

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA EM REDE
NACIONAL

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ESTUDO DO SISTEMA
DIGESTÓRIO:
EXPLORANDO A INTERDISCIPLINARIDADE NA
EXPERIMENTOTECA**

SÃO MATEUS
2024

FERNANDA GUIMARÃES SARAIVA

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ESTUDO DO SISTEMA
DIGESTÓRIO:
EXPLORANDO A INTERDISCIPLINARIDADE NA
EXPERIMENTOTECA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado - TCM
apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino
de Biologia em Rede Nacional – PROFBIO, do
Centro Universitário Norte do Espírito Santo, da
Universidade Federal do Espírito Santo, como
requisito para a obtenção do título de Mestre em
Ensino de Biologia.

Área de concentração: Ensino de Biologia

Orientadora: Dra Viviana Borges Corte

Ficha catalográfica disponibilizada pelo Sistema Integrado de
Bibliotecas - SIBI/UFES e elaborada pelo autor

S243a Saraiva, Fernanda Guimarães, 1989-
ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ESTUDO DO
SISTEMA DIGESTÓRIO: : EXPLORANDO A
INTERDISCIPLINARIDADE NA EXPERIMENTOTECA /
Fernanda Guimarães Saraiva. - 2024.
122 f. : il.

Orientadora: Viviana Borges Corte.
Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Biologia) -
Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário
Norte do Espírito Santo.

1. Ensino por investigação. 2. Ensino Médio. 3. Educação
Básica. 4. Ciências da Natureza. 5. Atividades experimentais.
6. Formação de professores. I. Corte, Viviana Borges. II.
Universidade Federal do Espírito Santo. Centro Universitário
Norte do Espírito Santo. III. Título.

CDU: 57

FERNANDA GUIMARAES SARAIVA

**ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ESTUDO DO SISTEMA
DIGESTÓRIO: EXPLORANDO A INTERDISCIPLINARIDADE NA
EXPERIMENTOTECA**

Trabalho de Conclusão de Mestrado apresentado ao Mestrado Profissional em Ensino de Biologia em Rede Nacional (PROFBIO) da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Ensino de Biologia.

Aprovado em 28 de março de 2024.

COMISSÃO EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 **VIVIANA BORGES CORTE**
Data: 28/03/2024 17:46:37-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof(a). Dr(a). Viviana Borges Corte
Universidade Federal do Espírito Santo
Orientador(a)

Documento assinado digitalmente
 **JULIANA CASTRO MONTEIRO PIROVANI**
Data: 28/03/2024 19:43:30-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof(a). Dr(a). Juliana Castro Monteiro Pirovani
Universidade Federal do Espírito Santo

Documento assinado digitalmente
 **MICHELL PEDRUZZI MENDES ARAÚJO**
Data: 28/03/2024 22:38:20-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof(a). Dr(a). Michell Pedruzzi Mendes Araújo
Universidade Federal de Goiás

AGRADECIMENTOS

Agradeço sobretudo ao Henrique, meu companheiro de vida. Meu amor, sem você nada disso teria sido possível. Além de me apoiar e incentivar pacientemente a todo momento, também advogou a meu favor diante das injustiças e obstáculos enfrentados. Sou eternamente grata e devedora de tamanho amor e cumplicidade!

Agradeço aos meus pais, Paulo e Mara, e à minha irmã, Mariana, pelo apoio incondicional.

Agradeço aos meus amigos professores, o incentivo de vocês foi muito importante para o meu sucesso. Agradeço em especial à minha amiga Cristiane, que me ajudou e vibrou comigo a cada etapa concluída. Agradeço também às minhas amigas Luciana e Camille que, mesmo distantes, sempre me motivaram.

Agradeço aos professores da escola Agenor Roris, companheiros de labuta, que pacientemente compartilharam comigo as dificuldades. Agradeço também aos meus estudantes pela participação e empenho, sem vocês não haveria esta pesquisa.

Agradeço imensamente ao companheirismo e cumplicidade da família PROFBIO: Ronthier, Cristine, Carol, Élique, Thiago, Bruna, Larissa, Paloma, Fernanda, Gislaíne, Roberta, Tatiana e Jardel. Amigos queridos que trouxeram leveza e carinho para a difícil jornada que é o PROFBIO. Jamais poderei me esquecer dos nossos cafés da manhã regados com os quitutes da mãe da Roberta, das refeições no RU, do desespero compartilhado a cada prova de qualificação, das conversas de incentivo, da bagunça da jujuba e o chips no pós-almoço, das gargalhadas tailandesas, das longas viagens abençoadas pelo Buda, das atrapalhadas e o companheirismo durante as atividades, enfim, de todas as boas memórias da vitória que juntos conquistamos.

Agradeço a Universidade Federal do Espírito Santo por proporcionar o acesso ao ensino e à pesquisa, a estrutura e profissionais qualificados.

Agradeço a todos os profissionais envolvidos no PROFBIO, sobretudo à equipe docente e à coordenação local que nos acolheu com tanto carinho e profissionalismo. Guardarei para sempre os ensinamentos e o exemplo de profissional que com vocês pude aprender.

Agradeço à minha orientadora Profa Dra Viviana Borges Corte por, mais uma vez, iluminar meu caminho e me guiar até aqui. Agradeço também ao LabPop e ao Projeto Experimentoteca pela oportunidade de poder contribuir para a melhoria do Ensino de Ciências.

Por fim, agradeço à banca avaliadora, Profa Dra Juliana e Prof. Dr. Michell, pelas orientações e contribuições valiosas para este trabalho.

A todos aqueles que, de alguma forma, contribuíram nessa jornada do mestrado PROFBIO, expresso aqui minha gratidão!

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



RELATO DA MESTRANDA

Instituição: UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
Mestranda: FERNANDA GUIMARÃES SARAIVA
Título do TCM: ATIVIDADES INVESTIGATIVAS NO ESTUDO DO SISTEMA DIGESTÓRIO: EXPLORANDO A INTERDISCIPLINARIDADE NA EXPERIMENTOTECA
Data da defesa: 28 DE MARÇO DE 2024
Realizar um curso de mestrado sempre foi um desejo de realização profissional e pessoal. No entanto, a necessidade de ingresso no mercado de trabalho adiou esse sonho, que parecia cada vez mais distante diante das responsabilidades da vida e o distanciamento do meio acadêmico do laboral. Influenciada por um colega de trabalho e veterano, conheci o PROFBIO e realizei a prova sem grandes expectativas de ingresso, pois sabia das dificuldades com relação à distância. Contudo, a pandemia de COVID-19 trouxe restrições de aglomeração, o que tornou possível sonhar com o mestrado: um mês e meio de aulas remotas me deu o gás que precisava para insistir no curso, mesmo no retorno às aulas presenciais nas Universidades Federais. Inicialmente, acreditei que o desgaste financeiro e físico do longo trajeto seria a maior dificuldade, ledô engano. A recusa persistente da Secretaria de Educação do Estado do Espírito Santo em adequar o horário de trabalho para que eu pudesse frequentar as aulas do mestrado, sem redução de jornada ou prejuízo de aulas para os estudantes, causou-me enorme desgosto e frustração que carregou marcas que perduram até hoje. Sorte a minha, que sou cercada de uma família e amigos que me apoiam e incentivam incondicionalmente. Assim, Henrique, meu companheiro de vida e maior incentivador, também se tornou meu advogado na ação contra o Estado do

ES, e, felizmente, a Des^a. Eliana Ferreira decidiu a meu favor, permitindo que eu permanecesse atuando como professora e também estudante.

Superar esses desafios logo nos primeiros meses foi o combustível necessário para me dedicar aos estudos e obter boas notas nas injustas avaliações eliminatórias de qualificação previstas no programa. O acolhimento e o profissionalismo da equipe docente, juntamente com o carinho e cumplicidade dos amigos da turma 2022 tornaram a jornada mais leve e prazerosa.

Foi com grande satisfação que reencontrei minha orientadora, a Dra. Viviana Borges Corte, com quem tive a oportunidade de trabalhar durante a graduação, e firmei mais uma vez uma parceria tão enriquecedora. Durante nossas reuniões de orientação, ela me introduziu ao projeto Experimentoteca e destacou a necessidade da reformulação dos roteiros utilizados. Assim, fiquei entusiasmada com a oportunidade de explorar este tema sob sua orientação e contribuir para o avanço do projeto.

Hoje, eu vejo que minha trajetória nos últimos dois anos valeu a pena. Os ensinamentos, a experiência com a pós-graduação e a oportunidade de aperfeiçoamento transformaram completamente minha prática docente. Agora, minhas aulas são mais interessantes e significativas para mim e para meus alunos. Portanto, meu sentimento é de gratidão pelos conhecimentos e práticas que pude aprender e experimentar durante o PROFBIO, e anseio pelas novas oportunidades que este mestrado me proporcionará.

