenciarem a ciência. E para Rodrigues (2013), as aulas práticas devem ter cunho investigativo e é interessante que não seja uma mera reprodução de protocolos que levam a memorização. As práticas devem ser desafiadoras para o estudante e estimular a reflexões e promover soluções. Neste sentido, Interaminense (2019) ressalta a importância das atividades práticas como facilitadoras do conhecimento. O experimento bem planejado e executado contribui para o aluno compreender o conteúdo, e o estimula a pensar criticamente, a fazer reflexões, responder questionamentos e propor soluções. Dessa forma, Krasilchik (2009) critica o ensino de biologia que incentiva somente a memorização, pois de acordo com a autora, leva o desinteresse dos estudantes pela disciplina. Além disso, a autora incentiva os docentes a proporem atividades práticas, que despertam o estudante a observar, a fazer questionamentos, obter informações e saber analisá-las, e assim ser capaz de construir seu próprio conceito e opinião.

1.7 Modelização

A modelização é uma das estratégias de ensino que vem sendo utilizadas pelos docentes, com o intuito de melhorar o ensino-aprendizado na área da biologia. Duso et al (2013) define a modelização como uma representação tridimensional de algo. E na disciplina de biologia é possível construir a representação do corpo humano ou de suas partes; de um tecido; dos sistemas; de um processo biológico, como, a fotossíntese; de um ambiente, como, o ecossistema; de uma cadeia alimentar e etc. O principal objetivo de construir um modelo é tornar visível e mais próximo do real uma teoria biológica ou uma teoria para melhor compreensão dos estudantes. Para Paz et al (2006), os modelos são recursos que vão auxiliar na explicação do conteúdo e devem aproximar do real, mas esta não deve ser a única preocupação do professor. Pois de acordo com Duso et al (2013) em um trabalho de modelização do corpo humano com os alunos, mais importante do que a apresentação do modelo para os estudantes é o processo de construção dos modelos pelos alunos, ou seja, a

vivência do processo de modelização. Segundo Machado, Lozi e Biagiolia (2017) a construção de modelos facilita a apropriação e a construção de saberes pelos discentes. E por isso, tem um grande potencial nas atividades investigativas e no conhecimento científico. A construção de modelos estimula os alunos a participarem mais efetivamente das aulas, leva a reflexão e a tomada de decisões. Conforme Gomes et al (2016) a construção de modelos, além de tornar os estudantes mais participativos os deixa mais interessados em aprender os conceitos biológicos, o que desenvolve a habilidade de pensar criticamente. Com isso, entende-se que o envolvimento dos estudantes na construção de modelos favorece o processo de ensino-aprendizado, uma vez que desenvolve o conhecimento reflexivo e crítico, além disso, prepara-os para solucionar diferentes problemas.

2 OBJETIVOS

Elaborar e aplicar uma sequência didática sobre o sistema digestório com os alunos do ensino médio com o fim de estimular o exercício da argumentação, a visão crítica, e aprendizagem colaborativa nas aulas de biologia.

2.1 Objetivos específicos

- Elaborar e aplicar uma sequência didática sobre o sistema digestório;
- Instigar os alunos a conhecer o corpo humano e seu funcionamento;
- Estimular os estudantes a pensar criticamente;
- Fomentar a realização de revisão bibliográfica na educação básica;
- Incentivar o trabalho em grupo por meio de montagem do modelo morfofuncional do sistema digestório.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido em uma escola pública de Belo Horizonte, em duas turmas do 2º ano do ensino médio, com aproximadamente 50 alunos. A realização da atividade foi autorizada pela direção da instituição e aprovado pelo comitê de ética da Universidade Federal de Minas Gerais conforme o parecer do CEP - CAAE número 13547519.6.0000.5149. (Anexo I). A escola possui atualmente aproximadamente 800 estudantes e funciona nos três turnos: manhã, tarde e noite. É constituída de apenas dois

prédios com 13 salas de aulas. A instituição possui uma biblioteca; um laboratório de ciências com alguns materiais de laboratório (como: béqueres, pipetas graduadas, bastão de vidro, cadinho, pistilo, seringas, provetas pequenas e tubos de ensaio); um laboratório de informática com poucos computadores funcionando e sem internet; uma sala para professores; uma sala de direção; uma sala de vice-direção; uma sala de supervisão; uma sala de recursos humanos; uma secretaria e uma cantina. Além disso, possui um espaço verde, de aproximadamente 6m², onde se construiu uma horta escolar.

Antes de iniciar a aplicação das atividades a docente esclareceu os objetivos do trabalho para as turmas, informou se tratar de uma pesquisa na área de educação para o programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (ProfBio). Também comunicou que os alunos podiam optar por não participar das atividades, pois não seriam prejudicados e teriam atividades paralelas para substituir as atividades das sequências didáticas. Além disso, foi solicitado que os participantes assinassem um Termo de Assentimento Livre e Esclarecido TALE (Apêndice I), o qual esclarece o objetivo do trabalho e autoriza o desenvolvimento das atividades com os discentes. Ainda, para os estudantes menores de 18 anos foi solicitado que os pais também assinassem um termo de autorização, permitindo a participação do seu dependente no trabalho, o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido TCLE (Apêndice II). Após apresentar os esclarecimentos do andamento dos trabalhos a professora iniciou as atividades com os alunos. A princípio desenvolveu-se com os estudantes o conceito de enzimas, conteúdo necessário para que os discentes pudessem compreender a digestão química. E em seguida desenvolveu a sequência didática sobre o conteúdo do sistema digestório. As duas atividades aplicadas pela professora de biologia da turma, como projeto desta pesquisa de mestrado, foram fundamentadas no Ensino de Ciências por investigação de Carvalho (2013).

3.1 Desenvolvimento da atividade enzimática com os alunos.

A atividade consiste em uma sequência didática sobre enzimas e foi desenvolvida ao longo de cinco aulas de biologia. O roteiro para aplicação da sequência didática encontra-se no Apêndice III. A FIG.1 a seguir, apresenta um organograma que mostra as etapas de aplicação da atividade:

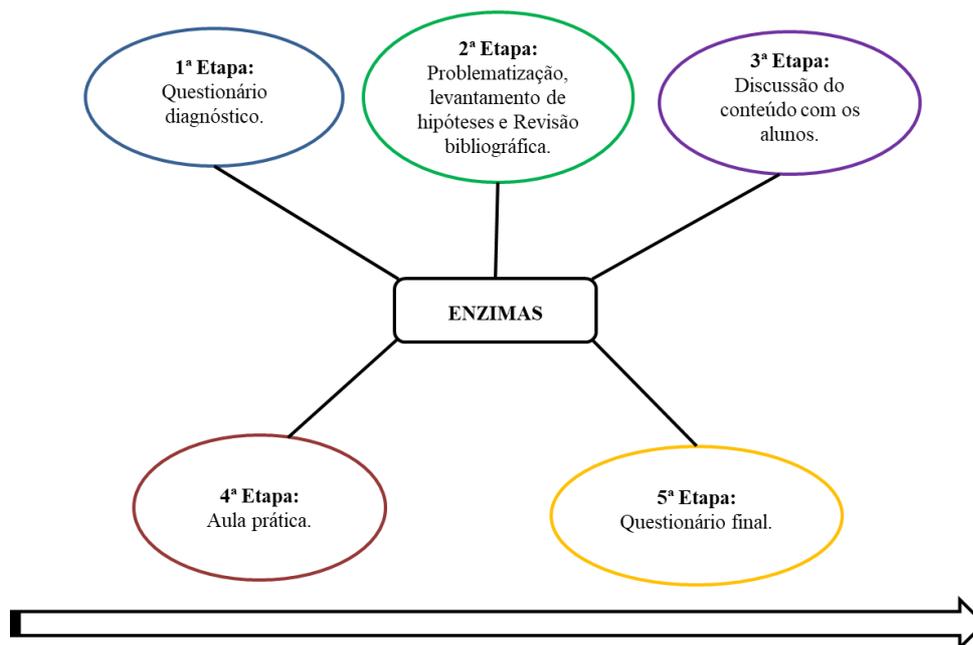


Figura 1. Etapas da atividade de enzimas.

3.1.1 Questionário diagnóstico sobre enzimas.

Nesta primeira etapa, os alunos responderam ao questionário diagnóstico (Apêndice IV), como mostra a FIG.2, o qual foi utilizado para verificar o conhecimento preliminar dos alunos sobre o conteúdo de enzimas. Para minimizar os problemas que o questionário apresenta, no presente trabalho os questionários diagnósticos e finais foram aplicados para um grupo de estudantes alfabetizados, as questões foram elaboradas de forma bem clara e objetiva. Além disso, foram aplicados e coletados em sala de aula pela professora. O questionário diagnóstico foi composto por cinco questões objetivas que abordam o conteúdo de enzimas. A primeira questão exigiu que os estudantes conhecessem a classe de substâncias químicas em que geralmente as enzimas estão inseridas, que são as proteínas. A segunda questão abordava os fatores que interferem na velocidade das reações enzimáticas. A terceira questão versava sobre a especificidade e a função das enzimas. Já a quarta questão, requeria que os discentes soubessem interpretar gráficos de velocidade da reação enzimática em função da temperatura. E a quinta e última questão, tratava tanto das especificidades das enzimas quanto da ação nos substratos. A partir das respostas dos alunos, construiu-se o gráfico de desempenho dos estudantes no questionário diagnóstico para a atividade de enzimas. E para calcular a média de acertos dos discentes nas questões utilizou-se a equação 1 a seguir,

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} \quad (1)$$

em que \bar{x} representa a média de acertos, x_i representa a porcentagem de acertos das questões e n representa o número de questões. Já para calcular o desvio padrão, medida que expressa o grau de dispersão de um conjunto de dados, utilizou-se a equação 2 seguinte,

$$Dp = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n}} \quad (2)$$

em que Dp representa o desvio padrão, x_i representa a porcentagem de acertos das questões, \bar{x} representa a média de acertos e n representa o número de questões.



Figura 2. Participação dos estudantes no questionário diagnóstico sobre enzimas.

3.1.2 Problematização, levantamento de hipóteses e revisão bibliográfica.

Na aula seguinte a professora fez a problematização para a turma com os seguintes questionamentos:

“A sabedoria popular diz que é sempre bom ingerir uma fatia de abacaxi, ou um pedaço de mamão, ou até mesmo ingerir uma laranja quando exageramos no almoço. Será que isso está correto”?

“O que essas frutas possuem que nos ajudam a digerir o que comemos”?

“Qual a relação das enzimas com a digestão”?

Após os questionamentos, os estudantes fizeram o levantamento de hipóteses e todas as informações foram anotadas no quadro para a realização da revisão bibliográfica em casa

pela turma. Com a finalidade de introduzir a revisão bibliográfica para os alunos da educação básica, e estimulá-los a realizar de forma correta a revisão, foram apresentados aos alunos alguns sites de pesquisas, tais como: *Ciência Hoje*, *Escola Educação*, *Brasil Escola*, *Mundo da Educação* e um Atlas Humano digital no site *Biodigital*. Os estudantes deveriam utilizar estes sites, revistas, ou sites que julgarem relevantes, além do próprio livro didático para buscarem respostas para os levantamentos de suas hipóteses. Para estimulá-los a realizarem uma revisão bibliográfica adequada, foi solicitado que os discentes tivessem o cuidado de ler as informações em mais de uma fonte, e em seguida, deveriam escrever um relato, com suas próprias palavras, das informações contidas na referência. E no final de cada relato, era necessário referenciar a informação relatada. Os relatos foram utilizados nas aulas de discussões do conteúdo.

3.1.3 Discussão do conteúdo.

Nesta terceira etapa, como está registrado na FIG.3, ocorreu a discussão do conteúdo entre os educandos e a professora, com base na revisão bibliográfica realizada em casa. Para isso, a professora retornou aos questionamentos que já haviam sido realizados aos estudantes e efetuou novas perguntas que surgiram ao longo da discussão. Na aula, a docente estimulou os estudantes a responderem aos questionamentos e a proporem um experimento para testar as hipóteses levantadas. As perguntas realizadas foram as seguintes:

“Como essas enzimas agem sobre os substratos”? (Questionamento de um aluno).

“Se colocarmos um pedaço de carne no suco de laranja, a carne vai ser digerida? Isso leva tempo? Quanto tempo”?

“E se colocarmos um pedaço bem pequeno da carne em cima de um pedaço de abacaxi, a carne vai ser digerida? Vai levar tempo para isso ocorrer? Quanto tempo levaria”?

“Como vamos testar o que estamos afirmando em nossa discussão aqui em sala de aula”?



Figura 3. Estudantes na sala de aula discutindo o conteúdo de enzimas.

3.1.4 Aula prática

Nesta etapa, houve a realização da aula prática sugerida pelos alunos, remodelada pela professora. Para executar a prática, a professora entregou o protocolo experimental para os grupos contendo informações com os procedimentos, os quais encontram-se na FIG.4.

PROTOCOLO EXPERIMENTAL DA ATIVIDADE PRÁTICA DE ENZIMAS

1. INTRODUÇÃO

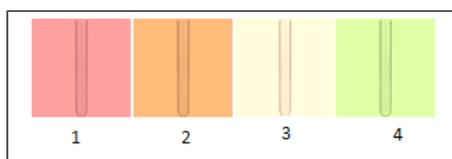
As enzimas geralmente são proteínas, com exceção de algumas moléculas de ácido ribonucléico, que também atuam como enzimas. As enzimas podem ser proteínas simples (que possuem apenas aminoácidos) ou conjugadas (proteínas associadas a uma parte não proteica). As enzimas apresentam formas características e tem como principal função acelerar as reações químicas, diminuindo a energia de ativação das reações. (Linhares, Gewandznojder e Pacca 2017).

2. Objetivos

- Demonstrar a ação digestiva de 3 frutas distintas;
- Mostrar a relevância das enzimas nos processos digestivos;
- Incentivar os estudantes a trabalharem em grupos;
- Instigar os estudantes a desenvolverem o pensamento crítico.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Para a realização da atividade os discentes vão precisar de gelatina hidratada, e o homogenato de 3 frutas distintas e com ação digestiva (mamão, abacaxi e laranja). Inicialmente vocês devem inserir 4ml da gelatina hidratada, já preparada no béquer, nos 4 tubos de ensaios como mostrado a seguir.



Em seguida vocês devem inserir uma quantidade dos extratos de frutas nos tubos de ensaio de acordo com o discriminado abaixo:

- 1º) Pipetar 2 ml de água e coloque no primeiro tubo de ensaio;
- 2º) Pipetar 2 ml de extrato de mamão verde e inserir no segundo tubo de ensaio;
- 3º) Pipetar 2 ml de extrato de laranja e inserir no terceiro tubo;
- 4º) Pipetar 2 ml de extrato de abacaxi e inserir no quarto tubo de ensaio;

Misture as soluções com movimentos leves e, em seguida, coloque na geladeira por aproximadamente 20 minutos e após este tempo faça a análise dos resultados.

Enquanto a turma aguarda o resultado do experimento anote os resultados esperados.

RESULTADOS ESPERADOS

a) O que vai acontecer nos tubos de ensaio 1, 2, 3 e 4. Discuta com seus colegas e anote a conclusão da discussão. _____

ANÁLISE DOS RESULTADOS

➤ Analise os resultados e descreva o que aconteceu em cada tubo de ensaio (1, 2, 3 e 4). Explique os resultados que cada tubo de ensaio:

Tubo de ensaio 1: _____

Tubo de ensaio 2: _____

Tubo de ensaio 3: _____

Tubo de ensaio 4: _____

Figura 4. Protocolo experimental utilizado pelos estudantes na aula prática de enzimas.

Inicialmente, a docente organizou o laboratório para que os estudantes pudessem manipular os experimentos, como mostra a FIG.5(a). Para incentivar o trabalho em grupo, a turma foi dividida em dois grupos grandes e cada grupo executou o experimento proposto. Para realizar a atividade foram necessários: 4 tubos de ensaio; homogenato de frutas variados (mamão verde, laranja e abacaxi verde); água; gelatina colorida; 2 seringas (os estudantes foram instruídos a lavarem com água, sempre que fossem manipular os homogenato e 4 béqueres de 50 ml. A manipulação dos experimentos pelas turmas está representado nas FIG. 5(b), 5(c), 5(d) e 5(e). E na FIG.5(f) encontram-se os tubos de ensaios com os resultados da atividade prática.



Figura 5. Execução dos experimentos da atividade de enzimas. 5(a) Bancada montada para a realização do experimento. 5(b), (c), (d) e (e) Estudantes executando o experimento. 5(f) Tubos de ensaios com os resultados da atividade prática.

Enquanto os estudantes esperavam pelo resultado do experimento, alguns questionamentos foram realizados como:

O que vai acontecer no tubo de ensaio 1?

O que vai acontecer no tubo de ensaio 2?

O que vai acontecer no tubo de ensaio 3?

O que vai acontecer no tubo de ensaio 4? Discuta com seus colegas.

Passados aproximadamente 20 minutos, os estudantes retiraram os tubos de ensaio da geladeira e analisaram os resultados.

3.1.5 Questionário final.

Nesta última etapa, os estudantes responderam o questionário final (Apêndice V), como ilustra a FIG.6. O questionário é composto por cinco questões objetivas e aborda assuntos semelhantes ao questionário diagnóstico. A primeira questão aborda a classe de substância em que geralmente as enzimas estão inseridas e as funções catalíticas das substâncias. A segunda questão solicita que os estudantes conheçam a especificidade das enzimas e sua atuação na velocidade das reações químicas. A terceira questão requer que os discentes reconheçam a estrutura espacial das enzimas e seu sítio de ação. A quarta questão exige que os discentes saibam interpretar gráficos de velocidade da reação enzimática em função da temperatura de duas enzimas diferentes, uma humana e outra bacteriana. A quinta questão requer que os alunos identifiquem que as enzimas são proteínas de função catalítica e podem ser desnaturadas quando a temperatura do meio excede um certo valor. Com base nas respostas dos alunos construiu-se o gráfico de desempenho dos estudantes no questionário final para a atividade de enzimas. E para calcular a média de acertos dos discentes nas questões utilizou-se a equação (1), já para calcular o desvio padrão, usou-se a equação (2).



Figura 6. Participação dos estudantes no questionário final sobre enzimas.

3.2 Desenvolvimento da sequência didática sobre o sistema digestório.

Após trabalhar o conceito de enzimas com os estudantes, a professora iniciou a aplicação da sequência didática sobre o sistema digestório. Para aplicá-la foram utilizadas 8 aulas de biologia em um total de 9 atividades. O roteiro para a aplicação da sequência didática sobre o sistema digestório encontra-se no Apêndice VI. A FIG.7 apresenta um esquema da aplicação da sequência didática nas turmas do 2º ano.