RESUMO

Os problemas que afetam o sistema de ensino e aprendizagem e, particularmente, o ensino de Ciências da Natureza não são recentes e têm sido diagnosticados há alguns anos, levando diferentes grupos de pesquisadores a refletirem sobre suas causas e consequências. Como forma de dirimir estes desafios, este estudo se baseia no Ensino por Investigação, uma abordagem pedagógica reconhecida pela sua eficácia no ensino de ciências da natureza, que promove a construção ativa do conhecimento pelos alunos por meio da investigação. A pesquisa, realizada com 22 jovens de 16 a 18 anos em uma Escola Pública Estadual do ES, adotou uma abordagem de pesquisa empírica experimental quali quantitativa, utilizando o método da pesquisa-ação. Assim, este trabalho buscou elaborar, aplicar e validar a Sequência de Ensino Investigativo e Interdisciplinar (SEII), conforme preconizado por Carvalho (2013), que aborda conteúdos de Biologia, Química e Física no Sistema Digestório, a partir da reformulação de roteiros de atividades práticas do Projeto Experimentoteca da Universidade Federal do Espírito Santo, contemplando as atuais perspectivas do Ensino de Ciências propostas pelo Novo Ensino Médio (NEM), com vistas ao estímulo do protagonismo estudantil na solução de um problema. Os resultados positivos da validação das atividades pelos alunos levaram à reformulação de dois roteiros de atividades práticas para alinhá-los ao Ensino Investigativo. Esses esforços visaram proporcionar um ambiente de aprendizagem dinâmico e participativo, em que os estudantes desempenham um papel central na construção do conhecimento, ao mesmo tempo em que oferecem recursos práticos que facilitam o trabalho dos educadores em sala de aula, promovendo uma condução mais eficiente das aulas de ciências da natureza.

Palavras-chave: Ensino por investigação, Atividade práticas experimentais, Sequência de Ensino Investigativa Interdisciplinar, Ciências da Natureza, Ensino Médio.

ABSTRACT

The problems affecting the education and learning system, particularly in the teaching of Natural Sciences, are not recent and have been diagnosed for several years, leading different groups of researchers to reflect on their causes and consequences. As a way to mitigate these challenges, the study is based on Inquiry-Based Learning, a pedagogical approach recognized for its effectiveness in teaching natural sciences, which promotes active construction of knowledge by students through investigation. The research, conducted with 22 youths aged 16 to 18 at a Public State School in ES, adopted a qualitative-quantitative empirical experimental research approach, using the action research method. Thus, this work sought to develop, apply, and validate the Investigative and Interdisciplinary Teaching Sequence, which addresses Biology, Chemistry, and Physics content on the Digestive System, through the reformulation of practical activity scripts from the Experimentoteca Project, considering the current perspectives of Science Education proposed by the New High School, aiming to stimulate student leadership in problem-solving. The positive results of activity validation by students led to the reformulation of two practical activity scripts to align them with Investigative Teaching. These efforts aim to provide a dynamic and participatory learning environment, where students play a central role in knowledge construction, while offering practical resources that facilitate educators' work in the classroom, promoting more efficient teaching of natural sciences classes.

Keywords: Inquiry-based teaching, Practical experimental activities, Interdisciplinary investigative teaching sequence, Natural sciences, High School.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Aprovação pelo Comitê de Ética: Print da aba de detalhamento do Projeto de Pesquisa na Plataforma Brasil	33
Quadro 1	Descrição das fases da SEII	35
Quadro 2	Descrição das ações a serem executadas no Experimento Demonstrativo Investigativo “Digestão no estômago ‘in vitro’”	37
Quadro 3	Categorização das hipóteses estabelecidas pelos estudantes	42
Figura 2 A e B	Realização de atividades práticas que compõem o acervo da Experimentoteca. A: Estudantes fazendo os experimentos “Digestão do amido sob ação da saliva”. B: Estudantes fazendo os experimentos “Digestão no estômago ‘in vitro’”.....	44
Figura 3	Alunos fazendo o Mapa Conceitual	46
Figura 4	Mapa Conceitual elaborado pelo grupo de estudantes	47
Figura 5	Mapa Conceitual elaborado pelo grupo de estudantes	48
Figura 6	Mapa Conceitual elaborado pelo grupo de estudantes	49
Figura 7	Mapa Conceitual elaborado pelo grupo de estudantes	50
Gráfico 1	Resultado da pergunta “Você gosta de aprender?”	55
Gráfico 2	Resultado da pergunta “Você gosta de frequentar a escola?”	56
Gráfico 3	Resultado da pergunta “Você gosta considera importante frequentar a escola?”	56

Gráfico 4	Resultado da pergunta “Você gosta de estudar Biologia, Química e Física”	59
Gráfico 5	Resultado da pergunta “Considero que a forma que o assunto Sistema Digestório foi trabalhado contribuiu para meu aprendizado.”	62
Gráfico 6	Resultado da pergunta “Considero que aprendi informações novas sobre o Sistema Digestório”	62
Figura 8	Maleta do Projeto Experimentoteca “Sistema Digestório: A: Material disponível para realização das atividades experimentais. B: SEII sintetizada e Roteiros reformulados	66

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Análise de conteúdo por frequência das hipóteses levantadas pelos estudantes frente ao problema “Como o corpo ‘quebra’ o alimento no processo de digestão?”	43
Tabela 2	Análise de conteúdo por frequência do questionamento de sistematização individual do conhecimento “Explique os processos que promovem a quebra dos alimentos no processo de digestão.	53
Tabela 3	Análise de conteúdo por frequência do questionamento “Por que você considera importante frequentar a escola?” ..	57
Tabela 4	Análise de conteúdo por frequência do questionamento “Você considera Biologia, Química e Física disciplinas difíceis? Justifique”	60

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

ABC	Academia Brasileira de Ciências
ABCMC	Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências
BNCC	Base Nacional Curricular Comum
CCD	Centro de Divulgação Científica e Cultural
CEUNES	Centro Universitário Norte do Espírito Santo
EUA	Estados Unidos da América
IBECC	Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura
MC	Mapa Conceitual
MCT	Ministério da Ciência e Tecnologia
NEM	Novo Ensino Médio
NS	Não sabe
RC	Resposta Correta
RPC	Resposta Parcialmente Correta
RI	Resposta Incorreta
SEI	Sequência de Ensino Investigativa
SEII	Sequência de Ensino Investigativa e Interdisciplinar
TAS	Teoria da Aprendizagem Significativa
TALE	Termo de Assentimento Livre e Esclarecido
TCLE	Termo de Consentimento Livre e Esclarecido
UFES	Universidade Federal do Espírito Santo
USP	Universidade de São Paulo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	17
2	OBJETIVOS	21
2.1	OBJETIVO GERAL.....	21
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	21
3	REFERENCIAL TEÓRICO.....	22
3.1	ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA	22
3.2	A INTERDISCIPLINARIDADE	24
3.3	APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E MAPA CONCEITUAL.....	25
3.4	SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA	28
3.5	O ENSINO DO SISTEMA DIGESTÓRIO NO ENSINO MÉDIO	29
4	PERCURSO METODOLÓGICO.....	32
4.1	REFERENCIAL METODOLÓGICO	32
4.2	PARTICIPANTES	33
4.3	ASPECTOS ÉTICOS DA PESQUISA.....	33
4.4	PRODUTO	33
4.5	ETAPAS DA PESQUISA.....	33
4.5.1	ETAPA 1 - ESCOLHA DOS ROTEIROS DE ATIVIDADES PRÁTICAS DO PROJETO EXPERIMENTOTECA A SEREM REFORMULADOS	34
4.5.2	ETAPA 2 - DESENVOLVIMENTO DA SEII	34
4.5.3	ETAPA 3 - AVALIAÇÃO DA SEII POR PARTE DOS ESTUDANTES	39
4.5.4	ETAPA 4 - SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS	39

4.5.5	ETAPA 5 - REFORMULAÇÃO DOS ROTEIROS DE ATIVIDADES PRÁTICAS DO PROJETO EXPERIMENTOTECA	39
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
5.1	DESENVOLVIMENTO DA SEII	41
5.2	AVALIAÇÃO DA SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA POR PARTE DOS ESTUDANTES	56
5.3	REFORMULAÇÃO DOS ROTEIROS DE ATIVIDADES PRÁTICAS DO PROJETO EXPERIMENTOTECA SOBRE O SISTEMA DIGESTÓRIO	65
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	69
	REFERÊNCIAS.....	72
	ANEXO 1 – APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA	75
	ANEXO 2 – ROTEIROS ORIGINAIS DO PROJETO EXPERIMENTOTECA.....	76
	1 SISTEMA DIGESTÓRIO 1 - DIGESTÃO DO AMIDO SOB AÇÃO DA SALIVA	76
	1 SISTEMA DIGESTÓRIO 2 - DIGESTÃO NO ESTÔMAGO ‘IN VITRO’	77
	APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)	78
	TERMO DE CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)	78
	TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE) ...	81
	APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO REFERENTE À FASE 3.....	84
	ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS EXPERIMENTOS DIGESTÃO NA BOCA	84

ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NO EXPERIMENTO DIGESTÃO NO ESTÔMAGO IN VITRO.....	85
APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA SEII POR PARTE DOS ESTUDANTES	86
APÊNDICE D – ROTEIRO REFORMULADO	88
ROTEIRO DO ESTUDANTE	88
ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR	93
APÊNDICE E – SEII SINTETIZADA	95

1 INTRODUÇÃO

As abordagens para possibilitar o ensino de Ciências da Natureza nas escolas mudaram ao longo do século XX em decorrência das modificações das concepções acerca da investigação científica e da Ciência em si, em cada momento histórico. Pode-se afirmar que a inclusão da investigação científica no ensino teve forte influência do pensador progressista estadunidense John Dewey (Santos, 2011, p. 11).

As ideias de Dewey surgem no início do século XX, nos Estados Unidos, em um momento de forte movimento sindical e progressista, como forma de oposição aos interesses capitalistas da época, que colocou as desigualdades e conflitos sociais à margem da discussão na sociedade. Como enfrentamento a estas questões, Dewey propõe uma educação escolar que oportunize a construção de uma sociedade mais humanizada e democrática. Neste movimento, a Ciência exerceu forte influência nas ideias de John Dewey, sobretudo em seu caráter experimental.

Neste sentido, o pensador propõe a experimentação da Ciência como possibilidade de transformação do meio ambiente, produção de bens e atuação em questões sociais em direção ao progresso e bem-estar humano, sendo a investigação uma estratégia eficiente a ser utilizada com os estudantes, “[...] para delas extrairmos luzes e conhecimentos que nos guiem para frente e para fora em nosso mundo em expansão” (Dewey, 1971, p. 93). Para Dewey, a investigação científica corresponde ao próprio método científico, que Andrade (2011, p. 124) apresenta como “definição do problema, sugestão de uma solução, desenvolvimento e aplicação do teste experimental e formulação da conclusão”.

Apesar de Dewey ter elaborado suas ideias ainda no início do século XX, suas concepções não foram prontamente absorvidas no contexto escolar, sendo retomadas apenas em meados do século XX, influenciando o ensino de Ciências em todo o mundo.

A dependência tecnológica do Brasil e a crescente valorização da Ciência e Tecnologia no cenário internacional influenciaram fortemente as reformas curriculares ocorridas nos anos 50 e 60, em que se buscava a formação científica de estudantes aptos a impulsionar a industrialização, progresso e independência científica tecnológica brasileira. Tais reformas buscavam trazer a investigação científica para o ensino de Ciências, por meio da criação do IBECC – Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura -, em 1946 e tradução de materiais didáticos utilizados na Inglaterra e EUA na década de 60 (Andrade, 2011). Neste sentido, o IBECC impulsionou projetos que visavam a introdução ao método experimental por meio da investigação no contexto escolar, tais como a produção de kits didáticos com manuais de práticas experimentais que contemplavam as disciplinas de Ciências na Natureza. A este respeito Andrade (2011) explica que

[...] essa prática de ensino levava o aluno a participar de atividades que lhe possibilitavam ‘fazer’ atividades científicas através do método experimental (...), levando-o a realizar processos de produção da Ciência a partir de etapas, como: observação, classificação, inferência, coleta de dados, controle de variáveis, interpretação dos dados e conclusão. (Andrade, 2011, p. 125-126)

Tais projetos vigoraram na educação brasileira entre os anos 50 e 70 e traziam a ideia da Ciência como atividade neutra, em que o cientista, seus valores, o contexto político, econômico e social estavam à parte da atividade científica.

Neste contexto, o Projeto Experimentoteca foi idealizado como um laboratório de ciências portátil, que disponibiliza maletas de kits de experimentação para uso dos estudantes em atividades práticas das disciplinas das áreas de Biologia, Física, Química e Matemática nas escolas, operacionalizado por meio de um sistema de empréstimo gratuito, tal como uma biblioteca, daí o nome “Experimentoteca”. O projeto foi concebido pelo Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da Universidade de São Paulo – São Carlos (SP - Brasil) em 1984, e se expandiu para cerca de 20 universidades brasileiras a partir de 1991, em virtude de recursos oferecidos pela extinta Fundação Vitae. Na Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), o Projeto Experimentoteca teve suas atividades iniciadas em 1999, sob coordenação do Núcleo de Ciências em parceria com o Centro de Divulgação Científica e Cultural (CDCC) da USP de São Carlos, além de apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), da Academia Brasileira de Ciências (ABC) e da Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências (ABCMC). Em 2000,

empresas como Vale do Rio Doce, CST e Arcelormittal apoiaram o projeto e, em 2004, o MCT promoveu uma grande melhoria do acervo.

Apesar destes aperfeiçoamentos ocorridos desde o início da operacionalização, os roteiros disponibilizados nos kits de atividades práticas se mostram alinhados ao pensamento acerca do ensino de ciências à época da criação do projeto, ou seja, uma ciência neutra e acrítica cujo objetivo é criar uma nova geração de cientistas que impulsionariam o desenvolvimento tecnológico e econômico.

Andrade (2011, p. 127) ressalta que no final dos anos 80 e início dos anos 90, um segundo movimento de reformas curriculares ocorridas nos EUA e Inglaterra trouxe uma nova perspectiva no entendimento da educação científica: agora o intuito é a alfabetização da população para a compreensão dos aspectos econômicos, políticos e sociais influenciados pela Ciência e Tecnologia. Neste cenário, a ciência passou a ser entendida como algo dinâmico e atrelado à sociedade, superando a concepção de Ciência neutra. Assim, a forma de ensinar ciências assume uma crítica à investigação pouco reflexiva e simplista vigente nas teorias educacionais sobretudo nos anos 50 e 60, e promove uma prática do ensino de ciências que contemple reflexões acerca da natureza do conhecimento para a participação do cidadão na promoção de uma sociedade mais democrática.

No contexto brasileiro, as propostas mais recentes do ensino de Ciências por atividades investigativas, sobretudo a partir dos anos 2000, trazem uma visão crítica da atividade científica, em que as implicações políticas e sociais do fazer científico são alvo de análise e discussão, a fim de formar cidadãos que sejam capazes de tomar decisões conscientes que promovam o bem-estar coletivo, a preservação do ambiente e a promoção do progresso.

Neste sentido, percebe-se a necessidade da revisão e reformulação dos roteiros dos kits de experimentação do Projeto Experimentoteca, para uma perspectiva investigativa e interdisciplinar, pois na forma de protocolo ou receita passo a passo, como se apresentam não encoraja o trabalho intelectual do estudante, na medida que o problema vem pronto ao aluno, não estimulando a formulação de hipóteses e a reflexão crítica acerca do fenômeno estudado. Portanto, este trabalho objetivou

atualizar roteiros de dois kits experimentais do Projeto Experimentoteca, para que contemplem as novas perspectivas do Ensino de Ciências por meio de atividades interdisciplinares e com abordagem investigativa, com vistas ao estímulo do protagonismo estudantil na solução de um problema.

Neste contexto, o marco teórico desta dissertação de mestrado é fundamentado no Ensino por Investigação. Este enfoque pedagógico, baseado na construção ativa do conhecimento por parte dos estudantes por meio da investigação, tem sido amplamente reconhecido como uma abordagem eficaz para o ensino de ciências da natureza. Ao adotar o Ensino Investigativo como a base teórica deste estudo, busca-se não apenas compreender os princípios subjacentes a essa metodologia, mas também explorar sua aplicação prática no contexto da sala de aula. O Ensino por Investigação não só oferece uma estrutura conceitual robusta para a pesquisa, mas também abre caminho para a investigação de estratégias pedagógicas inovadoras que promovam a participação ativa dos alunos na construção do conhecimento científico.

Para tanto, a pesquisa adotou uma abordagem de pesquisa empírica experimental qualiquantitativa, com o método de investigação sendo a pesquisa-ação. O estudo foi conduzido com 22 jovens de 16 a 18 anos matriculados em uma Escola Pública Estadual em Vila Velha, seguindo o currículo do Novo Ensino Médio do estado do Espírito Santo. Devido à natureza da pesquisa envolvendo seres humanos, o projeto foi submetido à análise e aprovação pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Humanos do CEUNES/UFES.

Na próxima seção deste trabalho será apresentado os objetivos deste estudo, seguido do referencial teórico. Na quarta seção serão abordados os aspectos metodológicos. A seção seguinte apresenta os resultados encontrados bem como a discussão acerca destes. Por fim, na sexta e última seção, serão apresentadas algumas considerações acerca do estudo realizado, limitações e sugestões para pesquisas futuras.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

A partir do Projeto Experimentoteca da Universidade Federal do Espírito Santo, objetivamos elaborar e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativa e Interdisciplinar (SEII) sobre o sistema digestório.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Desenvolver atividades práticas investigativas e interdisciplinares integrando os conteúdos de Biologia, Química e Física;

Validar as práticas investigativas com alunos do Ensino Médio, visando uma abordagem metodológica alinhada ao Ensino por Investigação;

Reformular dois roteiros de atividades práticas sobre os conteúdos curriculares do Sistema Digestório do projeto Experimentoteca.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 ENSINO POR INVESTIGAÇÃO E EXPERIMENTAÇÃO NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA

A experimentação desempenha um papel importante no Ensino de Ciências (Galiazzi, 2001). Por seu caráter lúdico e motivador, é consenso que atividades práticas experimentais são capazes de aguçar o interesse e o envolvimento dos alunos, favorecendo o aprendizado (Giordan, 1999). As atividades práticas experimentais no âmbito escolar ganharam destaque a partir da década de 60, com os programas de educação científica como estratégia de ensino. O objetivo, à época, era a formação científica de estudantes aptos a promover o desenvolvimento tecnológico e científico do país. A partir dos anos 80 a visão de uma ciência neutra, empirista, objetiva e focada na formação de cientistas foi superada, almejando-se, por meio do ensino de ciências, a formação de sujeitos capazes de interpretar o mundo natural, conscientes e preocupados com o progresso e a preservação do ambiente.

Tendo como premissa uma educação para a vida e que possibilite a formação de cidadãos críticos, pensantes de seus atos e responsáveis socialmente, a abordagem investigativa no Ensino de Ciências tem o potencial de desenvolver tais habilidades. Castellar (2016, p. 48) ressalta que “o ensino por investigação pode contribuir para o desenvolvimento de atividades cognitivas complexas, para o aprendizado de conceitos científicos e para a compreensão da natureza da ciência.” Ademais, Trivelato e Tonidandel (2015, p. 99) reforçam os benefícios do ensino por investigação, pois é capaz de aproximar os estudantes às práticas da ciência. Neste sentido, Madruga e Klub (2015, p. 58) afirmam que “a experimentação faz mais sentido para a aprendizagem quando ela está inserida em um contexto de investigação”.