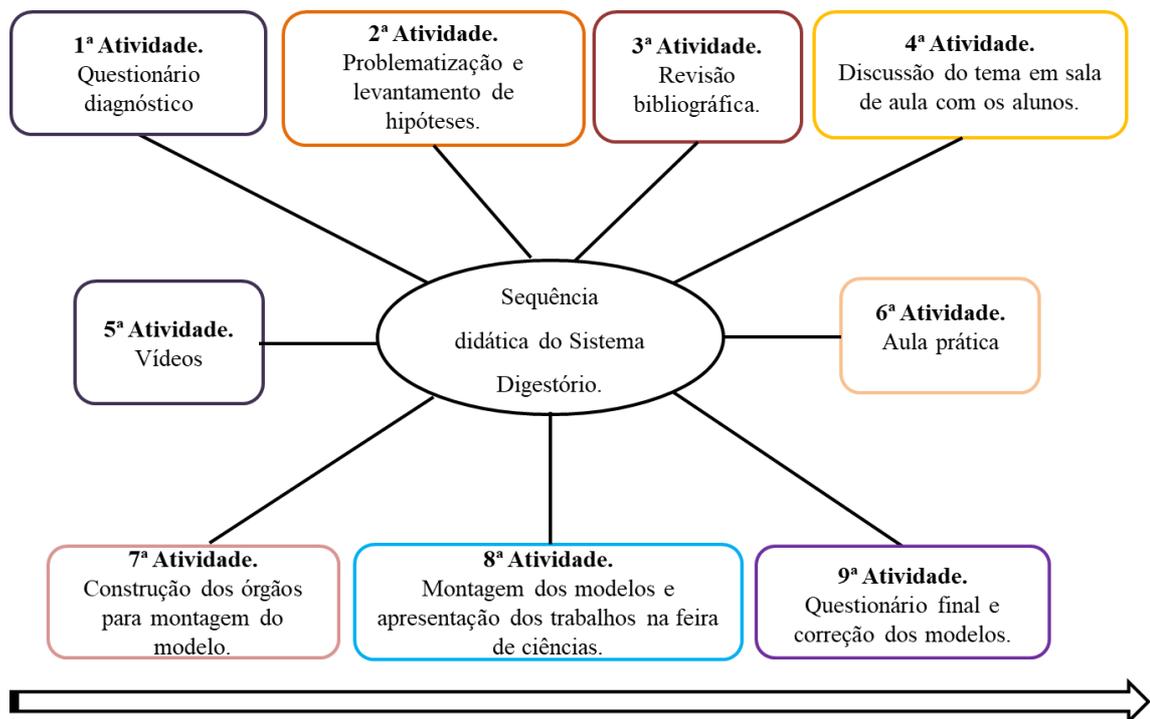


Figura 7. Organograma da sequência didática sobre o sistema digestório.

3.2.1 *Questionário Diagnóstico*

Ao iniciar a aplicação da sequência didática, foi aplicado um questionário diagnóstico (Apêndice VII) para verificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o sistema digestório. O questionário diagnóstico foi respondido por 45 alunos. O questionário é composto por seis questões que abordam o conteúdo do sistema digestório, sendo a primeira questão dissertativa e as demais objetivas. A primeira questão aborda a função básica do sistema digestório, e exige que os estudantes dissertem sobre o assunto. A segunda questão requer que os discentes reconheçam a boca como estrutura onde se inicia a digestão. A terceira questão requer que os alunos identifiquem o órgão que absorve os nutrientes, após a digestão. A quarta questão, exige que os discentes reconheçam que nem todos os nutrientes

são absorvidos pelo organismo e a parte não absorvida é eliminada pelas fezes. A quinta questão exige que os estudantes identifiquem os produtos da digestão das principais substâncias: carboidratos (glicose), lipídios (ácidos graxos) e proteínas (aminoácidos), que são ingeridas numa alimentação balanceada. E por fim, a sexta questão solicita que os discentes reconheçam os órgãos que fazem parte do sistema digestório e o caminho percorrido pelo alimento durante o processo digestivo. E a partir das respostas dos estudantes, construiu-se o gráfico de desempenho deles no questionário diagnóstico para a sequência didática do sistema digestório. Para calcular a média de acertos dos discentes nas questões utilizou-se a equação (1), já para calcular o desvio padrão, usou-se a equação (2). A FIG.8 apresenta o registro dos estudantes respondendo o questionário diagnóstico.



Figura 8. Estudantes respondendo o questionário diagnóstico sobre o sistema digestório.

3.2.2 Problematização e levantamento de hipóteses.

Nesta atividade, a docente realizou vários questionamentos para os discentes. Inicialmente a professora anotou a seguinte pergunta no quadro: “*Porque nós alimentamos?*”? E em seguida, efetuou o questionamento para os alunos. Após questionar os estudantes, a professora solicitou que eles tentassem responder cada pergunta que seria feita naquela aula. Os estudantes deveriam realizar o levantamento de hipótese a partir do conhecimento preliminar que cada um teria sobre o assunto para responder aos questionamentos realizados durante a problematização. À medida que os estudantes propunham as soluções para os questionamentos realizados, suas respostas foram anotadas no quadro. Para cada questionamento realizado e anotado no quadro, as hipóteses levantadas pelos estudantes vinham logo abaixo. Além do primeiro questionamento, a professora também perguntou: “*Qual é o caminho percorrido pelo alimento após uma refeição?*”? “*Vocês conseguem explicar a função de cada órgão no processo digestivo?*”? Após os questionamentos e o

levantamento de hipóteses pelos estudantes todas as informações do quadro foram anotadas. E em casa os estudantes realizaram a revisão bibliográfica e com base na literatura eles deveriam aceitar as informações certas e descartar as informações equivocadas.

3.2.3 Revisão bibliográfica.

Após os discentes anotarem as informações dos questionamentos e do levantamento de hipóteses, a professora solicitou-os, que em casa, fizessem a revisão do conteúdo na bibliografia. Para a realização da revisão bibliográfica foram solicitados aos alunos que pesquisassem nos endereços eletrônicos das seguintes revistas: *Ciência Hoje*, *Escola Educação*, *Brasil Escola*, *Mundo da Educação* e do Atlas Humano digital no site *Biodigital*. Os estudantes deveriam utilizar estes sites, revistas, ou sites que julgarem relevantes, além do próprio livro didático para buscarem respostas para os levantamentos de suas hipóteses. Para estimulá-los a realizarem uma revisão bibliográfica adequada, foi solicitado que os discentes tivessem o cuidado de ler as informações em mais de uma fonte, e em seguida, deveriam escrever um relato, com suas próprias palavras, das informações contidas na referência. E no final de cada relato, era necessário referenciar a informação relatada. Os relatos foram utilizados nas aulas de discussões do conteúdo.

3.2.4 Discussão do tema em sala de aula com os alunos.

Nesta atividade, a professora projetou com o auxílio de um projetor a figura do sistema digestório no quadro da sala e questionou os estudantes. Inicialmente, perguntou o nome dos órgãos que compõem o sistema digestório e em seguida realizou outras perguntas para os discentes. Algumas das perguntas já tinham sido realizadas em aulas anteriores e surgiram outros questionamentos que também eram relevantes para os alunos compreenderem o conteúdo, como:

- *Em qual estrutura do corpo inicia a digestão?*
- *Quais são os tipos de digestão conhecidas?*
- *Qual estrutura do sistema digestório é responsável pela digestão mecânica do alimento?*
- *Quais substâncias são responsáveis pela digestão química?*
- *Quais são os produtos das principais substâncias ingeridas, como, o carboidrato, as proteínas e os lipídios?*

- *O que acontece com os produtos da nossa alimentação?*
- *Por que nós alimentamos?*
- *Qual a função dos órgãos no processo digestivo?*

Além das perguntas realizadas pela docente, os alunos também fizeram vários questionamentos, tais como:

- *“Como a vitamina C aumenta a imunidade”?*
- *“Qual a relação do leite com os ossos”?*
- *“Por que temos diarreia”?*
- *“Por que temos queimação no estômago”?*
- *“O que é azia”?*
- *“O que é gastrite e porque temos isso”?*

Esta atividade foi programada para ser realizada durante uma aula de biologia, mas devido ao envolvimento dos alunos, optamos por utilizar mais uma aula para continuar a discussão. A figura 9 é um registro do momento da discussão do conteúdo nas turmas.

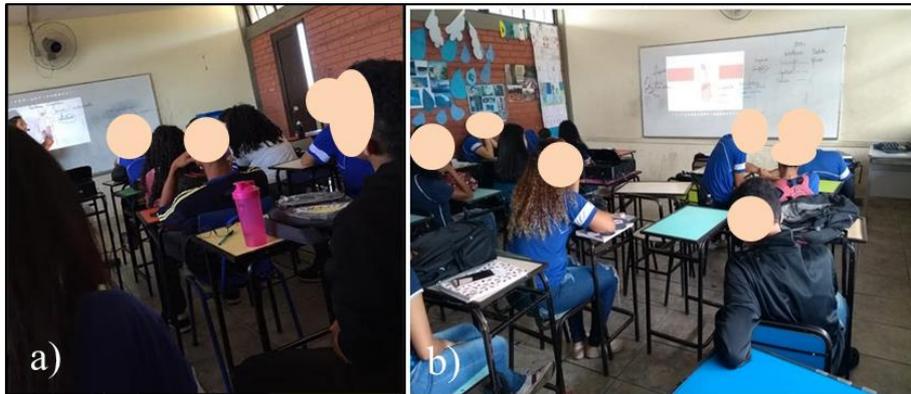


Figura 9. Alunos das duas turmas participando da discussão do conteúdo de sistema digestório em sala de aula.

3.2.5 Vídeos

Nesta atividade, os estudantes assistiram a dois vídeos, de pequena duração, sobre o conteúdo do sistema digestório. Os vídeos foram projetados com o auxílio de um projetor na sala de aula. O primeiro vídeo é um documentário completo do sistema digestório da *Discovery Channel*, possui aproximadamente 23 minutos de duração e está disponível no *YouTube* (https://www.youtube.com/watch?v=1atCXBmEAAE&feature=emb_logo). O documentário mostra a função dos órgãos durante todo o processo digestivo, além disso, ressalta o caminho que o alimento percorre pelo organismo e faz um alerta quanto à relevância de uma alimentação balanceada e saudável. O segundo vídeo “*Funcionamento do*

Sistema Digestório” tem a duração de aproximadamente 9 minutos e está disponível no *YouTube* (<https://www.youtube.com/watch?v=Ii1BqYbtqpU>). O vídeo é mais curto do que o primeiro, mas é muito útil, pois mostra com mais detalhe o caminho percorrido pelo alimento no organismo. Em alguns momentos, os vídeos foram parados pela professora e por pedidos dos alunos para realizar algum questionamento ou para esclarecer alguma dúvida. A FIG.10 é um registro dos estudantes das turmas A e B, respectivamente, assistindo aos vídeos.



Figura 10. Discentes das duas turmas assistindo os vídeos sobre o sistema digestório.

3.2.6 Aula prática

A aula prática foi sugerida pela professora da turma, para melhor compreensão dos conceitos biológicos. A prática consistiu na reprodução dos processos digestivos no laboratório de ciências. Antes de iniciar a aula prática, a professora preparou o laboratório com os materiais que foram utilizados e a sequência de realização dos experimentos, como ilustra a FIG.11. Os materiais utilizados na atividade foram: 4 béqueres de 250 ml, 4 béqueres de 100 ml, pisseta, 2 comprimidos efervescentes, almofariz, pistilo, 2 bolinhas de isopor, uma meia calça fina, água, leite, vinagre, óleo de cozinha, detergente e dois papéis filtro (um dobrado várias vezes e outro liso, ou seja, sem dobrar).



Figura 11. Bancada com os materiais para os estudantes executarem os experimentos.

A aula prática consistiu na execução de 5 experimentos pelos alunos. Os experimentos de 1 ao 4 foram elaborados com base no vídeo “*Como funciona o aparelho digestivo - experimento*”, disponível no *YouTube* (<https://www.youtube.com/watch?v=fPDpcGq-PIA>). Já o experimento 5 foi desenvolvido com base na proposta 4 da apostila “O ensino de ciências por investigação” da prefeitura Municipal de Ipatinga.

Por não possuir espaço no laboratório para toda a turma executar os experimentos, cada etapa foi efetuada por uma dupla de estudantes que se disponibilizava a participar voluntariamente da atividade. Durante a execução de cada etapa, a docente estimulava os estudantes a relacionar o experimento com os processos digestivos.

1º Experimento: simulação da digestão mecânica.

Para executar a prática os estudantes, utilizaram dois béqueres com a mesma quantidade de água e do mesmo tamanho e dois comprimidos efervescentes. Uma aluna triturou um comprimido efervescente enquanto a outra aluna segurou o outro comprimido que ficou inteiro. Em seguida, as duas alunas, ao mesmo tempo, colocaram nos béqueres com água o comprimido triturado e o comprimido inteiro, como ilustra a FIG.12. E em seguida observaram o resultado do experimento. Após a observação do resultado a professora realizou alguns questionamentos para os alunos, tais como:

- *Qual comprimido dissolveu mais rápido na água?*
- *Porque o comprimido triturado dissolveu mais rápido?*
- *Com qual processo digestivo esta etapa pode ser comparada*
- *Então, qual é a principal função dos dentes? E qual o objetivo de mastigar várias vezes o alimento?*



Figura 12. Alunas executando o experimento (a) e béqueres (b) contendo a dissolução dos comprimidos efervescentes inteiro e triturado.

2º Experimento: simulação do peristaltismo.

Para realizar a atividade as estudantes inicialmente inseriu a bolinha de isopor na meia calça e mostrou para os colegas que a mesma não descia sozinha, como ilustra a FIG.13. Então, a professora questionou aos estudantes:

- *Por que a bolinha não desce?*
- *O que é preciso ser feito para a bolinha descer?*

Após o questionamento anterior, os discentes responderam que era preciso empurrar a bolinha de isopor com a mão para a mesma deslizar pela meia calça e descer.

- *Por que a bolinha desceu agora?*
- *Podemos fazer alguma analogia desses movimentos que a colega efetuou com a bolinha de isopor com algum processo digestivo? Qual?*



Figura 13. Alunas da turma A (a) e da turma B (b) demonstrando a passagem do alimento pelo esôfago.

3º Experimento: Simulação da digestão de proteínas no estômago

Nesta etapa, inicialmente os discentes com o auxílio de uma seringa inseriram 3ml de vinagre (ácido acético) em aproximadamente 10ml de leite (fonte de proteína), como ilustra a FIG.14(a) e 14(b). Os estudantes foram adicionando leite e vinagre até perceberam que o leite “coagulou”, ou seja, as proteínas do leite desnaturaram. Porém, os estudantes não tiveram o cuidado de medirem a quantidade de substâncias que foram adicionando ao tubo de ensaio, como mostra a FIG.14(b).



Figura 14. Estudantes simulando a digestão de proteínas. (a) e (b) Discentes inserindo o vinagre no tubo de ensaio com leite. (c) Estudantes observando o resultado.

Após a turma observar o resultado do experimento, como ilustra a FIG.14(c) a professora questionou aos estudantes:

- *O que aconteceu com o leite?*
- *Porque o leite “coagulou”?*
- *O leite é fonte de qual substância química para os seres vivos?*
- *Qual foi a ação do ácido acético nesta reação?*
- *Podemos fazer uma analogia desse processo com algum processo digestivo? Com qual processo digestivo podemos associar esse experimento?*
- *Qual a quantidade final de substâncias adicionada ao tubo de ensaio?*
- *Qual o objetivo de conhecer a quantidade de cada substância no experimento?*

4º Experimento: simulação da emulsificação dos lipídios

A atividade foi realizada por duplas de estudantes, porém não houve o registro dos alunos manipulando o experimento. Na atividade foi utilizada uma seringa, 1 tubo de ensaio, 2 béqueres de 250ml e aproximadamente 10ml de óleo de soja, como mostra a FIG.15. Os estudantes inseriram 5ml de detergente no óleo de cozinha que estava no tubo de ensaio e observaram a formação de gotículas de óleo envolvidas pelo detergente.



Figura 15. Bancada com o material para a simulação da emulsificação dos lipídios.

Após os estudantes observarem o resultado do experimento foram questionados pela docente:

- *O que vocês observaram?*
- *Por que há formação de várias micelas? O que são essas micelas?*
- *Podemos relacionar este experimento com algum processo digestivo? Com qual processo digestivo podemos fazer a relação?*
- *Então se podemos fazer essa analogia, o detergente e o óleo de cozinha estão representando quais substâncias no processo digestivo?*

5º Experimento: simulação da absorção dos nutrientes pelas vilosidades no intestino delgado.

Para efetuar o experimento, os discentes utilizaram: 2 béqueres de 250ml com aproximadamente 100ml de água em cada um, dois papéis filtro de tamanhos diferentes, um dobrado várias vezes de tamanho um pouco maior que o papel de filtro liso. Os estudantes inseriram os papéis filtro dobrado e liso, ao mesmo tempo no béquer com água, como ilustra a FIG.16(a) e observaram o resultado, como mostra a FIG.16(b).

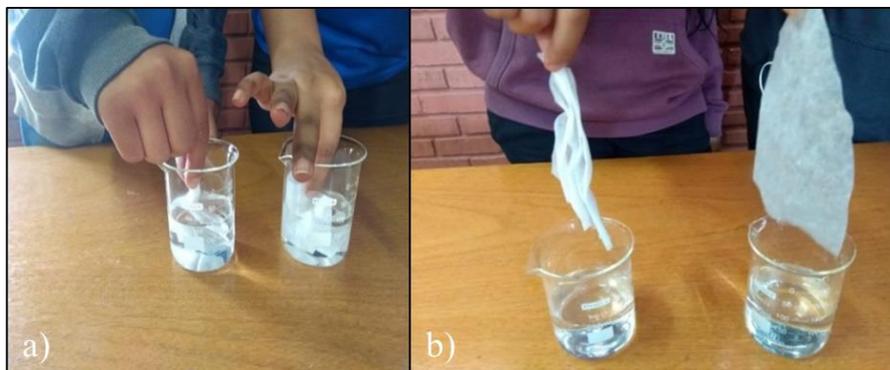


Figura 16. (a) Estudantes inserindo o papel dobrado e liso nos béqueres com água. (b) Discentes retirando os papéis dos béqueres e observando o resultado.

- *O que vocês observaram no resultado?*
- *Como vocês explicam esse resultado?*
- *Podemos relacionar este experimento com algum processo digestivo? Com qual processo digestivo? Se as vilosidades da parede do intestino não fossem dobradas, a absorção de água e nutrientes seria eficiente? Explique.*

3.2.7 Construção dos órgãos para a montagem dos modelos.

Nesta aula, a docente passou as instruções para os alunos sobre a construção dos órgãos, que foram construídos em casa pelos estudantes. Então, em sala, os discentes foram divididos em 6 grupos por afinidade. Cada grupo foi responsável por construir um órgão, sendo que o grupo responsável por construir o fígado também foi encarregado de construir a vesícula biliar. Os grupos receberam um pacote de *biscuit* de 1kg, de cores variadas, e as orientações para construir os órgãos. Nas orientações a professora solicitou aos discentes que: realizassem revisão bibliográfica; atentasse para o tamanho real dos órgãos; observassem a forma e a especificidade de cada órgão; registrassem as etapas da construção dos órgãos; e por fim, fizessem um relatório que mostrasse, por meio de fotos ou vídeos, as etapas da construção dos órgãos. Além disso, foi solicitado aos estudantes que se comunicassem com os grupos, para que os órgãos construídos pudessem ser encaixados perfeitamente no momento da montagem dos modelos. Nesta aula também foi disponibilizado o número de telefone de *whatsapp* da professora para uma orientação particular para cada grupo.

3.2.8 Montagem dos modelos e apresentação dos trabalhos na feira de ciências.

A feira de ciências foi realizada na escola no dia 23 de novembro de 2019 em um sábado, das 8hs às 11h30min da manhã. A mesma contou com várias atividades tais como, palestras e apresentações de trabalhos. Os estudantes do segundo ano aproveitaram o momento para apresentar seus trabalhos para a comunidade. Antes de iniciar a feira, os alunos fizeram a montagem dos modelos, cada turma montou um modelo do sistema digestório, com os órgãos construídos pelos grupos, como ilustra a FIG.17. A FIG.18 apresenta uma etapa intermediária em que os alunos estão montando o sistema digestório. A FIG.19 apresenta o sistema digestório completamente montado para as turmas A e B respectivamente. Após a montagem, os discentes expuseram os modelos para os visitantes e apresentaram para a comunidade o que aprenderam sobre o sistema digestório durante a aplicação da sequência didática.



Figura 17. Alunas da turma A (a) e da turma B (b) preparando a base para montar o sistema digestório.



Figura 18. Estudantes da turma A (a) e da turma B (b) montando o modelo do sistema digestório.



Figura 19. Apresentação dos trabalhos na feira de ciências para a comunidade.