Uma proposta de ensino investigativo deve partir de um problema para a construção de um conhecimento. Um problema deve ser capaz de mobilizar os estudantes a investigar fenômenos, analisar dados, formular novas perguntas, buscar informações, estabelecer comparações e propor explicações e conclusões baseadas

em evidências (Sasseron e Carvalho, 2011). Anna Maria Pessoa de Carvalho (2013, p.7), nas suas pesquisas, enfatiza que são vários os tipos de problemas que podem iniciar uma SEI: a) o problema pode ser não experimental, neste caso é baseado em textos, figuras ou ideias que os estudantes já dominam e podem se aprofundar; b) o problema pode ser experimental, em que as ações manipulativas envolvem material experimental.

Nos problemas experimentais, Carvalho (2013, p. 7) salienta que a ação manipulativa pode ser realizada pelos próprios estudantes ou pelo professor, caso o experimento envolva recursos que podem oferecer perigo para os alunos manusearem - como experiências com reagentes altamente ácidos ou alcalinos, aparelhagem delicada ou insuficiente para o quantitativo de estudantes, experiências com fogo, entre outros - sendo, neste último caso, classificado por Carvalho (2013, p. 10) como um experimento demonstrativo investigativo. Carvalho (2013, p. 10) assevera, nestes termos, que num experimento demonstrativo investigativo, apesar de a ação manipulativa ser executada pelo professor, “a parte mais importante da resolução do problema é a justamente a passagem da ação manipulativa - neste caso realizado pelo professor - para a ação intelectual, que deve ser feita pelos alunos” (Carvalho 2013, p. 13). Nesta lógica, a demonstração deve ser um ponto de partida para que os estudantes possam levantar ou confirmar hipóteses, refletir criticamente sobre o fenômeno observado de modo a discutir e explorar o tema estudado.

Uma atividade prática investigativa deve considerar o conhecimento prévio dos estudantes, a fim de que o problema a ser investigado faça sentido; deve estimular a descoberta, o senso crítico e o protagonismo dos alunos, superando o caráter empirista e de demonstração da teoria. As atividades práticas investigativas permitem ao aluno o protagonismo na construção do conhecimento, sendo o professor responsável por mediar e potencializar esta aprendizagem (Madruga e Klug, 2015). Desta forma, a experimentação pautada na investigação estabelece uma ponte entre o que o estudante já sabe e o que busca saber, pois, ao fundamentar a solução de um problema, o aprendiz é capaz de ressignificar sua realidade, levando a reconhecer o conhecimento científico como uma atividade humana. As orientações curriculares para o Ensino Médio – Ciências da Natureza,

Matemática e suas tecnologias (2006) - vêm ao encontro desta perspectiva ao afirmar que

As atividades experimentais devem partir de um problema, de uma questão a ser respondida. Cabe ao professor orientar os alunos na busca de respostas. As questões propostas devem propiciar oportunidade para que os alunos elaborem hipóteses, testem-nas, organizem os resultados obtidos, reflitam sobre o significado de resultados esperados e, sobretudo, o dos inesperados, e usem as conclusões para a construção do conceito pretendido. (Brasil, 2006, p. 26).

Assim, as atividades investigativas são capazes de potencializar a autonomia dos estudantes, fazendo deles próprios construtores ativos do conhecimento, além de contribuir para o interesse e motivação durante as aulas.

3.2 A INTERDISCIPLINARIDADE

A Lei nº 13.415/2017 (Brasil, 2017) alterou a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional e estabeleceu uma mudança na estrutura do ensino médio ao trazer a perspectiva do ensino por área de conhecimento. As disciplinas de Biologia, Química e Física, integrantes da área das Ciências da Natureza, devem ser trabalhadas juntamente com a disciplina de Matemática de forma complementar e interdisciplinar no âmbito escolar. Nesta nova concepção do Ensino Médio a promoção das competências deve ser abordada de forma articulada, a fim de que a organização do aprendizado aconteça de maneira que faça sentido ao aluno e proporcione a ele um conhecimento duradouro e capaz de intervir em sua realidade. Nesta perspectiva Carlos (2007, p. 15) ressalta a importância da interdisciplinaridade no ensino, ao ampliar e enriquecer o saber, por se tratar de uma abordagem natural do conhecimento, visto que este é multifacetado, ou seja, não é isolado ou fragmentado, o que possibilita ao discente “uma nova maneira de conceber o mundo em sua multiplicidade [...] e uma formação mais consciente e completa, que lhe garanta as prerrogativas de um cidadão atuante num mundo globalizado marcado pela complexidade das interações”.

De acordo com Philippi Júnior (2000, p. 58), “o interdisciplinar consiste num tema, objeto ou abordagem em que duas ou mais disciplinas intencionalmente estabelecem nexos e vínculos entre si para alcançar um conhecimento mais abrangente, ao mesmo tempo diversificado e unificado”. Nesse entendimento,

Madruga e Klug (2015, p. 61) ressaltam que a “contextualização e a interdisciplinaridade devam ser eixos centrais organizadores das dinâmicas interativas, tanto na abordagem de situações reais trazidas do cotidiano, como nas situações criadas na sala de aula por meio da experimentação.” Assim, é possível inferir que a interdisciplinaridade no ensino fortalece a relação do que se estuda com a aplicação destes conhecimentos à vida real, ao possibilitar ao aprendiz a compreensão de questões complexas e desafiadoras, dando sentido ao que se aprende no contexto escolar.

3.3 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E MAPA CONCEITUAL

A Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS), idealizada por David Ausubel em 1968, defende que a aprendizagem ocorre de forma mais eficaz quando o novo conhecimento é relacionado ao conhecimento prévio especificamente relevante à nova aprendizagem, chamado pelo autor de “subsunçor” ou “ideia-âncora”. O subsunçor é, de acordo com Moreira (2012, p. 5), “um conhecimento específico na estrutura do conhecimento do indivíduo, que permite dar significado a um novo conhecimento que lhe é apresentado ou por ele descoberto”. Nesta perspectiva, o conhecimento é organizado em uma estrutura hierárquica de subsunçores subordinados a outros dinamicamente interrelacionados, chamada de estrutura cognitiva (Moreira 2012, p. 5). Essa estrutura é formada por conceitos, proposições e ideias que se relacionam entre si. A aprendizagem significativa ocorre quando o novo conhecimento é incorporado a essa estrutura cognitiva, estabelecendo relações com os conhecimentos prévios do aprendiz.

Na Aprendizagem Significativa, segundo Moreira (2012, p.3), destacam-se dois aspectos: a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Em suas próprias palavras, o autor esclarece que:

A diferenciação progressiva é o processo de atribuição de novos significados a um dado subsunçor (um conceito ou uma proposição, por exemplo) resultante da sucessiva utilização desse subsunçor para dar significado a novos conhecimentos [...]. A reconciliação integradora é um processo da dinâmica da estrutura cognitiva, simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações. (Moreira 2012, p. 6)

Nesse processo, o estudante atribui significado ao novo conhecimento ao mesmo tempo que ressignifica a ideia-âncora, o que o torna mais compreensível e capaz de servir de ancoradouro para novas aprendizagens significativas.

A TAS tem sido amplamente estudada e utilizada na educação. Morreira (2012, pág 18) destaca que “um corolário óbvio desta premissa é que qualquer intento de facilitar a aprendizagem significativa em situação formal de ensino deve tomar como ponto de partida o conhecimento prévio do aluno no campo conceitual em questão.” Nesse entendimento, é possível afirmar que para aplicação da teoria da aprendizagem significativa no desenvolvimento das aulas na educação básica, é importante que, ao planejar suas aulas, os professores identifiquem subsunçores, ou seja, os conhecimentos prévios especificamente relevantes dos alunos sobre o conteúdo a ser aprendido, e utilizem estratégias de aprendizagem que promovam a interação entre o novo conhecimento e os conhecimentos prévios, como por exemplo, atividades que envolvam problematização e investigação. Dessa maneira é favorecido um ambiente motivador e estimulante, que desperta o interesse dos alunos para a construção do conhecimento.

A TAS influenciou e ainda influencia diversos estudiosos do campo da educação e é o alicerce teórico da técnica de Mapeamento Conceitual desenvolvida por Joseph Donald Novak e seus colaboradores na década de 70 na Universidade de Cornell, nos Estados Unidos (Moreira, 2012). A aplicação de Mapa Conceitual (MC) no contexto da educação é fundamentada pela Aprendizagem Significativa, uma vez que o MC é uma forma visual de organizar o conhecimento, mostrando como os conceitos se ancoram e relacionam entre si. O MC é, portanto, uma ferramenta gráfica usada para organizar, representar e comunicar informações de maneira clara e concisa. Um MC busca responder uma pergunta focal e esta define o que está sendo explorado, ajudando a organizar e representar as relações entre os conceitos relevantes em torno dessa questão central. Esse tipo de mapa utiliza elementos gráficos, como caixas, que representam conceitos, e linhas, que conectam esses elementos para mostrar as relações entre eles. As linhas são acompanhadas por palavras ou frases curtas que descrevem a natureza da conexão entre os conceitos.

Na elaboração de um MC, podemos inferir que na diferenciação progressiva os conceitos são organizados hierarquicamente, de modo que os conceitos mais abrangentes estão conectados a conceitos mais específicos; enquanto na reconciliação integrativa os conceitos pertencentes a diferentes partes do mapa estão relacionados em linhas cruzadas ou transversais, atribuindo-lhe novos significados ao integrá-los. Isso implica na capacidade de ver padrões mais amplos, identificar conexões entre diferentes ideias e sintetizar informações em um entendimento mais abrangente. Portanto, cabe destacar que, na percepção de Moreira (2012, p. 1), “Mapas Conceituais não devem ser confundidos com mapas mentais, que são livres, associacionistas, não se ocupam de relações entre conceitos, incluem coisas que não são conceitos e não estão organizados hierarquicamente”.

Os estudos de Tavares (2007) apontam as potencialidades do uso do MC como um instrumento adequado para estruturar o conhecimento que está sendo construído pelo aprendiz. Nesta perspectiva, o autor aponta que:

Quando um aprendiz utiliza o mapa durante o seu processo de aprendizagem de determinado tema, vai ficando claro para si as suas dificuldades de entendimento desse tema. Um aprendiz não tem muita clareza sobre quais são os conceitos relevantes de determinado tema, e ainda mais, quais as relações sobre esses conceitos. Ao perceber com clareza e especificidade essas lacunas, ele poderá voltar a procurar subsídios (livro ou outro material instrucional) sobre suas dúvidas, e daí voltar para a construção de seu mapa. Esse ir e vir entre a construção do mapa e a procura de respostas para suas dúvidas irá facilitar a construção de significados sobre o conteúdo que está sendo estudado. O aluno que desenvolver essa habilidade de construir seu mapa conceitual enquanto estuda determinado assunto, está se tornando capaz de encontrar autonomamente o seu caminho no processo de aprendizagem. Caso ele não consiga encontrar as respostas nas consultas ao material instrucional, ele ainda assim terá conseguido ter clareza sobre as suas perguntas, e desse modo já terá encaminhado a sua aprendizagem de maneira conveniente e segura. Pois quando se tem clareza das perguntas, ou das dúvidas, é mais fácil procurar ajuda de pessoas mais experientes. (Tavares, 2007, p. 74-75)

Reconhecemos, portanto, o valor da técnica de Mapeamento Conceitual como uma poderosa ferramenta de aprendizagem que organiza e relaciona conceitos de maneira distinta clara e concisa.

3.4 SEQUÊNCIA DE ENSINO INVESTIGATIVA

Anna Maria Pessoa de Carvalho (2013, p. 9) define uma Sequência de Ensino Investigativa (SEI) da seguinte forma:

[...] Sequências de atividades (aulas) abrangendo um tópico do programa escolar em que cada uma das atividades é planejada, sob o ponto de vista do material e das interações didáticas, visando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem os novos, terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico e tendo condições de entenderem conhecimentos já estruturados por gerações anteriores. (Carvalho, 2013, p. 9)

Carvalho (2013, p. 8) esclarece que, no planejamento de uma SEI, são necessários quatro aspectos:

I - O Problema: numa abordagem investigativa o Problema deve fazer sentido aos estudantes, deve provocar a motivação e envolvimento na busca de uma solução. Neste sentido, um Problema deve mobilizar os conhecimentos prévios dos alunos, mas esses não são os suficientes para respondê-lo; deve, portanto, oferecer aos discentes uma nova forma de analisar uma situação, uma oportunidade de refletir de uma nova forma sobre os aspectos já conhecidos. Carvalho (2013, p. 12) ressalta ainda que “a resolução do problema precisa ser feita em grupos pequenos de alunos, pois eles, tendo desenvolvimentos intelectuais semelhantes, têm mais facilidade de comunicação”.

II - Leitura de texto de sistematização do conhecimento: Esta etapa, segundo Carvalho (2013, p. 15), corresponde a “uma atividade complementar ao problema” em que, por meio da pesquisa e leitura, os estudantes devem “repassar todo o processo da resolução do problema como também o produto do conhecimento discutido em aulas anteriores, isto é, os principais conceitos e ideias surgidas.”

III - Atividades que levam à contextualização social do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo: Carvalho (2013, p.16) defende que atividades de contextualização devem levar os estudantes a associarem o problema e o fenômeno investigado com o seu cotidiano.

IV - Atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI: Carvalho (2013, p.13) evidencia que ao final de uma SEI deve acontecer uma avaliação formativa, “um instrumento para que alunos e professor confirmem se estão ou não aprendendo” (Carvalho 2013, p. 18), e esclarece ainda que “a proposta das SEIs está pautada na ideia de um ensino cujos objetivos concentram-se tanto no

aprendizado dos conceitos, termos e noções científicas quanto no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica.” (Carvalho, 2013, p.18)

3.5 O ENSINO DO SISTEMA DIGESTÓRIO NO ENSINO MÉDIO

As Orientações Curriculares para o Ensino Médio de 2006 ressaltam que assuntos ligados à saúde e o estudo do corpo humano devem ser abordados no ensino de Ciências da Natureza com o objetivo de cultivar a compreensão dos alunos sobre os processos fisiológicos essenciais para a preservação da vida e da saúde. A alimentação é uma necessidade básica e cotidiana do corpo humano. Desta forma, o estudo dos órgãos e funções deste sistema, bem como os processos envolvidos na digestão dos alimentos, é um tema fundamental na trajetória escolar da educação básica. Neste sentido, o sistema digestório constitui-se um dos conteúdos abordados na disciplina de Biologia no Ensino Médio, estando presente no eixo vida e evolução da BNCC (Brasil, 2017).

No estudo intitulado "O Ensino da Digestão-Nutrição na Era das Refeições Rápidas e do Culto ao Corpo", realizado por Gonzales e Paleari (2006), foi analisado o nível e a natureza do conhecimento acerca da digestão entre alunos do ensino fundamental e médio, e os fatores que podem influenciar essa condição. Neste estudo as autoras afirmam que:

As falhas ocorrem de todos os lados, dos alunos que possuem um grande equívoco relacionado aos conceitos e funções dos órgãos, dos professores que possuem pouca afinidade com os conteúdos de fisiologia e dos livros didáticos que caracterizam uma abordagem mecanicista do assunto. (Gonzales, Paleari, 2006, p. 17).

O processo de digestão envolve a transformação dos alimentos em moléculas solúveis e absorvíveis pela mucosa intestinal, englobando duas etapas da digestão: a etapa mecânica, em que os alimentos são fragmentados em partículas menores sobretudo por meio da mastigação; e a etapa química, realizada por enzimas digestivas que “quebram” os alimentos em nutrientes absorvíveis (Tortora e Derrickson, 2014). Desta forma, podemos inferir que o estudo dos processos digestivos envolve não somente conhecimentos relativos à Biologia, no que tange ao estudo da anatomia e função dos órgãos que compõem o sistema digestório, mas também mobiliza conteúdos da disciplina de Física e Química, uma vez que envolve

tópicos como Cinética química e Fenômenos químicos e físicos. Neste sentido, urge a necessidade de um ensino interdisciplinar a fim de superar as dificuldades observadas no ensino-aprendizagem dos processos relacionados com a digestão dos alimentos.

Tal aspecto é corroborado pelo Art. 8º inciso II alínea “a” da Resolução nº 3 de 2018 do Conselho Nacional de Educação, ao afirmar que “as propostas curriculares do ensino médio devem garantir ações que promovam a integração curricular como estratégia de organização do currículo em áreas do conhecimento [...]”. As autoras Becker e Rocha (2016) ressaltam que o tema Digestão permite discussões interdisciplinares, sobretudo das disciplinas de Biologia e Química, porém são apresentados em momentos diferentes no Ensino Médio, além das discussões ressaltar somente aspectos químicos ou biológicos, impedindo uma abordagem interdisciplinar.

Apesar da área da bioquímica apresentar um campo temático abundante e promissor para abordagens experimentais e interdisciplinares (Francisco Jr. e Francisco, 2006), essa perspectiva é pouco explorada na educação básica. Neste entendimento, a professora Ana Lúcia Pontes Freitas, da Universidade Federal do Ceará, reforça, em entrevista concedida ao Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural Informações em 2006, que conceitos bioquímicos são apresentados em tópicos de biologia ou química separadamente e de forma superficial, por vezes privilegiando a memorização destes conceitos para as avaliações frente ao efetivo aprendizado, sob a justificativa de falta de tempo ou ausência do interesse do aprendiz. Freitas (2006) ressalta ainda que a ausência de aulas práticas, sobretudo em escolas públicas, afeta o despertar da curiosidade para um conhecimento mais profundo.

Neste sentido, Freitas (2006) afirma que a criação ou revitalização de laboratórios das escolas de educação básica, associado a capacitação de professores para aplicar as práticas, pode ser uma estratégia interessante como forma a superar tais dificuldades. Nessa perspectiva, ressaltamos a importância do Projeto Experimentoteca, uma vez que constitui como um laboratório de ciências portátil, oferecendo aos professores da educação básica o empréstimo gratuito de maletas

com kits de experimentação para turmas de 40 estudantes, com todo os os reagentes, roteiros e orientações necessárias para atividades práticas das disciplinas das áreas de Biologia, Física, Química e Matemática.

4 PERCURSO METODOLÓGICO

4.1 REFERENCIAL METODOLÓGICO

O trabalho consiste em uma pesquisa empírica experimental quali quantitativa, cujo método de investigação foi a pesquisa-ação. Na pesquisa-ação, a relação entre o pesquisador e o participante é contígua, uma vez que a investigação se aproxima da prática, pois o objeto da pesquisa é a prática docente e o pesquisador é o próprio professor. Nesse diapasão, Rosa (2013, p. 70) afirma que na pesquisa-ação “o pesquisador se insere no grupo com a intencionalidade de exercer uma ação política de transformação do grupo, com a pesquisa sendo a ferramenta para isto”. Ainda de acordo com o mesmo autor, a pesquisa qualitativa tem um caráter exploratório e privilegia a investigação das possíveis causas para o evento observado pelo pesquisador. Neste sentido, este tipo de procedimento se vale da observação atenta, em que alguns poucos casos são estudados a fundo, buscando identificar elementos em comum e avaliar a extensão da intervenção.