3.2.9 *Questionário final e sugestões para correção dos modelos.*

Ao final da sequência didática, os estudantes responderam o questionário final (Apêndice VIII) e fizeram sugestões para melhorar os modelos construídos. As turmas do 2º ano de 2019 não realizaram as correções dos modelos, porém os alunos sugeriram melhorias na etapa de modelização para as turmas futuras do 2º ano. Uma das sugestões dos discentes foi construir os modelos em sala de aula, para que os grupos possam interagir melhor e estabelecer uma relação de maior proximidade, de forma que um grupo ajude o outro para construir modelos mais reais. Além disso, os alunos sugeriram a utilização de outro material para construir a parte superior do corpo humano, para servir de base do sistema digestório. A ideia dos estudantes foi preparar o material e modelar a parte superior do corpo de um estudante para construir a base e em seguida encaixar os órgãos construídos pelos grupos na base.

O questionário final foi respondido por 54 alunos, o qual foi composto por seis questões, sendo a primeira questão dissertativa e idêntica à questão do questionário diagnóstico e as demais objetivas. O questionário final tem uma estrutura semelhante ao

questionário diagnóstico, as questões de número 2 ao número 6 do questionário final são diferentes, porém abordam assuntos semelhantes e um pouco mais complexos do que as questões de número 2 ao número 6 do questionário inicial. A segunda questão do questionário final requer que os estudantes identifiquem o órgão onde se inicia a digestão dos carboidratos. Já a terceira questão exige que os alunos conheçam o órgão em que ocorre a absorção dos aminoácidos. A quarta questão deseja que os discentes identifiquem a estrutura do intestino delgado, responsável pela absorção dos nutrientes. A quinta questão deseja que os estudantes façam uma relação das substâncias, carboidratos, proteínas e lipídios com os órgãos responsáveis pela sua digestão. Já a sexta questão solicita que os alunos reconheçam as funções dos órgãos que constituem o sistema digestório. Além disso, este questionário final possui uma folha adicional com uma questão de opinião, a qual solicita que os alunos escrevam uma carta a um amigo contando sobre a experiência que tiveram com as aulas não convencionais de biologia para estudar o conteúdo de sistema digestório. Na carta era necessário que os estudantes relatassem os pontos positivos e negativos da aula, além de relatar sobre sua aprendizagem com a metodologia utilizada. Com o texto dos estudantes da carta foram selecionadas as palavras que expressavam sentimento em relação a metodologia e construídas nuvens de palavras. E com base nas respostas dos estudantes, construiu-se o gráfico de desempenho dos estudantes no questionário final para a sequência didática do sistema digestório. Para calcular a média de acertos dos discentes nas questões utilizou-se a equação (1), já para calcular o desvio padrão, usou-se a equação (2). A FIG.20 é um registro dos estudantes respondendo o questionário final.



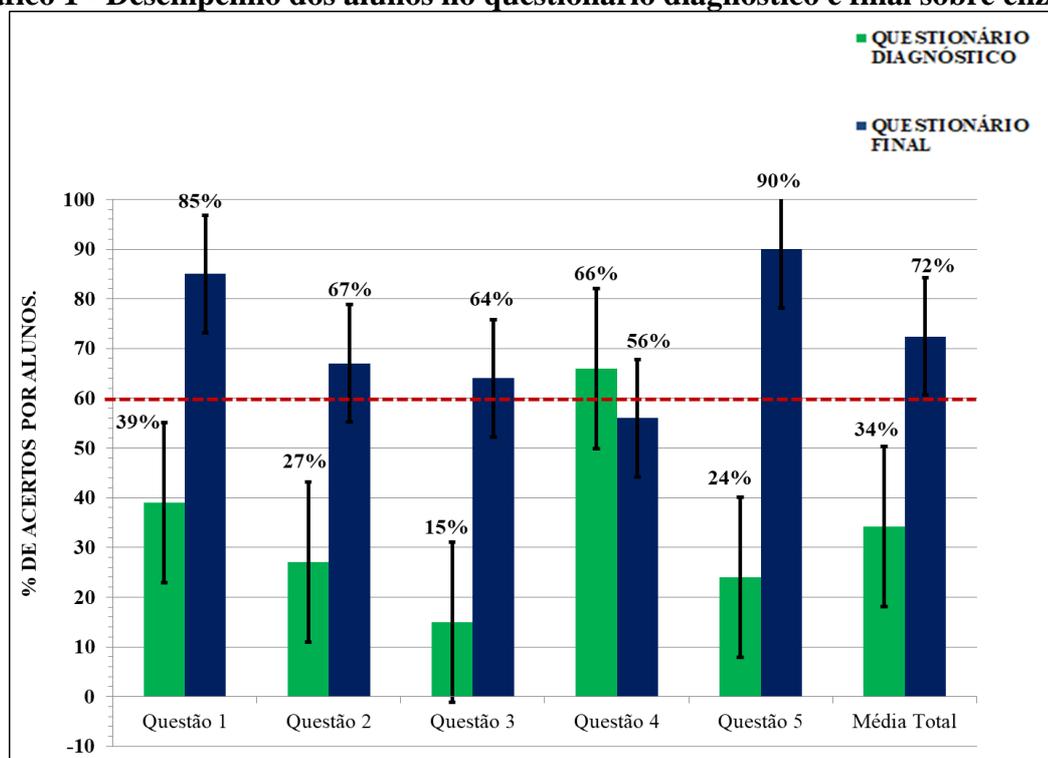
Figura 20. Estudantes respondendo o questionário final sobre o sistema digestório.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Seguindo a ordem cronológica de aplicação das atividades, inicialmente serão apresentados os resultados da atividade sobre enzimas e em seguida os resultados da aplicação da sequência didática de sistema digestório.

O gráfico 1, a seguir, mostra o resultado da porcentagem de acertos dos estudantes no trabalho de enzimas. Os resultados do questionário diagnóstico, respondido pelos estudantes antes da aplicação da sequência didática, estão representados pelas barras verdes do gráfico. E os dados do questionário final, respondidos pelos discentes após a aplicação da sequência didática, estão representados pelas barras azuis do gráfico.

Gráfico 1 - Desempenho dos alunos no questionário diagnóstico e final sobre enzimas.



A questão de número 1 avalia se os estudantes têm conhecimento que geralmente as enzimas são proteínas e possuem função catalítica. A 2ª questão pretende saber se os discentes entendem que existem fatores que influenciam na função das enzimas. Além disso, a questão também aborda a função catalítica dessas substâncias. A 3ª questão afere se os estudantes conhecem que as enzimas são específicas para cada substrato e é uma substância de natureza orgânica. A 4ª questão avalia se os estudantes conseguem interpretar um gráfico de velocidade enzimática versus temperatura abordando uma única enzima e envolvendo enzimas de duas espécies diferentes, a humana e a bacteriana. A 5ª questão consiste em uma

figura que avalia se os alunos conhecem o funcionamento de uma enzima sobre o substrato e faz um resumo para aferir se os discentes compreendem que as enzimas geralmente são proteínas, possuem função catalítica e podem sofrer desnaturação a partir de uma certa temperatura.

Analisando os resultados do questionário diagnóstico no gráfico 1, percebe-se que mais de 60% dos estudantes conseguiram interpretar no questionário inicial o gráfico da atividade enzimática versus a temperatura, isto é óbvio na porcentagem de acertos da questão de número 4. No entanto, nas outras questões o desempenho dos alunos não foi tão satisfatório e a porcentagem de acertos foi inferior a 60%. Ainda observando os resultados do questionário diagnóstico, percebe-se que 39% dos estudantes tinham conhecimento que a maioria das enzimas são proteínas, assunto abordado pela questão 1. A questão de número 2 mostra que somente 27% dos alunos sabiam que a temperatura interfere na ação enzimática. Já a questão de número 3 evidencia que apenas 15% dos discentes sabiam da função catalítica das enzimas. E por fim, 24% dos alunos compreendiam a ação das enzimas sobre o substrato, assunto abordado na questão 5.

Observando os resultados do questionário final no gráfico 1, verifica-se que o desempenho dos alunos no segundo questionário nas questões 1, 2, 3 e 5 foi superior a 60%. A porcentagem de acertos superior a 60% mostra que o desempenho dos alunos foi satisfatório após a aplicação da sequência didática da atividade sobre enzimas. Apenas na questão número 4, ao comparar a porcentagem de acertos dos alunos no questionário diagnóstico e final, percebe-se que houve um decréscimo na porcentagem de acertos, ao contrário das demais questões que ocorreu um aumento na porcentagem de acertos. Isso ocorreu devido a uma confusão dos estudantes ao interpretar o gráfico de atividade enzimática versus a temperatura, o qual apresentava a atividade enzimática de duas enzimas diferentes: humana e bacteriana. Os estudantes relataram que no momento de responder a questão ficaram em dúvida se o comportamento das enzimas bacterianas seria semelhante ao das enzimas humanas.

Ao analisar a porcentagem de acertos antes e após a aplicação da sequência didática, verifica que na questão de número 1 a porcentagem de acertos aumentou do questionário diagnóstico de 39% para 85% no questionário final, um aumento de 46% dos estudantes que acertaram a questão. Isso significa que estes alunos conseguiram compreender que as enzimas são geralmente proteínas e possui uma função catalítica. Na questão número 2, a porcentagem de acertos passou de 27% no questionário inicial para 67% no questionário final, ou seja, um aumento de 40% dos alunos que entenderam que a temperatura interfere na ação enzimática.

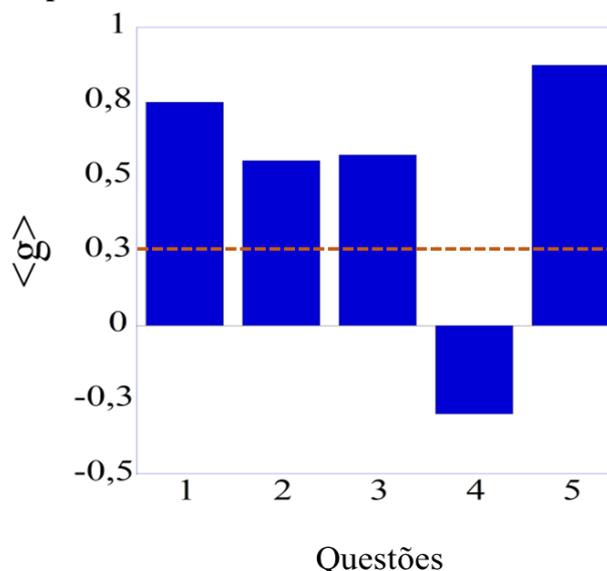
Nos resultados da questão número 3, a porcentagem de acertos passou de 15% no questionário diagnóstico para 64% no questionário final, um aumento de 49%. O aumento na porcentagem de acertos mostra que os discentes compreenderam a especificidade das enzimas. Na questão número 4, houve uma redução no desempenho dos estudantes, de 66% de acertos do questionário diagnóstico passou para 56% no questionário final, ou seja, uma diminuição na quantidade de acertos de 10%. O resultado desta questão evidencia a dificuldade dos estudantes em construir e interpretar gráficos. Nesse sentido, Lima e Selva (2013), ao realizarem um trabalho de construção e interpretação de gráficos com alunos de escolas públicas da cidade do Recife, também verificaram que os estudantes encontraram grandes dificuldades para interpretar e construir gráficos. As autoras sugerem que o ensino da matemática seja contextualizado para que os discentes possam alcançar as habilidades exigidas nos currículos da educação básica. De acordo com os documentos, espera-se que os alunos sejam capazes de coletar, organizar e analisar informações. Além de se tornarem aptos para criar e interpretar gráficos e tabelas. O resultado da questão também corrobora com o trabalho de Junior e Walichinski (2013), os autores consideraram necessário promover mais atividades de leitura e interpretação de gráficos, ao constataram que os discentes da rede pública estadual do município de Ponta Grossa no Paraná, tiveram dificuldades em interpretar os gráficos propostos nas atividades. E por fim, a questão número 5, a que teve maior número de acertos pelos educandos, de 24% do questionário diagnóstico subiu para 90% no questionário final, um aumento de 66%. Este dado mostra que a maioria dos alunos conseguiu compreender que as enzimas são proteínas que catalisam as reações químicas nas células e sofrem desnaturação pela variação da temperatura.

Para avaliar de maneira quantitativa os tópicos que os discentes conseguiram progredir, calculou-se o ganho porcentual normalizado, $\langle g \rangle$, proposto por Hake (1988). Ele utiliza a equação 3 para estimar o quanto os estudantes progrediram em relação a um determinado tópico. O ganho porcentual normalizado é dado em função da diferença entre a porcentagem de acertos após a aplicação da sequência didática, (% pós-teste), e da porcentagem de acertos antes da aplicação da atividade, (% pré-teste), dividido por 100 menos a porcentagem de acertos do pré-teste, como representa a equação (3),

$$\langle g \rangle = \frac{(\% \text{ pós-teste}) - (\% \text{ pré-teste})}{100 - (\% \text{ pré-teste})} \quad (3)$$

Segundo Hake (1988), o ganho porcentual normalizado é considerado alto se $\langle g \rangle \geq 0,7$, o ganho médio é dado no intervalo, $0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$ e o ganho é baixo para $\langle g \rangle < 0,3$. A partir da equação de ganho porcentual normalizado foi possível construir o gráfico 2, o qual ilustra o ganho porcentual normalizado da atividade de enzimas nas cinco questões respondidas pelos estudantes.

Gráfico 2 - Ganho porcentual normalizado da atividade de enzimas.



Analisando o gráfico 2, verifica-se que os alunos tiveram um ganho porcentual normalizado alto ($\langle g \rangle \geq 0,7$) para as questões 1 e 5, que envolvem o tipo de substância em que as enzimas estão inseridas, sua função catalítica e a desnaturação destas substâncias por uma certa temperatura. Observa-se que os estudantes alcançaram um ganho normalizado médio ($0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$) para as questões 2 e 3, que abordam a especificidade das enzimas em seus sítios de ação e a capacidade das enzimas em acelerar as reações químicas. E obtiveram um ganho normalizado baixo ($\langle g \rangle < 0,3$) para a questão 4, que envolve a interpretação de gráficos de velocidade da reação enzimática em função da temperatura. Com isso pode-se perceber que a atividade aplicada sobre enzimas foi relevante para os estudantes compreenderem que geralmente as enzimas são proteínas, que as enzimas são substâncias orgânicas e específicas para cada substrato, que a temperatura interfere diretamente na velocidade das reações enzimáticas e que elas podem ser desnaturadas e perderem sua função catalítica. Por outro lado, a atividade mostrou-se ineficaz para os discentes interpretarem gráficos de velocidade de reação enzimática em função da temperatura quando envolve enzimas de espécies diferentes, como no caso da questão que envolvia enzimas humanas e bacterianas.

Na atividade de enzimas, constatou-se um envolvimento maior dos discentes na aula prática. Conforme Souza e Santos (2019), apesar das dificuldades enfrentadas pelos docentes, como, a falta de preparação do professor para conduzir uma aula prática, a falta de material e a ausência de laboratório, a aula prática representa um ponto crucial no processo de ensino-aprendizado na disciplina de biologia. Mesmo com as dificuldades enfrentadas, ainda assim é possível realizar atividades práticas nas aulas de biologia. A atividade prática se mostrou promissoras no processo de ensino aprendizagem por estimular o estudante a observar, a questionar, a investigar e a testar. Contribuindo com o trabalho de Souza e Santos (2019), a aula prática realizada neste trabalho foi um facilitador no processo de ensino-aprendizagem. Observou-se que os estudantes estavam entusiasmados para manipular as atividades práticas, participaram das atividades propostas, questionaram e tiveram um bom envolvimento na busca de respostas das perguntas realizadas. O engajamento dos alunos foi notório após a retirada dos tubos de ensaio da geladeira com a gelatina e o homogenato de frutas. Ao analisar os resultados os estudantes observaram que no primeiro tubo contendo gelatina e água ocorreu a solidificação da solução, enquanto nos outros frascos que continham gelatina e homogenato de frutas (gelatina + homogenato de laranja, gelatina + homogenato de mamão verde e gelatina + homogenato de abacaxi) a solidificação não ocorreu. Então a professora solicitou aos estudantes que observassem o resultado e dessem uma explicação para o ocorrido. E os discentes discutiram por algum tempo e, em seguida, uma aluna deu uma explicação para o resultado: *“somente o tubo de ensaio com gelatina e água solidificou, porque nos outros frascos com os extratos de frutas possuem algo que impede a solidificação da gelatina nestes tubos”*. Alguns estudantes aceitaram a resposta da colega e outros refutaram. Então, a professora questionou a estudante o que estava presente ali nos homogenato de frutas que impediam a solidificação da gelatina. Com ajuda de outro colega e com base na discussão em sala de aula a discente conseguiu responder que: *“as enzimas presentes nos extratos de frutas fez a degradação da gelatina e assim impediu a solidificação da proteína”*. Ao concluir a análise a aluna esclareceu para os colegas os resultados da atividade.

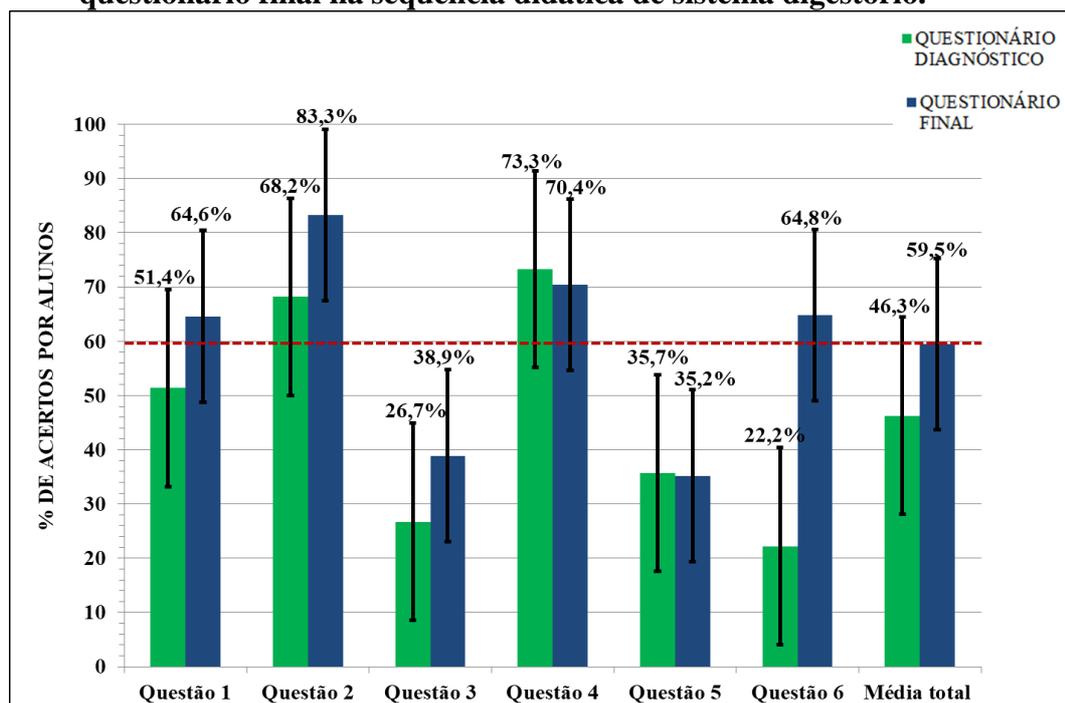
Após a conclusão da aluna a docente indagou os outros discentes, o que achavam da resposta da colega e a maioria concordou com o raciocínio da aluna, porém alguns discordaram e ocorreu um pequeno debate até chegarem a mesma conclusão. Percebe-se que a atividade prática estimulou o raciocínio, promoveu o debate entre os estudantes e despertou a participação. O empenho dos estudantes verificada nesta atividade corrobora com os trabalhos de Zômpero e Laburú (2011), segundo os autores as atividades investigativas “possibilita o

aprimoramento do raciocínio e das habilidades cognitivas dos alunos, e também a cooperação entre eles”. A cooperação citada pelos autores foi identificada no momento em que os estudantes, que inferiram a conclusão da atividade prática, preocuparam em esclarecer aos colegas o raciocínio desenvolvido por eles para que os outros discentes compreendessem a atividade. Constatou-se que não houve uma concorrência ou uma disputa entre os estudantes de quem compreendia melhor o conteúdo. Ocorreu um compartilhamento de informações e uma preocupação entre os pares para que os colegas compreendessem o conceito trabalhado.