Foram utilizados como instrumentos de pesquisa a observação acerca do envolvimento e o protagonismo dos estudantes e as discussões realizadas por eles no decorrer das aulas e na produção do Mapa Conceitual, além da aplicação de questionário com questões fechadas, escala de Likert e questões mistas.

A técnica de análise será a Análise de Conteúdo que Bardin (1977) define como

Um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando obter, por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (Bardin, 1977, p. 42).

A validação dos roteiros se deu pelo Mapa Conceitual produzido pelos discentes e pelas respostas obtidas no questionário de análise dos resultados dos experimentos, bem como pela Análise Conteúdo do questionário de percepção dos estudantes acerca da SEII.

4.2 PARTICIPANTES

A pesquisa foi realizada com 22 jovens entre 16 e 18 anos matriculados em uma Escola pública Estadual, situada em Vila Velha, de Ensino Médio do turno intermediário (ensino técnico integrado ao ensino médio, com carga horária de 7 horas/ dia letivo) da rede estadual do Espírito Santo, atendendo à versão preliminar do Novo Currículo do Espírito Santo, em consonância com o Novo Ensino Médio.

4.3 ASPECTO ÉTICOS DA PESQUISA

Por se tratar de um estudo que envolve seres humanos, o projeto de pesquisa foi encaminhado para análise, registro do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) e do Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) (APÊNDICE A) sendo aprovado pelo Comitê de Ética de Pesquisa em Humanos do CEUNES/UFES Certificado de Apresentação de Apreciação Ética 68960323.0.0000.5063 (ANEXO 1).

4.4 PRODUTO

O produto elaborado como exigência para a Conclusão de Mestrado foi a atualização de dois roteiros do Projeto Experimentoteca, que subsidiaram a elaboração de uma Sequência de Ensino Investigativo Interdisciplinar (SEII), contemplando o Ensino por Investigação no Ensino de Ciências da Natureza, com vistas ao estímulo do protagonismo estudantil na solução de um problema.

4.5 ETAPAS DA PESQUISA

O presente estudo ocorreu em cinco etapas, descritas em detalhes a seguir. Para isso, esta seção foi dividida em cinco partes, relacionadas às etapas do presente estudo.

4.5.1 Etapa 1 - Escolha dos roteiros de atividades práticas do projeto Experimentoteca a serem reformulados

A escolha dos roteiros da Experimentoteca a serem atualizados se deu com base nos conteúdos indicados nas Orientações Curriculares de 2022 para as escolas estaduais; desta forma, foram trabalhados os roteiros: “Digestão do amido sob ação da saliva” e “Digestão no estômago ‘in vitro’”, tendo em vista o potencial interdisciplinar do assunto Digestão. Nota-se que os roteiros originais (ANEXO 2) não estimulam a reflexão crítica, tampouco o protagonismo estudantil na formulação de hipótese e discussão, para que sejam capazes de refletir e explicar sobre os fenômenos estudados. Percebe-se que os roteiros originais não analisam a ação dos dentes na digestão, tampouco estimulam os estudantes a refletir a respeito da importância da mastigação na digestão do alimento.

Constata-se também que não há interdisciplinaridade na análise dos experimentos propostos; deseja-se que, na reformulação dos roteiros, os estudantes atentem-se também para o objeto de conhecimento “Cinética Química - Fatores que afetam a velocidade de uma reação química”, previsto no currículo de Química e “Fenômenos químicos e físicos”, previsto no currículo de Química e Física. A reformulação do roteiro se deu pela revisão dos procedimentos aplicados nas atividades experimentais, que subsidiou a sugestão de uma sequência de ensino investigativa.

4.5.2 Etapa 2 - Desenvolvimento da SEII

Antes que a SEII fosse iniciada, os estudantes foram informados acerca desta pesquisa e convidados a participar, sendo esclarecidas todas as dúvidas surgidas e as assinaturas dos alunos coletadas no TALE, bem como de seus responsáveis no TCLE.

Após o cumprimento das etapas éticas exigidas, foi executada a Etapa 2, em que as atividades que compõem a Sequência de Ensino Investigativa foram desenvolvidas com os estudantes em cinco fases, sendo seis aulas de 50 minutos, acrescidos de algumas fases de estudo assíncronas em casa ou em aulas de Estudo Orientado, conforme descrita sucintamente no Quadro 1 a seguir. O Estudo Orientado integra a

parte diversificada do currículo escolar do Novo Ensino Médio das Escolas Estaduais e corresponde a uma aula de 50 minutos por semana, em que o estudante deve priorizar esse momento para o aprimoramento de suas aprendizagens, por meio da consolidação de hábitos e rotinas de estudo ao desenvolver sua própria metodologia de estudo.

Quadro 1 - Descrição das fases da SEII

Fase 1	Aula 1	Apresentação do tema, discussão e proposição de hipóteses
Fase 2	Aula 2	Atividade experimental “Digestão do amido sob ação da saliva” e “Digestão no estômago in vitro”
Fase 3	Aula 3 + Atividade assíncrona	Observação e análise dos resultados dos experimentos da fase 2.
Fase 4	Aula 4 e Aula 5 + Atividade assíncrona	Orientação e Elaboração do Mapa Conceitual a partir da análise dos resultados dos experimentos;
Fase 5	Aula 6	Socialização dos Mapas elaborados pelos grupos

Fonte: Elaborado pela autora.

A primeira fase do desenvolvimento da SEII corresponde a primeira aula, em que a professora conduziu a ambientação do tema questionando os estudantes “Como o nosso corpo usa o alimento que consumimos? O que acontece com o alimento consumido para que o corpo possa utilizá-lo?”, os alunos foram instigados a expressarem seus subsunçores sobre o sistema digestório, tanto oralmente quanto de maneira escrita. Em seguida, propôs o problema norteador da investigação: “Como o corpo ‘quebra’ o alimento no processo de digestão?”. Neste momento os estudantes registraram individualmente suas hipóteses.

Na sequência, os alunos tiveram contato com o modelo representativo do sistema digestório disponibilizado no laboratório da escola, para que os estudantes pudessem conhecer e se familiarizar com os órgãos que fazem parte deste sistema e suas respectivas funções e a partir dos conhecimentos estruturais iniciais, refletir sobre sua fisiologia.

Na segunda aula, que corresponde à segunda fase, foram executadas as atividades práticas “Digestão do amido sob ação da saliva” e “Digestão no estômago ‘in vitro’” que compõem o acervo da Experimentoteca. A primeira atividade prática realizada

foi “Digestão do amido sob ação da saliva” e a montagem foi executada inteiramente pelos estudantes. Esta prática ocorreu em duas etapas: Na primeira etapa da montagem do experimento, os estudantes pingaram Lugol 2% em amostras de alguns alimentos: pão, ovo cozido e salada de tomate e alface. A escolha das amostras se deu pela similaridade da alimentação ofertada aos estudantes na semana em que foram realizados os experimentos, que consistiu em pão com ovo, sendo acrescentado tomate e alface à atividade a fim de enriquecer o experimento. Foi utilizada como controle positivo uma solução de amido de milho e água, a fim de que os alunos pudessem visualizar a coloração violeta adquirida pelo Lugol em presença de amido e, assim, estabelecer uma comparação com as demais amostras. Desta forma, os estudantes puderam identificar os alimentos que contém mais amido ou aqueles e, que o carboidrato está ausente, e registram esses dados por meio de fotos.

Na etapa seguinte, os alunos selecionaram a amostra cuja coloração foi mais escura (pão), e dividiram em duas porções: uma porção ficou íntegra, e a outra porção os alunos fragmentaram o pedaço de pão utilizando uma tesoura escolar, a fim de simular a mastigação dos dentes. Em ambas as porções os alunos acrescentaram saliva e misturaram ao alimento, com o auxílio de um palito de picolé, tiraram uma foto e fecharam o recipiente. Utilizando a tira de papel medidora de pH, os estudantes averiguaram o pH da saliva e fizeram anotações.

Em seguida, foi executada a segunda atividade prática da maleta da Experimentoteca: “Digestão no estômago ‘in vitro’”. Neste experimento, os estudantes e a professora prepararam oito tubos de ensaio simulando a digestão de proteínas (clara de ovo cozida) pela enzima pepsina no estômago. Esta prática foi um experimento demonstrativo investigativo, pois envolve o uso de reagente (ácido clorídrico), que pode oferecer perigo aos alunos. As ações manipulativas que não ofereçam riscos foram executadas pelos estudantes, e aquelas que são perigosas foram realizadas pela professora. Juntos, elaboraram o experimento em que oportunizou aos estudantes a observação e investigação do fenômeno através da demonstração experimental. Os alunos se dividiram em quatro grupos, e cada grupo preparou dois tubos de ensaio, como descrito no Quadro 2. Os estudantes prepararam as amostras de claras de ovos cozidas em dois tamanhos: os tubos “A”

com o pedaço grande, e os tubos “B”, com a clara de ovo fragmentada em pequenos pedaços, e com o auxílio de uma tesoura escolar, simularam a ação da mastigação.

Utilizando a tira de papel medidora de pH, os alunos averiguaram o pH da água e do ácido clorídrico e fizeram anotações. Em seguida, os estudantes inseriram nos tubos de ensaio designados a cada grupo as amostras de clara de ovo, bem como os reagentes, com exceção do ácido clorídrico. Este reagente, por oferecer risco aos alunos, foi manipulado pela professora, a fim de evitar eventuais acidentes. Imediatamente após a preparação dos tubos, os estudantes tiraram uma foto para comparação dos tubos antes e depois de 24h da clara de ovo em contato com os reagentes.