Durante o desenvolvimento deste trabalho não encontramos na literatura estudos sobre a ação não proteolítica das enzimas presentes no homogenato de laranja, tendo em vista que a mistura (gelatina + homogenato de laranja) não solidificou. Porém não podemos descartar a possibilidade de ocorrer a solidificação da mistura, uma vez que a variável pH não foi monitorada nesta pesquisa.

Segue a apresentação dos resultados da sequência didática sobre o sistema digestório, como ilustra o gráfico 3. Ele mostra a porcentagem de acertos versus o número de questões para as duas turmas. Os resultados do questionário diagnóstico, respondido pelos estudantes antes da aplicação da sequência didática, estão representados pelas barras verdes do gráfico. E os dados do questionário final, respondidos pelos discentes após a aplicação da sequência didática, estão representados pelas barras azuis do gráfico.

Gráfico 3 - Desempenho dos alunos no questionário diagnóstico e no questionário final na sequência didática de sistema digestório.



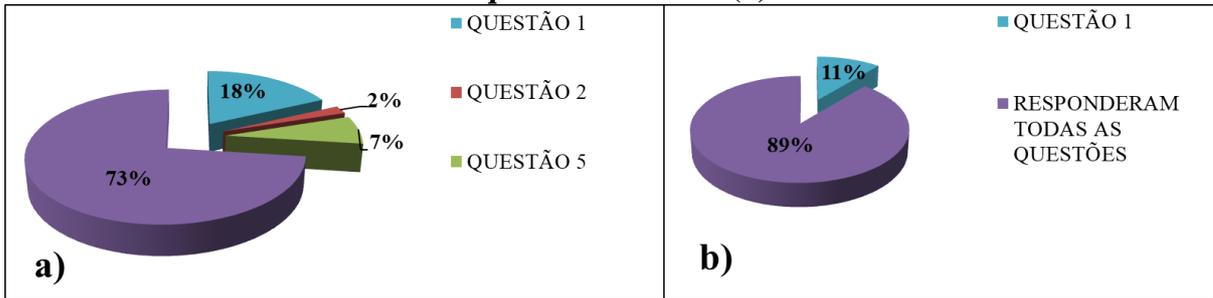
A 1ª questão do questionário diagnóstico avalia o conhecimento dos estudantes a respeito da função do sistema digestório. Já a 2ª questão afere se os discentes entendem que a boca é a estrutura na qual inicia a digestão. A 3ª questão certifica se os alunos conhecem o órgão responsável pela absorção dos nutrientes. A 4ª questão verifica se os estudantes entendem o que acontece com os alimentos ingeridos na alimentação. Já a 5ª questão investiga se os discentes têm conhecimento dos produtos gerados com a digestão dos carboidratos (glicose), proteínas (aminoácidos) e lipídios (ácidos graxos). A 6ª questão averigua se os estudantes compreendem o caminho percorrido pelo alimento durante a digestão. No questionário final a 1ª questão é idêntica ao questionário diagnóstico e avalia se os alunos entenderam a função do sistema digestório. A 2ª questão examina se os estudantes compreenderam que a digestão dos carboidratos inicia na boca. É uma questão bem semelhante a 2ª questão do questionário diagnóstico que indagava sobre a estrutura na qual inicia a digestão dos alimentos em geral. A 3ª questão do questionário final verifica se os discentes entenderam que a absorção dos aminoácidos ocorre no intestino delgado assim como a absorção da maioria dos nutrientes adquiridos na alimentação. A 4ª questão contém duas imagens, a imagem A corresponde a estrutura do intestino delgado e a imagem B corresponde às vilosidades do órgão. A questão examina se os discentes entenderam o processo de absorção no intestino delgado e compreenderam que o órgão possui as vilosidades, estruturas responsáveis pela eficiência na absorção dos nutrientes. A 5ª questão analisa se os alunos conseguem fazer uma associação das principais substâncias ingeridas na alimentação (carboidratos, proteínas e lipídios) com o órgão no qual são digeridas. Já a 6ª questão afere se os estudantes compreenderam a função de cada órgão do sistema digestório durante a digestão.

O percentual de acertos da questão 1 pelos estudantes passou de 51,4% para 64,6%, um aumento de 13,2%. As demais questões (de 2 a 6) são diferentes, sendo as perguntas do questionário final mais complexas do que as perguntas do questionário diagnóstico. Observando a questão de número 2, do questionário diagnóstico e do questionário final, nota-se que o percentual de acertos pelos estudantes aumentou de 68,2% para 83,3%, um aumento de 15,1%. No questionário diagnóstico a pergunta requer que os discentes reconheçam a boca como estrutura onde se inicia a digestão, e no questionário final solicita que os estudantes identifiquem o órgão onde se inicia a digestão dos carboidratos. Examinando a questão de número 3, dos questionários diagnóstico e final, percebe-se um pequeno aumento no percentual de acertos de 26,7% para 38,9%, um aumento de 12,2%. No questionário inicial a questão solicita que os alunos identifiquem o órgão que faz a absorção dos nutrientes, após a

digestão, e no questionário final, exige que os alunos reconheçam o órgão onde ocorre a absorção dos aminoácidos. A questão de número 4 propõe no primeiro questionário que os discentes reconheçam que nem todos os nutrientes são absorvidos pelo organismo e a parte não absorvida é eliminada pelas fezes. E no questionário final, deseja por meio de uma figura das vilosidades do intestino delgado, que os discentes identifiquem a estrutura do órgão, responsável pela absorção dos nutrientes. Nesta questão houve uma diminuição no percentual de acertos, de 73,3% para 70,4%, uma redução de 2,9%. Analisando a questão de número 5, a qual no questionário diagnóstico requer que os estudantes identifiquem os produtos da digestão das principais substâncias: carboidratos, lipídios e proteínas. E no questionário final, solicita que os estudantes relacionem as substâncias com os órgãos responsáveis pelo o início da digestão dos carboidratos, proteínas e lipídios. Percebe-se que não houve uma alteração relevante na porcentagem de acertos, de 35,7% passou 35,2%, uma redução de 0,5%. E por fim, observando a pergunta número 6, nos questionários diagnóstico e final verifica-se que ocorreu um aumento na porcentagem de acertos de 22,2% para 64,8%, aumento de 42,6%. No questionário diagnóstico a questão requer que os discentes reconheçam os órgãos que fazem parte do sistema digestório e o caminho percorrido pelo alimento durante o processo digestivo, enquanto no questionário final, exige que os alunos reconheçam a função dos órgãos que constitui o sistema digestório.

O gráfico 4, tem como finalidade mostrar que após a aplicação da sequência didática os estudantes estavam mais confiantes para responder o questionário e por isso deixaram menos questões em branco. O gráfico 4(a) mostra a porcentagem de alunos, que não responderam as questões 1, 2 e 5 do questionário diagnóstico. A questão 1 aborda a função do sistema digestório. Enquanto a questão 2 questiona sobre o órgão no qual inicia a digestão dos alimentos. E a questão 5 perguntava os alunos sobre os produtos gerados com a digestão dos carboidratos (glicose), proteínas (aminoácidos) e lipídios (ácidos graxos). Já o gráfico 4(b) mostra a porcentagem de alunos que não responderam o questionário final. Neste caso eles deixaram somente a primeira questão em branco, a qual perguntava sobre a função do sistema digestório.

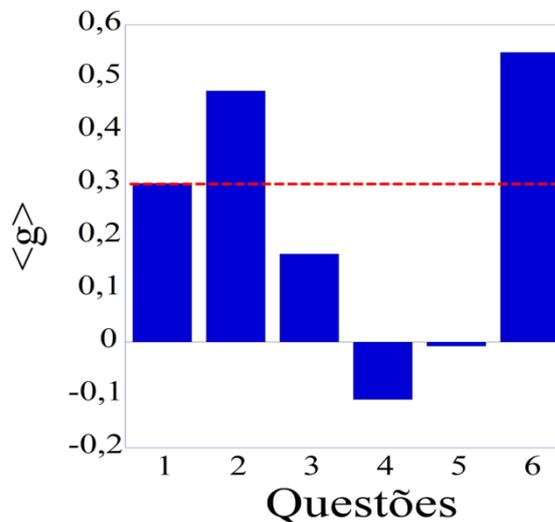
Gráfico 4 - Questões não respondidas pelos estudantes no questionário diagnóstico (a) e no questionário final (b).



Examinando o gráfico 4(a), observa-se que 18% dos estudantes não responderam à questão de número 1 do questionário diagnóstico, 2% dos estudantes deixaram em branco a número 2 e 7% não responderam à pergunta de número 5. Por outro lado, ao analisar o gráfico 4(b), percebe-se que o percentual de alunos que deixaram as questões em branco diminuiu significativamente, somente na questão de número 1 que ainda 11% dos discentes continuaram não respondendo.

Para a atividade de sistema digestório também foi calculado o ganho percentual normalizado de Hake (1988) com intuito de avaliar de maneira quantitativa o desempenho dos discentes no desenvolvimento da atividade. Conforme mencionado anteriormente o ganho percentual normalizado é considerado alto se $\langle g \rangle \geq 0,7$, o ganho médio é dado no intervalo, $0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$ e o ganho é baixo para $\langle g \rangle < 0,3$ (HAKE, 1988). O gráfico 5 mostra o ganho percentual normalizado para a sequência didática de sistema digestório, ele apresenta o desempenho dos alunos obtido na atividade.

Gráfico 5 - Ganho percentual normalizado na atividade de sistema digestório.



Ao observar o gráfico 5 verifica-se que houve um ganho porcentual normalizado médio ($0,3 \leq \langle g \rangle < 0,7$) para as questões de número 1, 2 e 6. A primeira questão aborda a função do sistema digestório. A segunda questão compreendia identificar o órgão do sistema digestório onde se inicia a digestão dos alimentos em geral e dos carboidratos e a sexta questão aborda o caminho percorrido pelo alimento no tubo digestório e a função dos órgãos que compõem o sistema digestório. Já para as demais questões o ganho porcentual normalizado foi baixo ($\langle g \rangle < 0,3$), estas questões envolviam indicar a estrutura do sistema digestório onde ocorre a absorção dos nutrientes, além de reconhecer as vilosidades como estruturas do intestino delgado responsável pela absorção dos nutrientes. E ainda, compreender que as substâncias, carboidratos, proteínas e lipídios vão ser degradadas e este processo irá gerar os produtos: glicose, aminoácidos e ácidos graxos, respectivamente. A aprendizagem pode ser considerada significativa se o ganho porcentual normalizado é médio ou alto. Os resultados sugerem que os estudantes tiveram um bom desempenho nos tópicos que abordam as questões de número 1, 2 e 6, no entanto para as demais questões, segundo o ganho porcentual normalizado de Hake, o desempenho foi baixo. Os resultados obtidos para o ganho porcentual normalizado indicam que a sequência didática foi relevante para os discentes compreenderem as funções do sistema digestório, entenderem a digestão dos carboidratos, o local onde o processo da digestão se inicia e a função das estruturas que compõem o sistema. Além disso, ao longo da aplicação da sequência didática foi perceptível que os discentes compreenderam qual é o caminho percorrido pelo alimento durante o processo da digestão. Por outro lado, a sequência didática segundo o ganho porcentual normalizado, não se mostrou eficaz para os estudantes entenderem os tópicos que são abordados pelas questões de número 3, 4 e 5. A questão de número 3, indagava os discentes da absorção dos aminoácidos e a questão de número 4 perguntava da absorção dos nutrientes nas vilosidades do intestino delgado. Os resultados constataam que a sequência didática não contribuiu para os discentes compreenderem que a absorção dos nutrientes ocorre no intestino delgado. Os discentes entendem que o alimento vai ser digerido e que os produtos desta digestão vão ser absorvidos pelo corpo, mas não ficou claro para os estudantes que as vilosidades são as estrutura responsáveis por esta absorção. Talvez fosse necessário mostrar para os discentes lâminas histológicas ou imagens do intestino delgado contendo as vilosidades para eles entenderem melhor este assunto. Além disso, a sequência didática também não foi satisfatória para os alunos assimilarem os nomes dos produtos (glicose, aminoácidos e ácidos graxos) formados com a degradação dos carboidratos, proteínas e lipídios, respectivamente, e fazer a associação com os órgãos nos quais iniciam a digestão das

substâncias mencionadas anteriormente. Isso, talvez tenha ocorrido devido a generalização dos termos utilizados durante as aulas, nutrientes ou produtos da digestão, ao invés de glicose, aminoácidos e ácidos graxos respectivamente.

E para fazer uma análise qualitativa dos resultados, foram construídas nuvem de palavras, a partir do texto de opinião anexado no questionário final dos estudantes. O texto foi escrito com base no seguinte enunciado: “*Escreva uma carta para um amigo contando sobre a aula de biologia que você teve sobre o sistema digestório, nesta carta conte ao seu amigo os pontos positivos e negativos da aula. Escreva sobre seu processo de aprendizagem, se você e seus colegas conseguiram aprender ou não com esse tipo de aula, conte também sobre sua participação na aula e o envolvimento da turma*”.

Conforme Prais e Rosa (2017), a nuvem de palavras é uma representação visual que expressa o valor e a frequência com que as palavras aparecem na fala ou em um texto do grupo com o qual se trabalha. Quanto maior a palavra maior foi sua frequência no texto e provavelmente tem maior valor para o grupo. As nuvens foram criadas no programa *Wordle*, e buscou expressar a opinião dos discentes em relação à metodologia utilizada. A FIG.21 apresenta a nuvem de palavras construída com os textos dos 45 estudantes que responderam à questão de opinião. E na nuvem verifica-se que as palavras que aparecem com maior frequência são: *aprendemos, interessante, gostei, diferente, legal e participamos*.



Figura 21. Nuvem de palavras construída com os textos dos estudantes.

Observando a nuvem de palavras, percebe-se que algumas palavras apareceram maiores, estas foram mais frequentes nos textos dos alunos e provavelmente tiveram maior relevância para eles. Para fazer a contagem das palavras utilizou-se o programa de computador online, o *wordClouds* (www.wordclouds.com), que contabilizou as palavras ilustradas na tabela 1.

Tabela 1 - Frequência com que as palavras aparecem nos textos dos estudantes.

Palavras	Frequência
Aprendemos	24
Interessante	16
Gostei	08
Diferente/Legal/Participamos	05
Dinâmica/Divertida/Fácil/Interagimos	04
Apreendi	03
Incrível/Produtiva	02
Cativante/Criativa/Interativa	01

Ao analisar a nuvem de palavras pode-se inferir que, na concepção dos discentes, a metodologia utilizada contribuiu para o processo de ensino-aprendizagem. Os estudantes acreditam que conseguiram compreender melhor o conteúdo com a metodologia utilizada. E pressupõem que o recurso facilitou a aprendizagem do conteúdo, além de ter sido uma forma interessante e diferente de se aprender. Como exemplifica a fala de alguns discentes a seguir:

E1: *“A aula prática foi divertida, pois aprendemos muito, tivemos uma visão mais ampla sobre a digestão dos alimentos (sic)”*.

E2: *“(…) o modo como a professora explicou a matéria sobre o sistema digestório foi bem interessante, aulas práticas e slides, discutir sobre a matéria é muito melhor do que escrever no caderno (sic)”*.

E3: *“(…) conseguimos absorver bastante da matéria, pois as aulas mais dinâmicas são mais legais e fáceis de aprender (sic)”*.

E4: *“(…) sempre achei interessante conhecer sobre nosso corpo e como ele funciona, até que foi fácil saber por que a professora desenhou no quadro, trouxe imagem e por isso facilitou bastante (sic)”*.

E5: *“(…) com esse tipo de aula eu aprendi as coisas bem rápido e memorizei por bastante tempo. Eu percebi que com essa aula a turma interagiu mais e eu conseguir ter mais interesse (….) (sic)”*.

E6: *“Eu gostei muito da aula prática que tivemos é muito melhor do que copiar no caderno”*.
“(…) Com as aulas práticas eu acho mais fácil de aprender (sic)”.

As falas dos estudantes acima quando eles salientam que conseguiram aprender de diversas maneiras: observando os desenhos do sistema digestório (E4: *“(…) até que foi fácil saber por que a professora desenhou no quadro, trouxe imagem e por isso facilito (sic)”*);

interagindo com os colegas (E5: “(...) *Eu percebi que com essa aula a turma interagiu mais e eu conseguir ter mais interesse (...) (sic)*”) e realizando as aulas práticas (E6: “(...) *Com as aulas práticas eu acho mais fácil de aprender (sic)*”). Os relatos colaboram com o trabalho de Barbosa e Moura (2013), pois conforme os autores quando os discentes desenvolvem a habilidade de ouvir; ver; perguntar; discutir; produzir algo e ensinar torna-se mais fácil a aprendizagem por meio de uma atividade investigativa.

Ao analisar a fala do E4 verifica que o discente também destaca a imagem como facilitadora no processo de ensino aprendizagem. O relato do aluno colabora com o trabalho de Gouvêa, Piccinini e Martins (2005), as autoras ao realizarem um trabalho com estudantes da rede pública, observaram que as imagens desempenharam um papel fundamental na formação e conceituação do pensamento científico. Visto que as imagens são mais fáceis de serem lembradas do que as outras as formas de comunicação. Conforme Laia e Vasconcelos (2016), as imagens são um veículo de comunicação do campo sensorial visual. E elas são instigadoras, informativas e sensibilizadoras, por isso, possuem grande potencial na construção do conhecimento. As autoras observaram que apesar de serem pouco utilizadas pelos professores de ciências, as imagens mostraram promissoras no processo de aprendizagem, corroborando com a fala do estudante deste trabalho.

Ao longo da aplicação das sequências didáticas observou-se que o engajamento dos estudantes foi maior nas discussões em sala de aula e durante as atividades práticas. Nas discussões, que ocorreram após a realização da revisão bibliográfica, observou-se que os alunos estavam confiantes para responderem aos questionamentos e para realizarem suas perguntas. Este resultado corrobora com o trabalho de Cruz e et al (2018), que utilizou a discussão em sala, para trabalhar o conteúdo de urocordados, com alunos do ensino médio. Os autores observaram que a metodologia se mostrou eficaz no processo de ensino aprendizagem e verificaram por meio de questionário que os estudantes compreenderem o conteúdo trabalhado. Para os autores, a metodologia demonstrou eficácia por ser estimuladora, dinâmica e por promover a interação entre os estudantes. Além disso, as nuvens de palavras criadas com os textos dos estudantes, na qual a palavra que aparece com maior frequência é aprendemos, também corrobora para a eficácia da metodologia utilizada. No presente trabalho, também se identificou que houve uma grande interação entre os estudantes e entre estudante e professor. Ao longo da aplicação da sequência didática foi perceptível o envolvimento dos estudantes, eles precisavam ficar atentos aos questionamentos e compreender o conteúdo para participar da discussão. E assim como no trabalho de Cruz e et al (2018), percebeu-se que os alunos estavam motivados e empenhados em responder as

perguntas realizadas. Além disso, os estudantes também relataram ter gostado da metodologia, pois assim conseguiram compreender melhor o conteúdo e solicitaram mais aulas interativas. A seguir alguns relatos dos estudantes:

E1: “Consegui compreender a matéria dada e espero que tenha mais aulas deste tipo”.

E2: “(...) foi bem interessante, porque aprendemos com mais participação na aula, além de serem mais divertidas (sic). Dar para aprender bem mais do que nas aulas teóricas (sic)”.

E3: “Na aula de biologia tivemos uma aula aonde conseguimos entender mais, por ser mais falada aonde podemos responder e participar mais (sic)”.

E4: “(...) conseguimos absorver bastante da matéria, pois as aulas mais dinâmicas são mais legais e fáceis de aprender (sic)”.

E5: “Aula diferente e com a participação de todos (sic)”

Com as narrativas dos discentes, verifica-se que a aprendizagem foi colaborativa, ou seja, com a interação e o compartilhamento de informações entre os alunos. Isso é identificando nos relatos dos estudantes: *E2 “(...) foi bem interessante, porque aprendemos com mais participação na aula (...)”*; *E3 “(...) conseguimos entender mais, por ser mais falada aonde podemos responder e participar mais (sic)”* e *E5 “Aula diferente e com a participação de todos (sic)”*. Segundo Moran (2015), na aprendizagem colaborativa o indivíduo aprende com os semelhantes, seja compartilhando informações com os colegas ou produzindo algo em grupo. Conforme o referido autor, na aprendizagem colaborativa o discente pode ser levado a compreender um conteúdo, que talvez sozinho, não conseguisse desenvolver habilidades cognitivas para entender. Além das discussões em sala, outro exemplo de aprendizagem colaborativa durante o desenvolvimento do trabalho foi a construção dos órgãos e a elaboração do relatório pelos estudantes, como ilustra a figura a 22 seguinte.

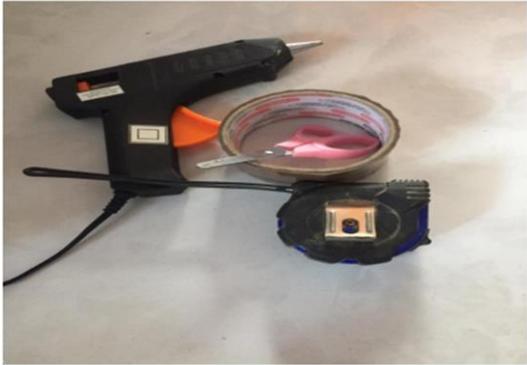
<p>ESCOLA ESTADUAL MARGARIDA DE MELO PRADO</p> <p>TRABALHO DE BIOLOGIA INTESTINO DELGADO</p> <p>NOMES: _____ TURMA: 201</p> <p>BELO HORIZONTE 2019</p>	<p>PASSO 1:</p>  <p>Separamos os materiais para a construção do trabalho.</p> <p>PASSO 2:</p>  <p>Pegamos o jornal, amassamos para dar formato e passamos durex por cima; porém vimos que esta alternativa não daria certo.</p>
 <p>Cada integrante do grupo pegou um pedaço do biscoit, colocou um pouco de creme sem silicone e amassou por cerca de 10 minutos para não rachar ao secar.</p>	<p>PASSO 4:</p> 
 <p>A partir daí começamos a fazer a montagem do órgão, colando com cola branca.</p>	<p>PASSO 5:</p>  <p>Assim finalizamos o trabalho.</p>

Figura 22. Relatório elaborado pelos estudantes para mostrar a construção do intestino delgado.

Além das discussões, as aulas práticas também representaram um momento importante no processo de ensino-aprendizagem dos alunos. Neste trabalho as atividades práticas foram bem aceita pelos discentes que salientaram interesse pela aula por ter sido dinâmica e relevante para a aprendizagem. Como exemplifica os relatos a seguir:

E1: “o processo de aprendizagem com aulas práticas é muito mais avançado (sic)”.

E2: “Eu gostei muito da aula prática que tivemos é muito melhor do que copiar no caderno (sic)”. (...) com as aulas práticas eu acho mais fácil de aprender (sic)”.

E3: “(...) gosto muito das aulas práticas e gostaria de mais aulas como essas (sic)”.

E4: “Foi uma das matérias que mais entendi. Na aula prática aprendi bastante e a turma foi sempre participativa (sic)”.

E5: “As aulas que venho tendo nestes últimos bimestres estão despertando um interesse maior, pois estão sendo mais dinâmicas e práticas (sic)”.

Com os relatos dos alunos sobre a aula prática, observa-se que a atividade contribuiu com a aprendizagem deles. Como mostra as narrativas a seguir: *E1 “o processo de aprendizagem com aulas práticas é muito mais avançado (sic)”*; *E2 “(...) com as aulas práticas eu acho mais fácil de aprender (sic)”* e *E5 “Na aula prática aprendi bastante e a turma foi sempre participativa (sic)”*. A percepção dos discentes colabora com os trabalhos de Leite, Vaz e Silva (2005) que ao realizarem uma atividade prática com alunos do EJA, as autoras concluíram que é uma ferramenta que desperta o interesse dos alunos em aprender por ser motivadora. Nesse sentido, Interaminense (2019), ao efetuar um trabalho de revisão bibliográfica sobre aulas práticas também verificou que a atividade torna o conteúdo teórico mais atraente e motivador para os estudantes. Neste trabalho constatou-se que realmente os discentes estavam envolvidos na atividade prática e mostraram muito interesse em realizar os experimentos e em buscar soluções para os questionamentos realizados. Um exemplo disto foi observado no último experimento da aula prática. Após analisarem os resultados do experimento, os estudantes relataram que o béquer que continha o papel filtro dobrado ficou com uma quantidade de água menor do que o outro béquer com o papel filtro liso. O experimento foi realizado mais de uma vez pelos estudantes, sempre tomando o cuidado de deixar a mesma quantidade de água nos dois béqueres, e o resultado observado foi sempre o mesmo pelos alunos. Neste experimento verificou que os discentes conseguiram responder corretamente aos questionamentos realizados, mostrando que compreenderam alguns conceitos biológicos trabalhados.

Os relatos dos alunos a seguir ilustram a percepção que eles tiveram da sequência didática, e como ela contribuiu para a aprendizagem:

E1: “(...) aulas super criativas, achei diferente (...) umas das melhores aulas de biologia, não pelo fato de não copiar, mais pelo fato das aulas práticas, dos vídeos, das conversas, acho que as aulas sendo assim nós aprendemos mais, também interagimos mais. Acho que deveria ter mais aulas práticas com dinâmicas”.

E2: “(...) aprendi como o sistema digestório funciona desde o começo (...) e como cada órgão funciona”.

E3: “Nós tivemos uma aula muito interessante desperto interesse em nós, o tempo passava e a gente nem via a aula acabar (sic)”.

E4: “A aula de sistema digestório foi a matéria que mais prestei atenção”.

E5: “Aula diferente e com a participação de todos (sic)”

E6: “Aulas assim despertam mais o interesse dos alunos”

E7: “Tenho gostado muito das aulas de biologia, aprendemos coisas novas de várias formas – com vídeos, aulas práticas e até mesmo montando o sistema digestório”.

E8: “(...) conseguimos adquirir com mais facilidade o conhecimento sobre o sistema digestório”.

Com o relato do estudante *E7*: “(...) aprendemos coisas novas de várias formas – com vídeos, aulas práticas e até mesmo montando o sistema digestório”, verifica-se que na concepção do estudante a modelização também foi relevante para a compreensão do conteúdo. A fala do discente corroboram com o trabalho de Duso e et al (2013) que também desenvolveu uma atividade de modelização com estudantes do segundo ano do ensino médio. Os autores mostram que, apesar de ser pouco utilizada nas aulas de biologia, a modelização demonstra eficácia no processo de ensino-aprendizagem. A atividade de modelização foi desenvolvida com o objetivo de construir com os alunos o tronco do corpo e os órgãos dos vários sistemas, como, digestório, respiratório, circulatório, excretor e endócrino. O tronco foi construído com gesso e os órgãos com materiais reciclados, após a construção do tronco e das estruturas os discentes encaixaram os órgãos no tronco e fizeram a conexão entre eles (Duso e et al, 2013). A modelização desenvolvida neste trabalho fez parte de uma sequência didática de cunho investigativo e se concentrou na construção dos órgãos que compõem o sistema digestório.

Após a aula prática, os estudantes foram estimulados a construírem as estruturas do sistema digestório e apresentá-los para a comunidade em uma feira de ciências. No momento de encaixar os órgãos e montar o sistema digestório, os discentes se depararam com algumas

dificuldades, como por exemplo, o fígado e a vesícula biliar construído pela turma A ficou grande. A textura errada, pois o esôfago construído pela turma A continha anéis semelhante a traquéia. Os órgãos planos, uma vez que o estômago, o intestino delgado e o intestino grosso construído pela turma B não possuíam as estruturas internas. E a falta de conexão entre o estômago e o intestino delgado no modelo construído pela turma B. Ao se deparar com os erros, os alunos discutiram entre si e decidiram as medidas a serem tomadas para realizar a montagem dos modelos. Na discussão, os discentes identificaram que não houve comunicação entre os grupos para construir os órgãos. Neste sentido, Carvalho (2013) alerta que um erro, quando identificado e corrigido pelo próprio aluno, pode ser mais eficaz no processo de ensino aprendizagem do que quando o discente segue o raciocínio do professor em detrimento do seu próprio raciocínio. Apesar de identificarem os erros, os estudantes consideraram que tenham realizado um bom trabalho, como exemplifica a fala de um estudante a seguir:

E1: “(...) aula super interessante pois tiveram coisas novas, aulas diferentes que prendeu muito a atenção dos alunos, e o interessante é o fato que a gente aprendeu o funcionamento do nosso corpo, do nosso organismo.(...) para falar a verdade eu nunca fiz um trabalho tão bem feito igual ele, pois gostei bastante desse trabalho foi algo novo para a gente (sic)”.

Com a fala do discente, verifica-se que as sequências didáticas foram uma novidade para os alunos que desenvolveram o trabalho e para a comunidade. Os modelos do sistema digestório desenvolvidos pelos alunos do segundo ano foram apresentados na feira de ciências da escola e chamaram bastante atenção de alguns pais, professores e alunos que visitavam a feira de ciências.

Uma descoberta interessante, certificada pelos discentes, consiste na surpresa de um pai ao descobrir que o ser humano possui somente um fígado, como mostra a fala a seguir: “*Puxa, achei que nós tínhamos dois fígados, é um só mesmo? Vocês têm certeza (sic)*”? E em outro relato uma mãe parabenizou os alunos pelo trabalho e confessou que desconhecia até então o funcionamento do sistema digestório, como ressalta a frase a seguir: “*Não sabia que o sistema digestório era assim, interessante viu*”. Estes relatos mostram que o trabalho transcendeu a sala de aula e de certa forma contribuiu tanto para a aprendizagem dos alunos, quanto para fornecer informações para a comunidade. Fernandes e Rocha (2017) destacam que as feiras de ciências são mediadoras no processo de ensino-aprendizagem para os alunos envolvidos e para a sociedade em geral. As feiras de ciências incentivam os estudantes a descobrir e apresentar fatos para a comunidade escolar de uma forma mais dinâmica e

facilitadora. E de acordo com Fernandes e Rocha (2017), é necessário que o professor estimule os alunos a mudarem de posição no processo de ensino-aprendizagem, de meros ouvintes passam a ter um papel de cientista, pois isso tornará o processo de aprendizagem mais agradável em relação às aulas tradicionais. E de fato foi possível constatar o entusiasmo dos discentes na feira de ciências quando estavam apresentando os modelos do sistema digestório. Os estudantes mostraram muita satisfação ao conseguirem sanar a dúvida de um pai sobre a existência de um único fígado no corpo humano, enquanto o senhor achava que existiam dois fígados. No momento, os discentes relataram para o pai que o organismo possui dois rins e que ele podia ter se confundido, confirmaram que o corpo possui somente um fígado e dois rins mostrando-o uma imagem da anatomia do corpo humano.

Com os relatos dos estudantes e observando a participação deles durante o desenvolvimento das sequências didáticas verificou-se que a metodologia se mostrou propícia no processo de ensino-aprendizagem. Os discentes foram realmente participativos, desenvolveram a criticidade, mostraram interesse pelo conteúdo e realizaram várias perguntas. Além disso, exprimiram entusiasmo ao executarem as atividades propostas. A atividade colocou os alunos em uma posição de protagonistas e estimulou-os a pensar, a investigar, a questionar e a resolver problemas. Ao longo da aplicação da sequência didática verificou-se que as atividades desenvolvidas aumentaram a autoestima dos alunos, além de envolverem todos eles nas aulas.

O desenvolvimento do trabalho também contribuiu para constatar que no momento que o estudante passa ser protagonista no seu processo de ensino-aprendizado ele se sente mais motivado e valorizado. Como mostra o relato deste discente: *“(...) tem sido cada vez mais fácil para mim, mesmo com a lentidão da minha mente entender a matéria. Pois todas as aulas ela se preocupa em trazer de forma dinâmica sua matéria. Eu chego a me sentir importante, pois sei como ela se esforça e se preocupa com cada aluno em particular (sic)”*.

4.1 Análise crítica aos modelos.

Apesar das sequências didáticas terem se mostrado promissoras no processo de ensino-aprendizagem, é necessário rever alguns tópicos para melhoria dos modelos morfológicos didáticos. O 1º item refere-se à problematização, diferentemente do que foi realizado no trabalho em que a professora levou a primeira problematização pronta para os estudantes. É interessante, que em um primeiro momento o docente exponha um tema para os discentes por meio de textos, gráficos ou vídeos e os estimule a realizarem a problematização.

Assim, os alunos ficarão livres para problematizar e poderão realizar questionamentos que sejam mais próximos da realidade deles e, dessa forma, possam sentir mais motivados em participar das aulas. O 2º tópico abrange a atividade prática de enzimas. Embora, os discentes tenham compreendido que as enzimas presentes nos homogenato de frutas realizam a degradação das proteínas, e por isso, algumas frutas auxiliam na digestão de determinados alimentos. Porém, dependendo da fruta que for escolhida pode acontecer das enzimas não degradarem a proteína, mas impedir a solitação da gelatina. Logo, outra maneira de realizar uma atividade prática para demonstrar a degradação das proteínas é dispor cubos de gelatina, já solidificada, em placa de petri e gotear a água e homogenato de frutas variados para os discentes observarem em quais cubos de gelatina ocorreram maior degradação da substância. O 3º tópico diz respeito ao segundo experimento da aula prática de sistema digestório. Ainda que os estudantes tenham compreendido que o esôfago recebe o alimento da faringe e o conduza para o esôfago, no experimento, os materiais utilizados não foram favoráveis a atividade prática, uma vez que, a bola de isopor é grande para simular o bolo alimentar e ela apresenta resistência ao deslizar pela meia calça o que na realidade não ocorre com o alimento no esôfago. Portanto, nesta atividade a bolinha de isopor pode ser substituída por uma bolinha de borracha menor e mais pesada de forma que o objeto deslize pela meia calça sem provocar nenhuma resistência. O 4º tópico refere-se ao último experimento da aula prática de sistema digestório. É importante inserir nos béqueres com água corantes para facilitar a visualização dos estudantes a absorção da água pelo papel filtro. O 5º item é a construção dos órgãos. Neste trabalho, não foi possível realizar a construção das estruturas em sala de aula com os alunos devido ao tempo, porém, percebe-se a necessidade de realizar essa etapa em conjunto, visto que, os estudantes possam trabalhar em grupos ajustando os tamanhos dos órgãos e assim construírem os modelos mais próximos da realidade. O último tópico é a montagem dos modelos e apresentação na feira de ciências. É interessante construir a parte superior do corpo para encaixar os órgãos, isso pode ser realizado moldando a parte superior de um estudante com o gesso como foi realizado em um trabalho de modelização de Duso e et al (2013). Assim, os alunos poderão entender adequadamente a anatomia dos órgãos do sistema digestório no corpo humano. Além disso, na apresentação dos modelos na feira de ciências é fundamental dispor próximo ao modelo a imagem da estrutura que foi construída, dessa maneira, a comunidade poderá compreender melhor o trabalho dos estudantes.

5 CONCLUSÕES

Os resultados apresentados neste trabalho sugerem que as sequências didáticas desenvolvidas tanto para o conteúdo de enzimas, quanto para o conteúdo do sistema digestório contribuíram significativamente para estimular os estudantes a pensar criticamente em determinados conceitos biológicos. Os resultados obtidos nos gráficos de ganho porcentual normalizado indicam em qual item podemos considerar que a aprendizagem foi significativa ou não. Além disso, por meio desses resultados ficou explícito que a sequência didática não foi suficiente para os alunos compreenderem tudo o que foi trabalhado sobre os temas de enzimas e sistema digestório. No entanto, considerando em linhas gerais a análise qualitativa e as nuvens de palavras é perceptível que os alunos compreenderam alguns dos conceitos biológicos que foram trabalhados. As atividades desenvolvidas ao longo da aplicação da sequência didática foram relevantes para estimular os discentes a pensar, a fazerem analogias, inferir resultados e fazerem análises, e em alguns momentos fazerem conclusões sobre determinados experimentos. As atividades desenvolvidas marcaram de certa forma os discentes das duas turmas, uma vez que, questionavam a professora se iria lecionar aulas iguais à “aula de enzimas”, esta era citada por ter sido a primeira atividade desenvolvida com os alunos. A sequência didática desenvolvida por meio do ensino por investigação foi importante para aumentar a autoestima dos estudantes. As atividades executadas ao longo das sequências didáticas propostas ajudaram os alunos a despertarem para o conhecimento científico, principalmente o conhecimento do corpo humano. Neste trabalho, verificou-se que as sequências didáticas de cunho investigativo propostas apontaram ser promissoras no processo de ensino-aprendizagem. Visto que, desenvolveram habilidades nos estudantes que as aulas convencionais não conseguiram atingir. Embora, as atividades desenvolvidas neste trabalho colocam o aluno como protagonista no processo de ensino-aprendizagem reconhece-se, que é necessário realizar mais aplicações da sequência didática e aprimorá-la para otimizar o processo de ensino-aprendizagem e levar para o discente o conhecimento científico. Neste trabalho foi constatado que houve uma grande interação e desempenho dos alunos. Observa-se que os alunos entenderam o funcionamento macroscópico do sistema digestório, porém, eles não conseguiram assimilar o funcionamento microscópico. Além disso, conclui-se com estas atividades, especialmente com a apresentação dos modelos na feira de ciências, que é possível desenvolver e divulgar trabalhos científicos na escola básica com uma linguagem acessível ao público que a frequenta.

6 PERSPECTIVAS FUTURAS

Inicialmente pretende-se fazer mais aplicações das sequências didáticas desenvolvidas e melhorar os modelos do sistema digestório construídos pelos estudantes até conseguir montar um modelo mais próximo do real. O objetivo é continuar com a modelização na escola e construir um modelo que integra os principais sistemas (sistema digestório, sistema respiratório, sistema circulatório, sistema urinário e sistema endócrino) abordados pela disciplina de biologia na educação básica. A construção dos modelos será necessária para os discentes compreenderem a interligação entre os sistemas, pois nota-se que eles não entendem a conexão que existe entre as diversas estruturas do corpo humano. E a construção dos modelos será baseada nas sequências didáticas com viés investigativo. As sequências didáticas desenvolvidas se mostraram pertinentes no processo de ensino-aprendizagem e para despertar nos alunos o interesse para o conhecimento da biologia. Além disso, planeja-se realizar um trabalho interdisciplinar com outras disciplinas, principalmente com a disciplina de educação física e com a química, que são disciplinas relevantes para a compreensão da biologia. Pretende-se também continuar com as apresentações dos trabalhos nas feiras de ciências, pois foram essenciais para fazer alguns esclarecimentos à comunidade escolar.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

AMABIS, J. M.; MARTHO, G. R. **Biologia dos organismos**. 3ª. ed. São Paulo: Moderna, v. 2, 2010. 353-661 p.

AZEVEDO, R. "A história da Educação no Brasil: uma longa jornada rumo à universalização". **Gazeta do Povo**, 2018. Disponível em: <<https://www.gazetadopovo.com.br/educacao/a-historia-da-educacao-no-brasil-uma-longa-jornada-rumo-a-universalizacao-84npcihyra8yzs2j8nnqn8d91/>>. Acesso em: 10 Mar. 2020.

BARBOSA, E. F.; MOURA, D. G. Metodologias ativas de aprendizagem na educação profissional e tecnológica., Rio de Janeiro, v. 39, n. 2, p. 48-67, maio/ago 2013.