Quadro 2 - Descrição das ações a serem executadas no Experimento Demonstrativo Investigativo “Digestão no estômago ‘in vitro’”

GRUPO	TUBO DE ENSAIO	AÇÃO MANIPULATIVA DOS ESTUDANTES	AÇÃO MANIPULATIVA DO PROFESSOR
1	1A	Acrescentar um pedaço grande de clara de ovo cozido + 6 mL de água.	Nenhuma.
	1B	Acrescentar pedaços fragmentados de clara de ovo cozido + 6 mL de água.	Nenhuma.
2	2A	Acrescentar um pedaço grande de clara de ovo cozido.	Acrescentar 6 mL de ácido clorídrico.
	2B	Acrescentar pedaços fragmentados de clara de ovo cozido.	Acrescentar 6 mL de ácido clorídrico.
3	3A	Acrescentar um pedaço grande de clara de ovo cozido + 2 mL de água + 4 mL de pepsina.	Nenhuma.
	3B	Acrescentar pedaços fragmentados de clara de ovo cozido + 2 mL de água + 4 mL de pepsina.	Nenhuma.
4	4A	Acrescentar um pedaço grande de clara de ovo cozido + 2 mL de ácido clorídrico + 4 mL pepsina	Acrescentar 2 mL de ácido clorídrico.
	4B	Acrescentar pedaços fragmentados de clara de ovo cozido + 2 mL de ácido clorídrico + 4 mL de pepsina.	Acrescentar 2 mL de ácido clorídrico

Fonte: Elaborado pela autora.

No dia seguinte ocorreu a Fase 3, em que os alunos observaram e fizeram registros fotográficos dos resultados dos experimentos montados no dia anterior para a comparação das amostras antes e depois de 24h de contato do pão com a saliva e

do ovo cozido com os reagentes. Diante da constatação dos resultados de cada experimento, os alunos foram encorajados a manifestarem oralmente suas percepções acerca dos resultados. Em seguida, os alunos foram orientados a responder nos minutos finais na aula e/ ou na aula de Estudo Orientado, um questionário (APÊNDICE B) na plataforma Google Sala de Aula, em que analisaram as fotos das amostras no início e final do experimento, estabelecendo hipóteses que expliquem os dados observados.

Na fase quatro, após a análise dos dados, os estudantes, em grupos, produziram um Mapa Conceitual (MC), uma forma esquemática de apresentar os mecanismos envolvidos nas disciplinas de Ciências da Natureza, no qual os alunos tiveram que relatar o percurso do alimento até sua completa digestão, evidenciando os órgãos e processos físicos e químicos envolvidos, relacionando-os com as atividades práticas realizadas. A questão focal do MC foi o problema proposto na aula 1 “Como o corpo “quebra” o alimento no processo de digestão?”, que orientou a construção do MC pelos estudantes, e por meio dele os grupos tiveram que propor explicações e soluções.

Nesta fase, inicialmente, a professora explicou aos alunos o que é um Mapa Conceitual e como este se difere de um Mapa Mental e orientou com relação a sua estrutura e como fazê-lo. Como fonte de pesquisa e leitura, a professora sugeriu que os grupos utilizassem o livro didático como base e atentou aos estudantes que, se utilizassem a internet como fonte complementar de pesquisa, deveriam sempre averiguar as informações checando-as em mais de uma fonte.

Em seguida, os grupos se reuniram para planejar o MC, e executaram-no na aula seguinte, além de em momentos assíncronos em aulas de Estudo Orientado ou de estudo em casa por parte dos grupos. Os estudantes tiveram a liberdade de elaborar o MC à mão ou utilizar aplicativos, como o Canva ou Google Apresentações, para a construção desse tipo de mapa.

Por fim, na fase cinco, ocorreu a socialização dos Mapas Conceituais, em que foram apresentados pelos grupos à turma. Em seguida, os alunos responderam na plataforma Google Sala de Aula o questionamento “Explique os processos que

promovem a quebra dos alimentos no processo de digestão”, para que individualmente pudessem sintetizar os conhecimentos adquiridos após o estudo e investigação na busca pela solução do problema proposto. Ao final desta fase, foi realizado um lanche coletivo para celebrar a culminância desta atividade sobre o Sistema Digestório.

4.5.3 Etapa 3 - Avaliação da SEII por parte dos estudantes

Ao final da aplicação da SEII, os estudantes responderam individualmente um questionário (APÊNDICE B) para coleta de informações tais como: faixa etária, percepção sobre a escola, interesse na área de Ciências da Natureza, além de oportunizar ao estudante a autoavaliação em relação às etapas da SEII e refletir sobre como esta contribui para a aprendizagem.

4.5.4 Etapa 4 - Sistematização dos conhecimentos

A sistematização dos conhecimentos se deu por comparação entre as hipóteses levantadas pelos alunos na primeira fase e no MC, além da análise de todas as etapas do projeto, em que foi considerado o envolvimento e o protagonismo dos estudantes e as discussões realizadas por eles no decorrer das aulas. As hipóteses levantadas pelos estudantes, bem como as respostas do questionamento para a sintetização dos conhecimentos “Explique os processos que promovem a quebra dos alimentos no processo de digestão”, foram submetidos à análise de conteúdo, e seus resultados foram comparados a fim de averiguar a evolução do aprendizado dos estudantes. A partir dos dados coletados no questionário de avaliação da SEII respondido pelos alunos, foi realizada a análise de conteúdo temática por frequência para a validação da SEII por parte dos estudantes.

4.5.5 Etapa 5 - Reformulação dos roteiros de atividades práticas do projeto Experimentoteca

Com base na SEII realizada, os roteiros “Digestão do amido sob ação da saliva” e “Digestão no estômago” foram reformulados (APÊNDICE D) para que contemplem as novas perspectivas do Ensino de Ciências por meio de atividades

interdisciplinares e com abordagem investigativa, com vistas ao estímulo do protagonismo estudantil na solução de um problema.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão apresentados os resultados obtidos, a partir da produção dos dados no desenvolvimento da SEII (Etapa 2), na avaliação da Sequência de Ensino Investigativo por parte dos estudantes (Etapa 3) e na reformulação dos roteiros de atividades práticas do projeto Experimentoteca (Etapa 5), de modo a favorecer a discussão. Para isso, esta seção foi dividida em três partes, relacionadas às etapas do presente estudo.

5.1 Desenvolvimento da SEII

Com relação aos resultados obtidos na primeira fase da Etapa 2, a de ambientação do tema, ao serem questionados “Como o nosso corpo usa o alimento que consumimos? O que acontece com o alimento consumido para que o corpo possa utilizá-lo?”, quase a totalidade dos estudantes relacionaram a alimentação com a obtenção de energia e fizeram apontamentos genéricos com relação à digestão, frequentemente relacionando com processo de quebra/ separação e absorção como por exemplo:

Aluno 1: *“Utiliza como fonte de energia e restauração do corpo. O alimento é digerido, separado em vários pedacinhos para que possa ser utilizado.”*

Aluno 2: *“Absorvendo os nutrientes e transformandos (sic) em energia. (O alimento) É digerido pelo estômago e lá acontece a separação de nutrientes que o corpo absorve e o que não traz benefícios é jogado fora.”*

Aluno 3: *“O nosso corpo quebra o alimento em várias partes pequenas e o transforma em energia, absorve os nutrientes e o resto é jogado fora.”*

Aluno 4: *“O nosso corpo usa os alimentos que consumimos como fonte de energia, tirando deles nutrientes, vitaminas e que o fazem funcionar melhor. Para o corpo conseguir usufruir dos componentes de tal alimento é feita a digestão, para que o alimento se ‘quebre’ e assim fique possível das células se apropriarem de tais vitaminas.”*

Por meio das respostas dos alunos diante dos questionamentos de ambientação, é possível identificar os subsunçores que os estudantes trazem consigo dos processos digestivos. Os alunos entendem a importância da alimentação como fonte de energia e nutrientes para a manutenção da vida, e relacionam os processos digestivos com a quebra e absorção dos nutrientes presentes nos alimentos.

Este apontamento é sustentado pelas hipóteses levantadas pelos alunos diante do problema apresentado: “Como o corpo ‘quebra’ o alimento no processo de digestão?”. Vinte hipóteses estabelecidas pelos estudantes foram submetidas à análise de conteúdo por frequência, e foram pré-estabelecidas categorias sobre o problema proposto (Quadro 3).

Quadro 3 - Categorização das hipóteses estabelecidas pelos estudantes

Categoria	Descrição	Resposta esperada em cada categoria
Resposta Correta (RC)	Quando a resposta apresentada consta ao menos 5 dos aspectos avaliados e está coerente com o conceito científico	Mencionar: 1. Processos físicos 2. Processos químicos Exemplificar: 3. Mastigação 4. Enzimas digestivas Explicar: 5. Os dentes fragmentam o alimento em pedaços menores, que aumentam a superfície de contato com as enzimas digestivas 6. Estas, por sua vez, atuam em condições específicas de pH, rompendo as ligações químicas dos polímeros presentes nos alimentos, transformando-os em moléculas menores absorvíveis pelo organismo
Resposta Parcialmente Correta (RPC)	Quando a resposta está correta, mas não está completa.	Respostas incompletas, mas com informações de acordo com a categoria RC, ou seja, atendeu corretamente quatro ou menos dos aspectos avaliados.
Resposta Incorreta (RI)	A hipótese errônea ou fora do contexto científico apreciado.	Respostas com conceitos não relacionados na categoria RC.
Não Sabe (NS)	Não respondeu ou escreveu “não sei”	Respostas escritas “.” ou “não sei”.