BERBEL, N. A. N. A problematização e a aprendizagem baseada em problemas: diferentes termos ou diferentes caminhos? **Interface** , Londrina/ PR, fev 1998. 139-154.

BRASIL. Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio. **Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**, Brasília, DF, 1999. 14-21.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. **Portaria nº 1.570**, Brasília, DF, 12 Dez 2017.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP). **Ministério da Educação**, Brasília/DF, 2019.

BSCS Science Learning. **Transforming science education through research-driven innovation**. Disponível em: <<https://bscs.org/about/our-story/>>. Acesso em: 10 Fev 2019.

CAPECCHI, M. C. V. D. M. **Problematização no ensino de ciências**. 3ª. ed. São Paulo: Cengage, 2018. 21-39 p.

CARVALHO, A. M. P. D. **O Ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas**. 3ª. ed. São Paulo: Cengage, 2013. 01-20 p.

CHAER, G.; DINIZ, R. R. P.; RIBEIRO, E. A. A técnica do questionário na pesquisa educacional., Araxá, 7, 2011. 251-266.

CLEOPHAS, M. D. G. Ensino por investigação: concepções dos alunos de licenciatura em Ciências da Natureza acerca da importância de atividades investigativas em espaços não formais. **Linhas**, Florianópolis/SC, v. 17, n. 34, p. 266-298, mai/ago 2016. ISSN 1984-7238.

CREWS, T. R. Active learning across three dimensions: integrating classic learning theory with modern instructional technology. **International Journal of Learning Teaching and Educational Research**, Bowling Green, v. 16, n. 01, p. 72-83, Janeiro 2017.

CRUZ, K. F. D. M. et al. O uso do grupo de discussão como metodologia no ensino de biologia. **V Congresso Nacional de Educação**, Caxias/ MA, Set 2018.

DISCOVERY Channel. **Documentário completo da discovery sobre o sistema digestório humano.** Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=1atCXBmEAAE&feature=emb_logo>. Acesso em: 11 Fev. 2019.

DUSO, L. et al. Modelização: uma possibilidade didática no ensino de biologia. **Ensaio**, Belo Horizonte/MG, v. 15, n. 02, p. 29-44, maio-ago 2013.

FEIJÓ, L. M.; ANDRADE, V. A. D.; SILVA, R. C. Uma Viagem pelo Sistema Digestório: Uma proposta de análise do uso de oficina como Recurso didático-Pedagógico para Alunos do Ensino Superior. **X Congresso Internacional sobre Investigación en Didáctica de Las Ciencias**, Sevilla, p. 5-8, Septiembre 2017.

FERNANDES, E. Adaptação e equilíbrio. **Nova escola**, Abril 2011.

FERNANDES, D. C. G.; ROCHA, S. G. Feira de ciências: contribuição no ensino-aprendizagem dos alunos de ensino médio. **Anais IV CONEDU**, Campina Grande, 2017. ISSN 2358-8829. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/36965>>. Acesso em: 28 Jul. 2020.

FREITAS, A. H. Reflexões sobre a pesquisa acadêmica: revisão bibliográfica, vivência e conhecimento. **Palíndromo**, p. 74-82, jan/jun. 2016. Disponível em: <<http://www.revistas.udesc.br/index.php/palindromo/article/view/7990>>. Acesso em: 20 Mar. 2019.

GIL, A. C. Métodos e técnica de pesquisa social, São Paulo/SP, v. 6, p. 121-134, 2008.

GOMES, P. W. P. et al. O uso da modelagem representacional do sistema digestório e respiratório no ensino de ciências como ferramenta pedagógica: perspectiva para uma aprendizagem significativa no ensino fundamental. **Scientia Plena**, São Paulo/SP, v. 12, n. 6, 2016. Disponível em: <<https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/3095>>. Acesso em: 16 Mar. 2020.

GONZALES, F. G.; PALEARI, L. M. O ensino da digestão-nutrição na era das refeições rápidas e do culto ao corpo. **Ciência e Educação**, v. 12, n. 01, p. 13-24, 2006.

GOUVÊA, G.; PICCINI, C.; MARTINS, I. Aprendendo com Imagens. **Educação não-formal**, p. 38-40, 2005.

GUEDES, M. R. D. A. Ensino de Anatomia e Fisiologia do Sistema Digestório Humano Mediado por sala Ambiente, Volta Redonda, 2015.

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. **Tratado de fisiologia médica**. 6^a. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

HAKE, R. R. Interactive-engagement versus traditional methods: A six-thousand-studentsurvey of mechanics test data for introductory physics courses. **American Journal of Physics**, v. 66, n. 01, 1998.

INTERAMINENSE, B. D. K. S. A Importância das aulas práticas no ensino da Biologia: Uma Metodologia Interativa. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 45, p. 342-345, 2019.

JUNIOR , D. S.; WALICHINSKI , D. Leitura e interpretação de gráficos no Ensino Fundamental. **Dynamis**, Ponta Grossa – Paraná. , v. 19, n. 1, p. 17-29, julho 2013.

KAZAN, L. Funcionamento do Sistema Digestório. **Vídeo editado para o Evento "Desvelando a Ciência" para a divisão "O Corpo Humano"**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=li1BqYbtqpU>>. Acesso em: 10 Fev. 2019.

KRASILCHIK, M. **Biologia-ensino prático**. São Paulo/SP: Escrituras, 2009. 251-258 p.

LAIA, S.; VASCONCELOS, R. D. D. O poder das imagens didáticas na construção do saber no ensino de ciências, Planaltina/ DF, Junho 2016.

LEITE, A. C. S.; SILVA, P. A. B.; VAZ, A. C. R. A importância das aulas práticas para alunos jovens e adultos: uma abordagem investigativa sobre a percepção dos alunos do PROEF II. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 07, n. 03, p. 166-181, set-dez 2005.

LIMA, B.; SELVA, C. V. Jovens e Adultos Construindo e Interpretando Gráficos. **Bolema - Boletim de Educação Matemática**, Rio Claro - São Paulo, v. 27, n. 45, p. 233-253, Abril 2013.

MACHADO, H. S.; LOZI, R.; BIAGIOLI, N. Importância de modelos e modelizações no ensino de ciências naturais por investigação: análise de práticas em um liceu francês. **Anais IV CONEDU**, 2017. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/index.php/artigo/visualizar/37163>>. Acesso em: 16 Mar. 2020.

MARISTAS, C. Como funciona o aparelho digestivo - experimento. **Colégio da Rede Maristas**. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=fPDpcGq-PIA>>. Acesso em: 03 Março 2019.

MARTINS, C. M. D. C. et al. Currículo Básico Comum (CBC) - Ensino Médio. **Secretaria de Educação de Minas Gerais**, 2005.

MORAES, C. R.; VARELA, S. Motivação do Aluno Durante o Processo de Ensino-Aprendizagem. **Revista Eletrônica de Educação**, Londrina/PR, n. 01, ago 2007.

MORAN, J. Metodologias ativas para uma aprendizagem mais profunda. **Educação Transformadora**, 2015. Disponível em: <http://www2.eca.usp.br/moran/?page_id=29>. Acesso em: 10 Novembro 2020.

MUENCHEN, C.; DELIZOICOV,. Concepções sobre problematização na educação em ciências. **IX Congresso Internacional sobre Investigación en didáctica de las Ciencias**, Girona, Septiembre 2013.

O ensino de ciências por investigação. **Centro de Formação Pedagógica - CENFOP**, Ipatinga, Junho 2011.

OLIVEIRA, N. M. D.; JUNIOR, W. D. O uso do vídeo como ferramenta de ensino aplicada em biologia celular. **Centro Científico Conhecer**, Goiânia, 8, n. 14, 2012. 1788.

PAZ, M. D. et al. Modelos e modelizações no ensino: um estudo da cadeia alimentar. **Ensaio**, v. 8, n. 2, p. 133-146, 2006.

PRAIS, J. L. D. S.; ROSA, V. F. D. Nuvem de palavras e mapa conceitual: estratégias e recursos tecnológicos na prática pedagógica. **Nuances: Estudos sobre Educação**, Presidente Prudente/SP, v. 8, n. 01, p. 201-2019, Jan/Abr 2017.

RODRIGUES, C. A. Importância da utilização das atividades experimentais vinculadas ao conteúdo teórico de biologia. **Secretaria de Educação**, 01, 2013.

SANTOS, G.; GALEMBECK, E. Sequência Didática com Enfoque Investigativo: Alterações Significativas na Elaboração de Hipóteses e Estruturação de Perguntas Realizadas por Alunos do Ensino Fundamental I. **Revista Brasileira de pesquisa em educação em Ciências**, v. 18, n. 3, p. 879-904, Dez. 2018.

SANTOS, W. L. P. D. Educação científica na perspectiva de letramento como prática social: funções; princípios e desafios. **Revista Brasileira de Educação**, v. 12, n. 36, p. 474-550, set/dez. 2007.

SASSERON, L. H. **Interações discursivas e investigação em sala de aula**: o papel do professor. São Paulo/SP: Cengage, v. 3, 2018. 43-44 p.

SILVA, A. A. A Construção do Conhecimento Científico no Ensino de Química. **Thema**, 2012.

SOUZA, I. F. As diferenças individuais e a sala de aula: O papel da motivação e a importância do reconhecimento das habilidades dos alunos para o alcance de uma aprendizagem significativa. **Revista do Centro de educação**, 2003.

SOUZA, M. D.; SANTOS, B. D. Aulas Práticas no ensino de Biologia: Desafios e Possibilidades. **Revista Multidisciplinar e de Psicologia**, v. 13, n. 45, p. 426-433, 2019. ISSN 1981-1179.

WORDCLOUDS. **Free online Wordcloud generator**. Disponível em: <<https://www.wordclouds.com/>>. Acesso em: 20 Abr. 2020.

ZÔMPERO, F.; LABURÚ, C. E. Atividades investigativas no ensino de ciências: aspectos históricos e diferentes abordagens. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 13, n. 03, set-dez 2011.

APÊNDICES

APÊNDICE I - TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO – TALE

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TALE

Você está sendo convidado(a) como voluntário(a) a participar da pesquisa “Sistema Digestório como modelo para a construção do conhecimento por meio do Método Científico”. Neste estudo pretendemos modelar os órgãos do sistema digestório para serem utilizados nas aulas de ciências e de biologia da escola. O motivo que nos leva a estudar esse assunto é para que o estudante possa conhecer a estrutura e o funcionamento do seu organismo, integrando os vários sistemas que fazem parte do seu corpo. Para este estudo adotaremos os seguintes procedimentos: inicialmente vocês responderão a um questionário diagnóstico para identificar o conhecimento prévio a respeito do conteúdo a ser estudado, em seguida assistirão a um vídeo sobre o funcionamento do sistema digestório, realizarão uma pesquisa orientada pelo professor, construirão um modelo do sistema digestório, montarão aulas práticas, e por fim responderão um questionário para verificarmos a eficácia da metodologia desenvolvida. Para participar deste estudo, o responsável por você deverá autorizar e assinar um termo de consentimento. Você não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. Você será esclarecido(a) em qualquer aspecto que desejar e estará livre para participar ou recusar-se. O responsável por você poderá retirar o consentimento ou interromper a sua participação a qualquer momento. A sua participação é voluntária e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade ou modificação na forma em que é atendido(a) pelo pesquisador que irá tratar a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. O aluno que recusar a participar da sequência didática terá o conteúdo repostado, como por exemplo, com pesquisa do conteúdo, leituras de textos sobre o assunto trabalhado e momento de tirar dúvidas e discussão do tema com a professora, sem nenhuma perda de aprendizado e conhecimento. A pesquisa possui riscos mínimos devido à aplicação de pré e pós testes de avaliação de conhecimento prévio e evolução a partir da sequência didática ministrada, além de constrangimento. Os riscos serão minimizados garantindo-se o anonimato e a privacidade dos alunos no momento do preenchimento do questionário. Os resultados estarão à sua disposição quando finalizada. Seu nome ou o material que indique sua participação não será liberado sem a permissão do responsável por você. Os dados e instrumentos utilizados na pesquisa ficarão arquivados com o pesquisador responsável por um período de 5 anos, e após esse tempo serão destruídos. Este termo de assentimento encontra-se impresso em duas vias, sendo que uma via será arquivada pelo pesquisador responsável, e a outra será fornecida a você.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

Eu, _____, portador(a) do documento de Identidade _____ fui informado(a) dos objetivos do presente estudo de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações, e o meu responsável poderá modificar a decisão de participar se assim o desejar. Tendo o consentimento do meu responsável já assinado, declaro que concordo em participar desse estudo. Recebi uma cópia deste termo assentimento e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Belo Horizonte, ____ de _____ de 20__.

Assinatura do (a) menor

Assinatura do (a) pesquisador (a)

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:
COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG
Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005.
Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.
E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592.

APÊNDICE II - TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO - TCLE

O Sr.(a) está sendo convidado(a) como voluntário(a) a autorizar a participação do menor sob sua responsabilidade(a) da pesquisa “Sistema Digestório como modelo para a construção do conhecimento através do Método Científico”. Pedimos a sua autorização para a coleta de dados através de um questionário, o qual terá duração de aproximadamente 30 minutos, o mesmo não será identificado nominalmente, a identificação dará somente pela idade e gênero do estudante. A utilização dos dados será para elaboração de gráficos e tabelas de uso estatístico. Nesta pesquisa pretendemos montar uma sequência didática para ensinar o conteúdo de sistema digestório para os alunos do ensino médio. Neste trabalho pretendemos: realizar pesquisas bibliográficas, construir modelos dos órgãos do sistema digestório para ser utilizado nas aulas de ciências e de biologia da escola. Existem riscos mínimos devido à aplicação de pré e pós-testes de avaliação de conhecimento prévio e evolução a partir da sequência didática ministrada, além de constrangimento. Os riscos serão minimizados garantindo-se o anonimato e a privacidade dos participantes no momento do preenchimento do questionário. A pesquisa diretamente contribuirá para melhorar o processo de ensino aprendizagem do estudante, irá ajudar o aluno ter mais autonomia para estudar, vai incentivar o aluno ter interesse pelas aulas de biologia e indiretamente pode incentivar o aluno a gostar de estudar. Para participar deste estudo o Sr.(a) não terá nenhum custo, nem receberá qualquer vantagem financeira. O Sr.(a) terá o esclarecimento sobre o estudo em qualquer aspecto que desejar e estará livre para autorizar a participação do seu filho ou recusar a participação do mesmo em qualquer fase da pesquisa sem qualquer penalização ou prejuízo ao processo de aprendizagem do aluno que está sendo submetido nesta instituição. A participação do seu filho é voluntária, e a recusa em participar não acarretará qualquer penalidade no seu processo de aprendizado ou modificação na forma em que o aluno é atendido pelo pesquisador, que tratará a sua identidade com padrões profissionais de sigilo. O aluno que recusar a participar da sequência didática terá o conteúdo repostado com pesquisa do conteúdo, leituras de textos sobre o assunto trabalhado e momento de tirar dúvidas e discussão do tema com a professora, sem nenhuma perda de aprendizado e conhecimento. Os resultados obtidos pela pesquisa estarão à sua disposição quando finalizada. O nome de seu filho ou o material que indique sua participação não será liberado sem a sua permissão. O seu filho(a) não será identificado(a) em nenhuma publicação que possa resultar. Este termo de consentimento encontra-se impresso em duas vias originais, sendo que uma será arquivada pelo pesquisador responsável, na Escola Estadual Margarida de Melo Preado, e a outra será fornecida ao Sr.(a).

Eu, _____, portador do documento de Identidade _____ fui informado(a) dos objetivos, métodos, riscos e benefícios da pesquisa, Sistema Digestório como Modelo para a Construção do Conhecimento Científico através do Método Científico, de maneira clara e detalhada e esclareci minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar minha decisão de participar se assim o desejar.

Rubrica do pesquisador: _____

Rubrica do participante: _____

Declaro que autorizo o menor sob minha responsabilidade participar desta pesquisa. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido assinado por mim e pelo pesquisador, que me deu a oportunidade de ler e esclarecer todas as minhas dúvidas.

Nome completo do responsável pelo participante

Assinatura do responsável pelo participante

Em caso de dúvidas, com respeito aos aspectos éticos desta pesquisa, você poderá consultar:

COEP-UFMG - Comissão de Ética em Pesquisa da UFMG
Av. Antônio Carlos, 6627. Unidade Administrativa II - 2º andar - Sala 2005.
Campus Pampulha. Belo Horizonte, MG – Brasil. CEP: 31270-901.
E-mail: coep@prpq.ufmg.br. Tel: 34094592.

APÊNDICE III – ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ENZIMAS.



SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE ENZIMAS.

Caro Professor (a);

Esta cartilha de orientação é o produto de uma dissertação de mestrado do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) em rede nacional da Universidade Federal de Minas Gerias (UFMG), no qual se encontra uma sugestão de sequência didática para trabalhar o conteúdo de enzimas.

A atividade realizou-se em uma escola pública na cidade de Belo Horizonte, com duas turmas de estudantes do 2º ano do ensino médio. O desenvolvimento do trabalho foi autorizado pela direção da escola e aprovado pelo comitê de ética da universidade.

A sequência didática elaborada baseou-se em um vídeo da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), intitulado “Atividade enzimática de extratos vegetais na degradação de gelatina”, disponível no seguinte endereço eletrônico: <https://www.youtube.com/watch?v=lumJnUyfWyl>.

Os materiais utilizados na sequência didática são de baixo custo, para que a atividade possa ser utilizada por um número maior de professores da educação básica.

O desenvolvimento do trabalho recebeu o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

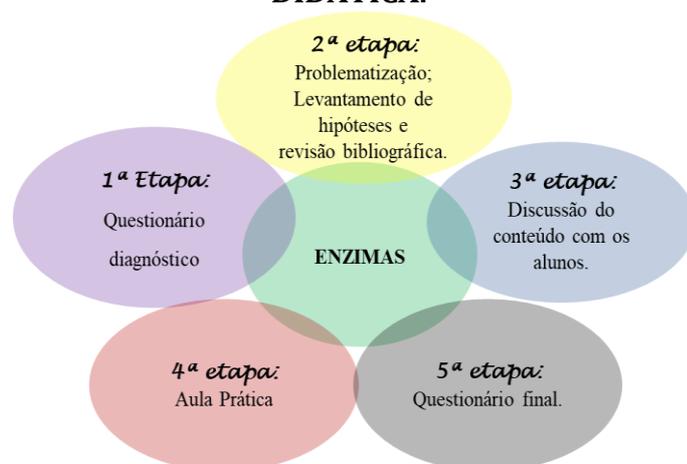
INTRODUÇÃO

As enzimas são substâncias orgânicas, geralmente proteínas, que catalisam as reações químicas pouco espontâneas ou muito lentas. Assim, na presença de uma enzima catalizadora, a velocidade da reação é mais rápida e a energia utilizada é menor. De acordo com Linhares, Gewandsznajder e Pacca (2017, p. 57), a cada momento milhares de reações químicas ocorrem nos seres vivos devido à ação das enzimas. Elas são específicas para cada substrato e a velocidade das reações enzimáticas pode ser alterada por diversos fatores tais como, temperatura, pH, concentração da enzima e do substrato.

OBJETIVOS:

- Estimular o aprendizado a partir de exemplos que ilustram a ação enzimática como parte do processo digestivo de alimentos presentes no dia-a-dia dos estudantes;
- Desenvolver o pensamento crítico dos estudantes;
- Aumentar o protagonismo dos discentes no processo de ensino aprendizagem.

DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.

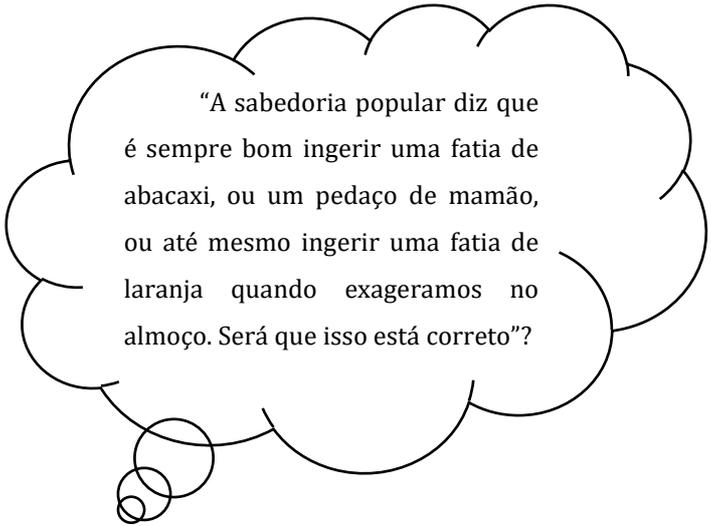


1ª Etapa: Questionário diagnóstico.

Nesta etapa, os estudantes responderam o questionário diagnóstico, o qual se encontra no Apêndice IV deste trabalho. O questionário é composto por cinco questões objetivas abordando o conteúdo de enzimas e tem como objetivo identificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o conteúdo de enzimas.

2ª Etapa: Problematização, levantamento de hipóteses e revisão bibliográfica.

Nesta aula, a docente realizou a problematização para a turma. Essa problematização consistiu em um conjunto de questionamentos, tais como:



“A sabedoria popular diz que é sempre bom ingerir uma fatia de abacaxi, ou um pedaço de mamão, ou até mesmo ingerir uma fatia de laranja quando exageramos no almoço. Será que isso está correto?”



<https://cutt.ly/JhUUIYA>

- “O que essas frutas possuem que nos ajudam a digerir o que comemos?”
- “Qual a relação das enzimas com a digestão?”

Após os questionamentos a professora solicitou aos estudantes que tentassem responder as perguntas realizadas na aula a partir do conhecimento prévio sobre o assunto.

Nesse momento, a docente anotou todas as hipóteses levantadas pelos alunos no quadro para que eles pudessem realizar a revisão bibliográfica em casa. Para a revisão bibliográfica foram sugeridos aos alunos alguns endereços eletrônicos como: Ciência hoje, Escola Educação, Brasil Escola, Mundo da educação e o próprio livro didático.

3ª Etapa: Discussão do conteúdo em sala com os alunos.

Nesta etapa, ocorreu a discussão do conteúdo entre os discentes. Para isso, a docente retomou aos questionamentos já efetuados anteriormente e realizou outros questionamentos que foram surgindo.

Na aula, a professora estimulou os estudantes a responderem aos questionamentos e a proporem um experimento para testarem as hipóteses levantadas. As perguntas realizadas foram as seguintes:

- “Como essas enzimas agem sobre os substratos”? (Questionamento de um aluno).
- “Se colocarmos um pedaço de carne no suco de laranja, a carne vai ser digerida? Isso leva tempo? Quanto tempo?”
- “E se colocarmos um pedaço bem pequeno da carne em cima de um pedaço de abacaxi, a carne vai ser digerida? Vai levar tempo para isso ocorrer? Quanto tempo levaria?”
- “Como vamos testar o que estamos afirmando em nossa discussão aqui em sala de aula?”

4ª Etapa: Aula prática.

Nesta etapa, houve a realização da aula prática sugerida pelos alunos e remodelada pela professora.

Para executar a prática, a docente entregou uma folha contendo o protocolo de realização da atividade prática. No procedimento, solicitava que os estudantes inserissem 4ml de gelatina hidratada em 4 tubos de ensaio e em seguida inserissem no:

- 1º tubo: 2ml de água;
- 2º tubo: 2ml do extrato de laranja;
- 3º tubo: 2ml do extrato de mamão;
- 4º tubo: 2ml do extrato de abacaxi.

Como ilustra a figura a seguir:

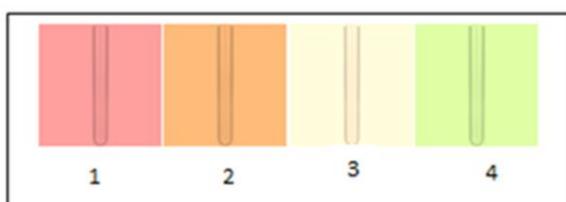


Figura 23: Ilustração dos tubos de ensaios com gelatina e homogenato de frutas.

Após a execução do experimento, os alunos ficaram aguardando o resultado por aproximadamente 20 minutos. Enquanto aguardava a solidificação da gelatina, os discentes foram estimulados a pensar o que iria acontecer em cada tubo de ensaio.

Em seguida, os alunos retiraram os tubos de ensaio da geladeira fizeram a análise dos resultados e chegaram a seguinte conclusão:

“Somente o tubo de ensaio contendo gelatina e água solidificou, nos outros frascos com os homogenatos de frutas não ocorreu a solidificação. Pois as enzimas presentes na mistura, romperam as ligações da proteína (colágeno) presente na gelatina impedindo a sua solidificação”.

5ª Etapa: Questionário final.

Nesta última etapa, os estudantes responderam o questionário final. O questionário é composto por cinco questões objetivas abordando o conteúdo de enzimas o qual se encontra no Apêndice V deste trabalho.

Referências:

LINHARES, S.; GEWANDSZNAJDER, F.; PACCA, H. *Biologia Hoje*. 3ª edição. Paulo. Ática, 2016.

LABORATÓRIO de Tecnologias Educacionais. Atividade enzimática de extratos vegetais na degradação de gelatina. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=lumJnUyfWyl>>.

Acesso em: 20 maio 2019.

APÊNDICE IV - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO DE ENZIMAS.

Questionário diagnóstico sobre enzimas.

1. As enzimas geralmente são:

- a) Carboidratos.
- b) Lipídios.
- c) Proteínas.
- d) Ácidos graxos.

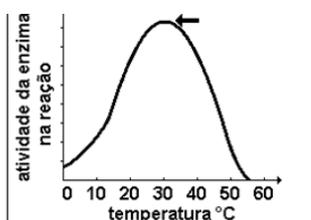
2. Sobre as enzimas, está errado dizer que:

- a) Independentemente da temperatura ou do pH do meio, uma vez unidas ao substrato sobre o qual agem, as enzimas exercem sua função.
- b) Agem acelerando reações químicas que normalmente se processariam muito lentamente.
- c) São geralmente proteínas que podem ou não estar associadas a moléculas de outra natureza.
- d) É possível anular ou diminuir a atividade de uma enzima.

3. Sobre as enzimas marque a alternativa correta:

- a) São consumidas no processo de aceleração de reações químicas entre outras substâncias.
- b) São catalisadores de natureza mineral.
- c) São catalisadores inespecíficos de natureza orgânica.
- d) São biocatalisadores específicos de natureza orgânica.

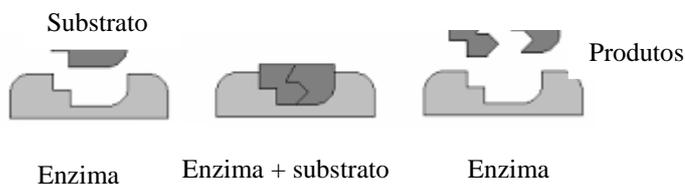
4. O gráfico abaixo representa a atividade enzimática de uma determinada reação em função da temperatura.



A seta indica o ponto:

- a) Mínimo da temperatura para a reação enzimática.
- b) Ótimo de temperatura para a atividade enzimática.
- c) De desnaturação da enzima.
- d) De desnaturação do produto.

5. Analise o esquema abaixo e marque a alternativa **INCORRETA**:



- a) O esquema mostra que a enzima acelera a reação química e não é consumida no processo.
- b) O esquema exemplifica a ação da enzima sobre o substrato.
- c) O esquema mostra o processo de desnaturação da enzima.
- d) A figura acima exemplifica a especificidade da enzima sobre o substrato.

APÊNDICE V - QUESTIONÁRIO FINAL DE ENZIMAS

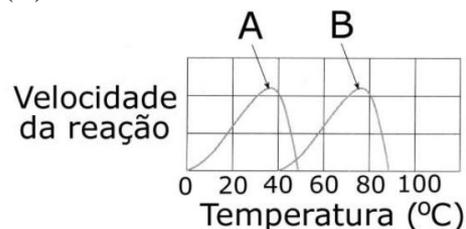
Questionário final sobre enzimas

1. Geralmente as enzimas são classificadas como:
 - a) Lipídios, com função estrutural.
 - b) Proteínas, com função catalítica.
 - c) Proteínas, com função hormonal.
 - d) Carboidratos, principal fonte de energia para os seres vivos.

2. As enzimas estão presentes em pequenas quantidades no organismo. Elas são moléculas extremamente específicas, atuando somente sobre um determinado composto e efetuam sempre o mesmo tipo de reação. Sobre as enzimas marque a alternativa **INCORRETA**:
 - a) Enzimas são proteínas que atuam como catalisadores de reações químicas.
 - b) Cada reação química que ocorre em um ser vivo geralmente é catalisada por um tipo de enzima.
 - c) A velocidade de uma reação enzimática independe de fatores como a temperatura e o pH do meio.
 - d) Agem acelerando reações químicas que normalmente se processariam muito lentamente.

3. Para inibir a ação de uma enzima, pode-se fornecer à célula uma substância que ocupe o sítio ativo dessa enzima. Para isso, essa substância deve:
 - a) Ter a mesma estrutura espacial do substrato da enzima.
 - b) Estar na mesma concentração da enzima.
 - c) Recobrir toda a molécula da enzima.
 - d) Ter a mesma função biológica do substrato da enzima.

4. A figura abaixo mostra as velocidades de reação de duas enzimas: enzima humana (A) e de bactérias de fontes termais (B).



- Considerando os dados da figura e a ação da temperatura na atividade enzimática, assinale a alternativa **INCORRETA**:
- a) A temperatura é um fator importante para a atividade enzimática.
 - b) A temperatura ótima para a atividade da enzima humana está em torno de 37°C.
 - c) A partir de determinado ponto, o aumento da temperatura faz com que a velocidade de reação diminua bruscamente e cesse.
 - d) Somente na enzima humana o aquecimento acima da temperatura ótima provoca desnaturação.

5. Assinale a alternativa que completa **CORRETAMENTE** as afirmativas a seguir:
As _____ são proteínas especiais que _____ reações químicas que ocorrem no _____ das células. Quando o organismo é aquecido demasiadamente, elas são _____.

- a) Gorduras; catalisam; interior; desnaturadas.
- b) Enzimas; catalisam; interior; desnaturadas.
- c) Moléculas; aceleram; exterior; recriadas.
- d) Enzimas; retardam; exterior; derretidas.

APÊNDICE VI – ROTEIRO PARA APLICAÇÃO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE SISTEMA DIGESTÓRIO.

SEQUÊNCIA DIDÁTICA DE SISTEMA DIGESTÓRIO.

Caro Professor (a);

Esta cartilha de orientação é o produto de uma dissertação de mestrado do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO) em rede nacional da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), no qual se encontra uma sugestão de sequência didática para trabalhar o conteúdo de sistema digestório.

A atividade realizou-se em uma escola pública na cidade de Belo Horizonte, com duas turmas de estudantes do 2º ano do ensino médio. O desenvolvimento do trabalho foi autorizado pela direção da escola e aprovado pelo comitê de ética da universidade.

Os materiais utilizados na sequência didática são de baixo custo, para que a atividade possa ser utilizada por um número maior de professores da educação básica.

O desenvolvimento do trabalho recebeu o apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) - Brasil - Código de Financiamento 001.

INTRODUÇÃO

O sistema digestório humano é fundamental para abastecer o corpo com suprimento contínuo de água, eletrólitos, vitaminas e nutrientes. E todas as funções do sistema digestório são controladas pelo sistema nervoso e hormonal local (Guyton, 2011).

Nesta perspectiva, o conhecimento do sistema digestório se faz necessário para o estudante compreender a relação da alimentação com a produção de energia pelo corpo, compreender o equilíbrio de água e de eletrólitos no organismo e também para conhecer como os sistemas nervoso e hormonal comunicam com e modulam o sistema digestório.

OBJETIVOS

- Aplicar uma sequência didática sobre o sistema digestório;
- Instigar os alunos a conhecer o corpo humano e seu funcionamento;
- Estimular os estudantes a pensar criticamente;
- Fomentar a realização de revisão bibliográfica na educação básica;
- Incentivar o trabalho em grupo por meio de montagem do modelo morfofuncional do sistema digestório.

DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA.



1ª Etapa: Questionário diagnóstico.

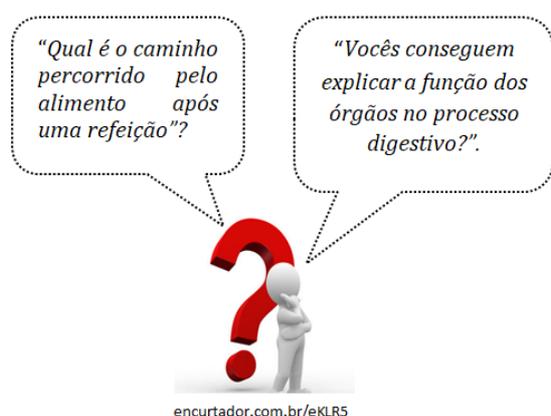
Ao iniciar a aplicação da sequência didática, foi aplicado um questionário diagnóstico para verificar o conhecimento prévio dos estudantes sobre o sistema digestório. O questionário é composto por seis questões, sendo a primeira questão dissertativa e as demais objetivas.

2ª Etapa: Problematização e levantamento de hipóteses.

Nesta atividade, a professora realizou vários questionamentos para os discentes. Inicialmente a docente anotou a seguinte pergunta no quadro: “*Porque nós alimentamos?*”? E em seguida, efetuou o questionamento para os alunos. Após questionar os estudantes, a professora solicitou que eles tentassem responder cada pergunta que seria feita naquela aula.

Os estudantes deveriam realizar o levantamento de hipótese a partir do conhecimento preliminar que cada um teria sobre o assunto para responder aos questionamentos realizados durante a problematização. À medida que os estudantes propunham as soluções para os questionamentos realizados, suas respostas foram anotadas no quadro. Para cada questionamento realizado e anotado no quadro, as hipóteses levantadas pelos estudantes vinham logo abaixo.

Além do primeiro questionamento, a professora também perguntou:



Após os questionamentos e o levantamento de hipóteses pelos estudantes todas as informações do quadro foram anotadas para a realização da revisão bibliográfica em casa.

3ª Etapa: Revisão bibliográfica.

Em casa, os discentes realizaram a revisão bibliográfica. Para isso, a docente sugeriu alguns endereços eletrônicos de educação, como: *Ciência hoje, Escola Educação, Brasil Escola, Mundo da Educação e um Atlas Humano digital*, para que os alunos fizessem a revisão. A sugestão dos sites não deveria restringir a pesquisa dos discentes, uma vez que eles poderiam utilizar outros sites para realizarem a leitura, porém deveriam sempre verificar a veracidade das informações. Para isso, os alunos foram alertados que era necessário fazer a leitura em várias fontes diferentes, e deveriam confrontar as informações com o livro didático. Os estudantes deveriam consultar as referências para verificar se o levantamento de hipótese realizado pela turma estava correto, ou até mesmo incompleto. As informações erradas e incompletas deveriam ser corrigidas e completadas e as informações certas confirmadas. A revisão da bibliografia foi utilizada no momento da discussão do conteúdo em sala de aula.

4ª Etapa: Discussão do conteúdo em sala de aula.

Nesta atividade, a professora projetou com o auxílio de um projetor a figura do sistema digestório no quadro da sala e questionou os estudantes:

- ▶ *Qual é o caminho percorrido pelo alimento após uma refeição?*
- ▶ *Em qual estrutura do corpo inicia a digestão?*
- ▶ *Quais são tipos de digestão conhecidas?*
- ▶ *Qual estrutura do sistema digestório é responsável pela digestão mecânica do alimento?*
- ▶ *Quais substâncias são responsáveis pela digestão química?*

- ▶ *Quais são os produtos das principais substâncias ingeridas, como, o carboidrato, as proteínas e os lipídios;*
- ▶ *O que acontece com os produtos da nossa alimentação?*
- ▶ *Qual a função dos órgãos no processo digestivo?*

Além das perguntas realizadas pela docente, os alunos também realizaram vários questionamentos, tais como:

- ▶ *“Como a vitamina C aumenta a imunidade?”*
- ▶ *“Qual a relação do leite com os ossos?”*
- ▶ *“Por que temos diarreia?”*
- ▶ *“Por que temos queimação no estômago?”*
- ▶ *“O que é azia?”*
- ▶ *“O que é gastrite e porque temos isso?”*

Esta atividade foi programada para ser realizada durante uma aula, mas devido ao envolvimento dos alunos, optamos por utilizar mais uma aula para continuar a discussão. Nesta atividade, caso a escola não possua projetor, o professor(a) poderá utilizar uma figura do sistema digestório, fazer um esquema no quadro ou ainda convidar um aluno que tenha habilidade com desenho para desenhar o sistema digestório no quadro.

5ª Etapa: Vídeos.

Nesta atividade, os estudantes assistiram dois vídeos, de pequena duração, sobre o conteúdo do sistema digestório. Os vídeos foram projetados com o auxílio de um projetor na sala de aula. O primeiro vídeo é um documentário completo do sistema digestório da Discovery Channel, possui aproximadamente 23 minutos de duração e está disponível em: https://www.youtube.com/watch?v=1atCXBmEAAE&feature=emb_logo. Já o segundo vídeo “Funcionamento do Sistema Digestório” tem a duração de aproximadamente 9 minutos e está disponível no seguinte endereço eletrônico:

<https://www.youtube.com/watch?v=li1BqYbtqpU>. O vídeo é mais curto do que o primeiro, porém é muito útil, pois mostra com mais detalhe o caminho percorrido pelo alimento no organismo.

Em alguns momentos, os vídeos foram parados pela professora e por pedido dos alunos para realizarem algum questionamento ou para esclarecer alguma dúvida. É importante disponibilizar o endereço eletrônico do vídeo, para os estudantes assistirem novamente em casa.

6ª Etapa: Aula prática.

A aula prática foi sugerida pela professora da turma. A prática consistiu-se na reprodução dos processos digestivos no laboratório de ciências. Antes de iniciar a aula prática, a professora preparou o laboratório com os materiais que foram utilizados e a sequência de realização dos cinco experimentos. Os materiais utilizados na atividade foram: 4 béqueres de 250ml, 4 béqueres de 100ml, pisseta, 2 comprimidos efervescentes, almofariz, pistilo, 1 bolinha de isopor, uma meia calça fina, água, leite, vinagre, óleo de cozinha, detergente e dois papéis filtro (um dobrado várias vezes e outro liso, ou seja, sem dobrar como ilustra a figura a seguir).



Figura 24: Bancada com os materiais para os estudantes executarem os experimentos.

1º) Experimento: simulação da digestão mecânica.

Nesta etapa, os estudantes, utilizaram dois béqueres com a mesma quantidade de água e do mesmo tamanho e dois comprimidos efervescentes. Uma aluna triturou um comprimido efervescente enquanto a outra aluna segurou o outro comprimido que ficou inteiro. Ao terminar o experimento, observaram os resultados. Após a observação dos resultados, a professora realizou alguns

questionamentos para os alunos, tais como:

- ▶ *Qual comprimido dissolveu mais rápido na água?*
- ▶ *Porque o comprimido triturado dissolveu mais rápido? Com qual processo digestivo podemos comparar esta etapa?*
- ▶ *Então, qual é a principal função dos dentes?*
- ▶ *E qual o objetivo de mastigar várias vezes o alimento?*

2º) Experimento: simulação do peristaltismo.

Nesta etapa, ao contrário do que foi realizado na sequência didática. O docente poderá utilizar de uma bolinha de borracha menor e mais pesada. Assim, os estudantes conseguirá observar que o alimento desliza pela estrutura do sistema digestório sem provocar nenhum atrito. E ao término do experimento, o docente poderá solicitar que os alunos façam a analogia da atividade com o processo no trato digestório.

3º) Experimento: Simulação da digestão de proteínas no estômago.

Nesta etapa, inicialmente os discentes com o auxílio de uma seringa inseriram 3ml de vinagre (ácido acético) em aproximadamente 10ml de leite (fonte de proteína). Ao término do experimento, os estudantes observaram o resultado e a professora questionou-os:

- ▶ *O que aconteceu com o leite?*
- ▶ *Porque o leite “coagou”?*
- ▶ *O leite é fonte de qual substância química para os seres vivos?*
- ▶ *Qual foi a ação do ácido acético nesta reação?*
- ▶ *Podemos fazer uma analogia desse processo com algum processo digestivo?*
- ▶ *Com qual processo digestivo podemos associar esse experimento?*
- ▶ *Qual a quantidade final de substâncias adicionada ao tubo de ensaio?*
- ▶ *Qual o objetivo de conhecer a quantidade de cada substância no experimento?*

4º) Experimento: simulação da emulsificação dos lipídios.

Esta etapa também foi realizada por duplas de estudantes. Na atividade foi utilizada uma seringa, 1 tubo de ensaio, 2 béqueres de 250ml e aproximadamente 10ml de óleo de cozinha. Os estudantes inseriram 5ml de detergente no óleo de cozinha que estava no tubo de ensaio e observaram a formação de gotículas de óleo envolvidas pelo detergente. Após os estudantes observarem o resultado do experimento, foram questionados pela docente:

- ▶ *O que vocês observaram?*
- ▶ *Por que há formação de várias micelas? O que são essas micelas?*
- ▶ *Podemos relacionar este experimento com algum processo digestivo?*
- ▶ *Com qual processo digestivo podemos fazer a relação? Então se podemos fazer essa analogia, o detergente e o óleo de cozinha estão representando quais substâncias no processo digestivo?*

5º) Experimento: simulação da absorção dos nutrientes pelas vilosidades no intestino delgado.

Neste experimento, os materiais utilizados foram: 2 béqueres de 250ml com aproximadamente 100ml de água em cada um, dois papéis filtro de tamanhos diferentes, um dobrado várias vezes de tamanho um pouco maior que o papel de filtro liso. Os estudantes inseriram os papéis filtro dobrado e liso, ao mesmo tempo no béquer com água. Após analisarem os resultados, os estudantes relataram que o béquer que continha o papel filtro dobrado ficou com uma quantidade de água menor do que o outro béquer com o papel filtro liso.

- ▶ *O que vocês observaram no resultado?*
- ▶ *Como vocês explicam esse resultado?*
- ▶ *Podemos relacionar este experimento com algum processo digestivo? Com qual processo digestivo?*

Se as vilosidades da parede do intestino não fossem dobradas, a absorção de água e nutrientes seria eficiente? Explique.

Observação: É interessante neste experimento, que o docente insira um corante na água para melhor visualização dos estudantes da absorção da água pelos papéis filtro.

7ª Etapa: Construção dos órgãos do sistema digestório.

Nesta aula, a docente passou as instruções para os alunos sobre a construção dos órgãos, que foram construídos em casa pelos estudantes. Então, em sala, os discentes foram divididos em 6 grupos por afinidade. Cada grupo foi responsável por construir um órgão, sendo que o grupo responsável por construir o fígado também foi encarregado de construir a vesícula biliar. Os grupos receberam um pacote de biscoito de 1kg, de cores variadas, e as orientações para construção dos órgãos.

Nas orientações a professora solicitou aos discentes que: realizassem a revisão bibliográfica; atentassem para o tamanho real dos órgãos; observassem a forma e a especificidade de cada órgão; registrassem as etapas da construção dos órgãos; e por fim, fizessem um relatório que mostrasse, por meio de fotos ou vídeos, as etapas da construção dos órgãos. Além disso, foi solicitado aos estudantes que se comunicassem com os grupos, para que os órgãos construídos pudessem ser encaixados perfeitamente no momento da montagem dos modelos.

8ª Etapa: Montagem dos modelos e apresentação na feira de ciências.

Nesta etapa, os estudantes do 2º ano fizeram a montagem dos modelos e apresentaram na feira de ciências da escola para a comunidade.

9ª Etapa: Questionário final e sugestões para correções do modelo.

Ao final da sequência didática, os estudantes responderam o questionário final (Apêndice VIII) e fizeram sugestões para melhorar os modelos construídos. Uma das sugestões dos discentes foi construir os modelos em sala de aula, para que os grupos possam interagir melhor e estabelecer uma relação de maior proximidade, de forma que um grupo ajude o outro para construir modelos mais reais.

Referência:

GUYTON, A. C.; HALL, J. E. Tratado de fisiologia médica. 6ª. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2011.

APÊNDICE VII - QUESTIONÁRIO DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DIGESTÓRIO

Questionário diagnóstico sobre o sistema digestório

1. Qual a principal função do sistema digestório?

2. Em qual parte do corpo humano inicia a digestão do alimento?

- a) Estômago b) Boca c) Intestino delgado d) Intestino grosso

3. Em qual órgão do sistema digestório ocorre a absorção da maioria dos nutrientes?

- a) Intestino delgado
b) Intestino grosso.
c) Estômago
d) Esôfago

4. O que acontece com os alimentos ingeridos?

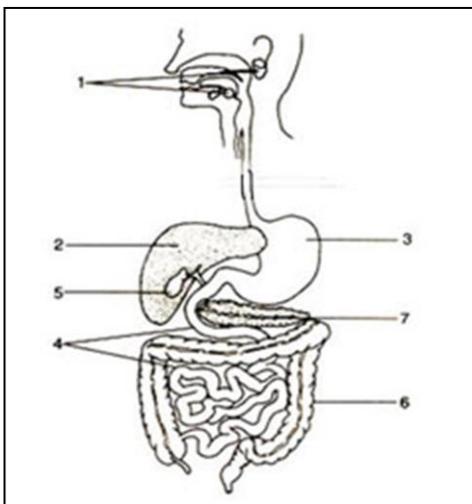
- a) São todos eliminados nas fezes.
b) São todos absorvidos pelo organismo.
c) São absorvidos pelo organismo e os não digeridos são eliminados nas fezes.
d) São eliminados nas fezes e os não digeridos são absorvidos pelo organismo.

5. Complete o quadro abaixo com os produtos das respectivas moléculas, após serem digeridas ao longo do intestino, e marque a alternativa correta:

Moléculas	Produtos
Carboidratos	
Proteínas	
Lipídios	

- a) Aminoácidos, glicose e ácidos graxos.
b) Ácidos graxos, aminoácidos e glicose.
c) Aminoácidos, ácidos graxos e glicose.
d) Glicose, aminoácidos e ácidos graxos.

6. Observando a figura, indique o percurso realizado pelo alimento no sistema digestório:



- a) Boca - esôfago - intestino delgado - intestino grosso - faringe - reto - estômago.
b) Boca - faringe - fígado - estômago - intestino delgado - intestino grosso - reto.
c) Boca - faringe - laringe - estômago - fígado - vesícula biliar - intestino delgado - reto.
d) Boca - faringe - esôfago - estômago - intestino delgado - intestino grosso - reto.

APÊNDICE VIII - QUESTIONÁRIO FINAL DO SISTEMA DIGESTÓRIO

Questionário final sobre o sistema digestório

1) Qual a principal função do sistema digestório?

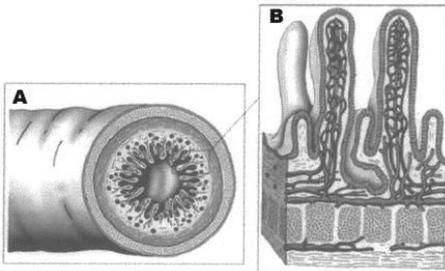
2) Onde se inicia a digestão dos carboidratos?

- a) Na boca
- b) No estômago
- c) Nos intestino delgado
- d) No intestino grosso

3) Após a digestão das proteínas no sistema digestivo humano, os aminoácidos passam para a corrente sanguínea. É **CORRETO** afirmar que, no organismo, a absorção de aminoácidos ocorre no:

- a) Fígado
- b) Estômago
- c) Intestino delgado
- d) Intestino grosso

4) A figura abaixo representa o tubo digestivo (A) e uma ampliação de sua camada interna. Analise a função das estruturas evidenciadas em B, e assinale a alternativa correta.



- a) Secretar enzimas para digestão de proteínas.
- b) Aumentar a superfície de contato para absorção dos nutrientes.
- c) Secretar ácido clorídrico para diminuir o pH estomacal.
- d) Liberar a bile para emulsificação das gorduras.

5) (Unifor) Uma pessoa fez uma refeição da qual constavam as substâncias I, II e III. Durante a digestão ocorreram os seguintes processos: na boca iniciou-se a digestão de II; no estômago iniciou-se a digestão de I e no intestino delgado, especificamente no duodeno, ocorreu a digestão das três substâncias. Com base nesses dados, é possível afirmar corretamente que I, II e III são, respectivamente.

- a) Carboidrato, lipídio e proteína.
- b) Proteína, carboidrato e lipídio.
- c) Carboidrato, proteína e lipídio.
- d) Lipídio, carboidrato e proteína.

6) Relacione a primeira coluna de acordo com as informações da segunda coluna, em seguida marque a alternativa CORRETA:

COLUNA I

COLUNA II

- | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. Glândulas salivares</p> <p>2. Estômago</p> <p>3. Intestino delgado</p> <p>4. Intestino grosso</p> <p>5. Fígado</p> <p>6. Vesícula biliar</p> <p>7. Pâncreas</p> | <p>() Glândula anexa do sistema digestório que produz uma substância alcalina contendo diversas enzimas digestivas, como, proteases, lipase e amilase.</p> <p>() Órgão que participa da digestão produzindo a bile que é temporariamente armazenada em uma bolsa de forma oval.</p> <p>() Bolsa com imaginações da mucosa, cujas células, produzem ácido clorídrico e pepsina para atuarem na digestão das proteínas.</p> <p>() Bolsa que armazena a bile, substância responsável pela emulsificação das gorduras.</p> <p>() Estruturas do sistema digestivo que produzem a amilase salivar, enzima que atua na digestão dos carboidratos.</p> <p>() Órgão do sistema digestório que produz o suco entérico, suco digestivo que contém diversas enzimas digestivas. Além disso, também recebe o suco pancreático. Nessa estrutura termina a digestão dos alimentos ingeridos e os nutrientes são absorvidos pelo organismo.</p> <p>() Estrutura onde ocorre a absorção de boa parte da água e dos sais pelas paredes intestinais, deixando os resíduos mais sólidos, constituindo assim as fezes.</p> |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

- a) 4 - 3- 1- 2 - 5 - 7 - 6
- b) 6- 7- 4 - 1- 2 - 3 -5
- c) 7- 5 - 2- 6 - 1- 3- 4
- d) 5- 2- 4- 7- 1- 6 - 3

ANEXOS

Anexo I – Parecer Consubstanciado do CEP

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: SISTEMA DIGESTÓRIO COMO MODELO PARA A CONSTRUÇÃO DO CONHECIMENTO.

Pesquisador: MIGUEL JOSE LOPES

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 13547519.6.0000.5149

Instituição Proponente: UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 3.468.251

Apresentação do Projeto:

Trata-se de um Projeto de pesquisa de Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (Profbio) do programa de pósgraduação do INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - ICB da Universidade Federal de Minas Gerais.

O trabalho pretende desenvolver um modelo morfofuncional do sistema digestório para ser utilizado nas aulas de ciências e de biologia da escola. O projeto será desenvolvido em uma escola estadual de Belo Horizonte, com alunos do segundo ano médio, e consistirá de seis etapas: na primeira etapa os estudantes responderão a um questionário diagnóstico para identificar o conhecimento prévio a respeito do conteúdo a ser trabalhado; na segunda etapa assistirão a um vídeo sobre o funcionamento do sistema digestório; na terceira etapa realizarão uma pesquisa em grupos, orientada pela professora, a partir das perguntas que surgirem durante a apresentação do vídeo; na quarta etapa moldarão os órgãos e farão a montagem do modelo do sistema digestório; na quinta etapa proporão uma aula prática simulando as fases da digestão e na última etapa os estudantes responderão novamente o questionário para verificar a eficácia da metodologia aplicada. O modelo montado será divulgado nos eventos da escola e ficará no laboratório da instituição para ser utilizado pelos professores.

O pesquisador esclarece que "O trabalho será desenvolvido na Escola Estadual Margarida de Melo Prado com alunos do segundo ano do ensino médio, a instituição está situada no bairro Monte Azul, bairro de periferia da cidade de Belo Horizonte. Trata-se da elaboração de uma sequência

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

Continuação do Parecer: 3.468.251

didática, com enfoque investigativo, para o ensino de biologia. Nesta proposta, os estudantes devem elaborar um modelo do sistema digestório que permita a associação entre as estruturas e a função dos diferentes segmentos do trato gastrointestinal".

A proponente esclarece que "A atividade constituirá de seis etapas e cada etapa ocorrerá durante as aulas de biologia. Na primeira etapa da sequência didática a professora de biologia aplicará um questionário diagnóstico para verificar o conhecimento prévio dos alunos sobre o conteúdo a ser estudado. Na segunda etapa, os alunos realizarão uma pesquisa bibliográfica em sites, jornais, revistas e livros didáticos sobre o conteúdo do sistema digestório. Para efetuar a pesquisa os estudantes serão divididos em grupos e cada grupo receberá uma folha contendo algumas perguntas a respeito do sistema digestório, as quais os estudantes deverão pesquisar e responder. Além das perguntas da folha os estudantes também deverão responder as dúvidas e questionamentos levantados por colegas de sala que por ventura venha surgir no momento da pesquisa. Durante a pesquisa a professora terá um papel orientador, auxiliando os alunos para que estes façam a pesquisa corretamente. As perguntas norteadoras da pesquisa serão as seguintes: - Qual é o caminho percorrido pelo alimento após uma refeição? - Por que nós nos alimentamos? - O que acontece com os produtos da nossa alimentação? - Qual molécula é considerada a moeda energética, ou seja, a molécula que fornece energia para os seres vivos? - Quais são os órgãos que fazem parte do sistema digestório? Explique a função de cada órgão no processo da digestão. Na terceira etapa, os estudantes assistirão a um vídeo intitulado "Funcionamento do Sistema Digestório" disponível no youtube (KAZAN, 2008). O vídeo é relevante para os alunos conhecerem e visualizarem as etapas da digestão e o funcionamento de cada órgão no processo digestivo. Na quarta etapa, os estudantes juntamente com a professora construirão um modelo do sistema digestório. Os estudantes serão divididos em grupos e cada grupo receberá materiais para construir um órgão do sistema digestório. Junto dos materiais, os alunos receberão um barbante para dimensionar os órgãos e construir de forma mais próxima do tamanho real do órgão. Após a construção de todos os órgãos, os grupos irão identificar o nome do órgão e explicar a função do mesmo no processo da digestão e em seguida os grupos deverão montar o modelo do sistema digestório com os órgãos construídos. Na quinta etapa, os alunos proporão uma aula prática simulando os processos da digestão em tubos de ensaio. Já na sexta e última etapa os estudantes responderão um questionário, este contém as mesmas questões do questionário diagnóstico, que servirá para verificar a eficácia da metodologia aplicada."

A pesquisadora também esclarece que "Será analisado o crescimento do estudante na disciplina comparando-se o seu desempenho no pré e pós teste. Além disso, haverá uma auto avaliação no

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

Continuação do Parecer: 3.488.251

sentido de detectarmos a preferência de estilos de aprendizagem. Dessa maneira podemos estabelecer até que ponto o grau de diversidade de alunos contribui para evolução do grupo. "

Objetivo da Pesquisa:

Objetivo Primário:

Segundo a proponente o projeto pretende "Montar um modelo morfofuncional do sistema digestório com os alunos para ser utilizado nas aulas de ciências e de biologia da escola".

Objetivo secundário:

Segundo a pesquisadora os objetivos secundários são: "Instigar os alunos a conhecer o corpo humano e seu funcionamento; Estimular os estudantes a pensar criticamente; Ensinar os alunos a realizar pesquisas em sites e nos livros didáticos; Incentivar o trabalho em grupo; Fomentar a manipulação de materiais para ajudar no processo de aprendizagem ativa. "

Avaliação dos Riscos e Benefícios:

Riscos:

Segundo a proponente: "Existem riscos mínimos devido à aplicação de pré e pós testes de avaliação de conhecimento prévio e evolução a partir da sequência didática ministrada, além de constrangimento do aluno no momento de responder o questionário. Os riscos serão minimizados garantindo-se o anonimato e a privacidade dos participantes no momento do preenchimento do questionário[...] "O aluno que recusar a participar da sequência didática terá o conteúdo repostado com pesquisa do conteúdo, leituras de textos sobre o assunto trabalhado e momento de tirar dúvidas e discussão do tema com a professora, sem nenhuma perda de aprendizado e conhecimento".

Benefícios:

A pesquisadora informa como benefício: "Aumentar o protagonismo dos alunos na busca de conhecimento, estimulando o pensamento crítico através do método científico".

Comentários e Considerações sobre a Pesquisa:

Considera-se, com base na bibliografia apresentada, que haja pertinência e valor científico no estudo proposto.

Considerações sobre os Termos de apresentação obrigatória:

Foram apresentados todos os documentos obrigatórios, listados no final deste formulário, devidamente preenchidos.

-folha de rosto

-projeto completo

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II **CEP:** 31.270-901

UF: MG **Município:** BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.468.251

- projeto Plataforma Brasil
- parecer consubstanciado do órgão competente
- TCLE
- TALE
- autorização do local onde ocorrerá a pesquisa
- carta-resposta

Recomendações:

Tendo sido atendidas todas as solicitações deste CEP sou, SMJ, a favor da aprovação do projeto.

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Tendo sido atendidas todas as solicitações deste CEP sou, SMJ, a favor da aprovação do projeto.

Considerações Finais a critério do CEP:

Tendo em vista a legislação vigente (Resolução CNS 466/12), o CEP-UFMG recomenda aos Pesquisadores: comunicar toda e qualquer alteração do projeto e do termo de consentimento via emenda na Plataforma Brasil, informar imediatamente qualquer evento adverso ocorrido durante o desenvolvimento da pesquisa (via documental encaminhada em papel), apresentar na forma de notificação relatórios parciais do andamento do mesmo a cada 06 (seis) meses e ao término da pesquisa encaminhar a este Comitê um sumário dos resultados do projeto (relatório final).

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BASICAS_DO_PROJETO_1297453.pdf	02/07/2019 10:21:04		Aceito
Outros	CARTARESPOSTA.pdf	25/06/2019 16:12:08	Marta do Rosário Alves	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TALE.pdf	25/06/2019 16:11:07	Marta do Rosário Alves	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE.pdf	25/06/2019 16:10:00	Marta do Rosário Alves	Aceito
Projeto Detalhado	Projeto.pdf	02/05/2019	Marta do Rosário	Aceito

Endereço: Av. Presidente Antônio Carlos, 6627 2º Ad SI 2005

Bairro: Unidade Administrativa II CEP: 31.270-901

UF: MG Município: BELO HORIZONTE

Telefone: (31)3409-4592

E-mail: coep@prpq.ufmg.br

UNIVERSIDADE FEDERAL DE
MINAS GERAIS



Continuação do Parecer: 3.468.251

/ Brochura Investigador	Projeto.pdf	22:17:27	Alves	Aceito
Outros	parecer_departamento.pdf	02/05/2019 14:59:27	MIGUEL JOSE LOPES	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Anuencia.pdf	21/03/2019 22:29:31	Marta do Rosário Alves	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	20/03/2019 09:42:23	MIGUEL JOSE LOPES	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BELO HORIZONTE, 24 de Julho de 2019

Assinado por:
Críssia Carem Paiva Fontainha
(Coordenador(a))

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