Fonte: Elaborado pela autora.

Os resultados demonstrados no Tabela 1 a seguir indicam que a maior parte (75%) das hipóteses levantadas pelos alunos estão incompletas (RPC), sendo 15% delas categorizadas como incorretas (RI) e nenhuma atendeu à categoria Resposta Correta (RC).

Tabela 1 - Análise de conteúdo por frequência das hipóteses levantadas pelos estudantes frente ao problema “Como o corpo ‘quebra’ o alimento no processo de digestão?”

Categoria	Frequência de ocorrência		Trechos das respostas
	Absoluta n = 20	Percentual	
RC	0	0%	-
RPC	15	75%	“O estômago libera um ácido gástrico para dissolver o alimento.” “Existem vários níveis para chegar a digestão, dos quais o ato de mastigar está presente quebrando o alimento, o suco gástrico dissolvendo o resto do alimento.”
RI	4	20%	“Gás gástrico.” “Pelo processo de mastigação quando chega no estômago.”
NS	2	10%	-

Fonte: Elaborado pela autora.

Carvalho (2013, p. 3), em seus estudos, ressalta “a importância do erro na construção de novos conhecimentos”, ao salientar que “é muito difícil o aluno acertar de primeira”, e evidencia que é preciso deixar o aluno errar e pensar sobre este, para que ele próprio trilhe o caminho do acerto. Neste sentido, a autora argumenta que “o erro, quando trabalhado e superado pelo próprio aluno, ensina mais que muitas aulas expositivas quando o aluno segue o raciocínio do professor e não o seu próprio”. Diante disso, é possível apontar que o problema norteador da investigação é relevante, uma vez que estimula os alunos a se aprofundarem nos agentes envolvidos nos processos de “quebra” dos alimentos.

Percebe-se que as hipóteses dos estudantes não contemplam a digestão química dos alimentos executada pelas enzimas digestivas, ainda que apontem em suas respostas a importância da mastigação para a digestão. Ainda nesse sentido, cabe ressaltar que diversos estudantes destacaram a presença do ácido estomacal como promotor da digestão, sem considerá-lo um fator que aumenta a velocidade de reação de digestão executada pela enzima pepsina. Face a isso, cabe evidenciar a relevância dos experimentos que foram executados, haja vista que ambas as maletas selecionadas do Projeto Experimentoteca buscam investigar a ação de

enzimas digestivas e alguns fatores relacionados à digestão que levam à alteração da velocidade de reação.

Na segunda aula, que corresponde à segunda fase, em que foram realizadas as atividades práticas “Digestão do amido sob ação da saliva” e “Digestão no estômago ‘in vitro’” (acervo do Projeto Experimentoteca), os alunos se mantiveram muito empolgados com as atividades durante todo momento. Estavam animados e interessados em realizar experimentos, manipular ferramentas laboratoriais e observar os resultados (Figura 2 A e B). Tais resultados corroboram o que foi apontado por Giordan (1999) no estudo intitulado “O papel da experimentação no ensino de ciências”, em que o autor salienta a importância de atividades experimentais como motivador do envolvimento e curiosidade dos estudantes, contribuindo, desta forma, para o aprendizado.

Figura 2 - Realização de atividades práticas que compõem o acervo da Experimentoteca. A: Estudantes fazendo os experimentos “Digestão do amido sob ação da saliva”. B: Estudantes fazendo os experimentos “Digestão no estômago ‘in vitro’”.



Fonte: Acervo pessoal.

No dia seguinte ocorreu a Fase 3, em que os alunos observaram e fizeram registros fotográficos dos resultados dos experimentos montados no dia anterior para a comparação das amostras antes e depois de 24h de contato do pão com a saliva e do ovo cozido com os reagentes.

No experimento “Digestão do amido sob ação da saliva”, foi possível observar que o pão que não foi triturado e misturado à saliva estava com a coloração escura do Lugol muito mais evidente do que a mostra de pão triturado, pela menor área de

contato com a enzima presente na saliva. No experimento “Digestão no estômago ‘in vitro’”, foi observada a ação pepsina apenas nos tubos 4B, cuja atividade enzimática se dá em ambiente ácido, e com o ovo triturado, por haver uma maior área de contato entre a superfície do alimento e a enzima.

Diante da constatação dos resultados de cada experimento, os alunos foram encorajados a manifestarem oralmente suas percepções acerca dos resultados e apontaram que, em ambos os experimentos, a mastigação desempenhou um papel fundamental para a digestão. Os alunos observaram também que o tubo de ensaio 2 (que continha somente ácido clorídrico e ovo) não teve a digestão tão evidente do que se comparado aos tubos 4, nos quais, além do ácido clorídrico, também foi adicionada solução de enzima pepsina, contrariando o apontamento de muitos alunos no levantamento das hipóteses em que destacaram o ácido clorídrico como promotor da digestão, desconsiderando a ação enzimática. Nesse sentido, destaca-se a importância da experimentação como estratégia de investigação do problema, alinhando-se com a perspectiva de Madrugá e Klug (2015, p. 59), que afirmam que “as boas atividades experimentais têm por fundamento a solução de problemas da realidade dos alunos e, além disso, são geradoras de conflitos cognitivos entre o que o aprendiz já sabe e o que busca saber.”

Os resultados obtidos nos questionários (APÊNDICE B) evidenciam que os alunos identificaram corretamente que o Lugol evidencia a presença do amido e que o pão foi o alimento com maior quantidade desse carboidrato. Também apontaram que o alimento fragmentado pela tesoura representou a ação dos dentes na mastigação, bem como entenderam que a língua, representada pelo palito de picolé, realiza a mistura do alimento com a saliva. Todas as respostas dos questionários para a análise dos experimentos sinalizaram que a trituração do alimento (mastigação) foi fundamental para a melhor digestão, fato já levantado pelos alunos oralmente.

Com relação à análise dos resultados do experimento “Digestão no estômago ‘in vitro’”, as respostas dos estudantes revelam a importância do ambiente ácido para a ação da enzima pepsina, ao responderem à questão “Comparando todos os tubos de ensaio após 24h, em qual a digestão da clara de ovo foi mais evidente? Levante

hipóteses que expliquem a diferença dos resultados obtidos nos tubos de ensaio.”

Os alunos argumentam, por exemplo :

Aluno 5 *“No quarto. Se dá pela reação química e a quebra das moléculas. O quarto ficou muito evidente por conta do ácido clorídrico e pepsina quebrarem muito mais fácil as moléculas do ovo.”*

Aluno 6: *“No tubo 4. Com o ácido clorídrico e a pepsina o ovo que estava mastigado se dissolveu todo praticamente, e o ovo que estava mais inteiro diluiu mais que os outros que estavam com outros líquidos.”*

Aluno 7: *“A com ácido clorídrico. Pois os phs dos líquidos são diferentes e a enzima só atua no ácido.”*

Aluno 8: *“Foi a dos ovos picados no tubo de ensaio que continha a enzima e a outra substância no ph favorável para que a enzima trabalhasse dissolvendo o alimento. Minha hipótese é que a enzima em conjunto com a substância com o ph favorável e com o ovo picado que aumenta a superfície de contato com as substâncias trabalharam juntos para entregar o melhor resultado de "digestão" após 24 horas.”*

Após a análise dos dados, na fase quatro, os estudantes, em grupos, elaboraram um MC (Figura 3), conforme as instruções dadas pela professora, e foram produzidos quatro MC no total. Vale ressaltar que foi fundamental a explicação inicial do que se trata um MC e como este se diferencia de um Mapa Mental, pois os alunos já estão habituados com o Mapa Mental, porém desconheciam o Mapa Conceitual. A estratégia de utilização do MC para a sistematização do conhecimento por parte dos estudantes, etapa, segundo Carvalho (2013, p. 15), fundamental no planejamento da SEI, foi bastante interessante, uma vez que não há MC de fácil acesso na internet sobre o tema, o que impeliu os estudantes a criarem seus próprios MC e não copiá-los da Web como costumeiramente fazem, além de toda a fundamentação teórica que sustenta os benefícios da utilização de tal estratégia, apontada por Moreira (2012, p.6) ao afirmar que MC potencializa a aprendizagem significativa.

Figura 3 - Alunos fazendo o Mapa Conceitual



Fonte: Acervo pessoal.

A respeito dos quatro Mapas Conceituais elaborados pelos estudantes, foi observado que todos os grupos aplicaram a diferenciação progressiva (Figuras 4, 5, 6 e 7). Isso fica evidente na representação visual dos MCs, em que iniciaram com uma visão geral do tema e, ao longo da elaboração, acrescentaram detalhes mais específicos, conforme descrito por Tavares (2007), ao afirmar que é clara a diferenciação progressiva ao se construir uma hierarquia conceitual iniciando de características mais inclusivas para as mais específicas. A abordagem apresentada nos MCs elaborados reflete a aplicação do princípio, promovendo a conexão gradual de novos detalhes aos conhecimentos prévios, resultando em uma compreensão mais profunda e integrada do assunto, conforme apontado por Moreira (2012) no estudo intitulado “Mapas conceituais e aprendizagem significativa”. Assim, a estrutura dos Mapas Conceituais produzida pelos discentes demonstrou com sucesso a diferenciação progressiva como estratégia para facilitar a aprendizagem significativa.

Figura 4 - Mapa Conceitual elaborado pelos alunos.



Figura 5 - Mapa Conceitual elaborado pelos alunos.

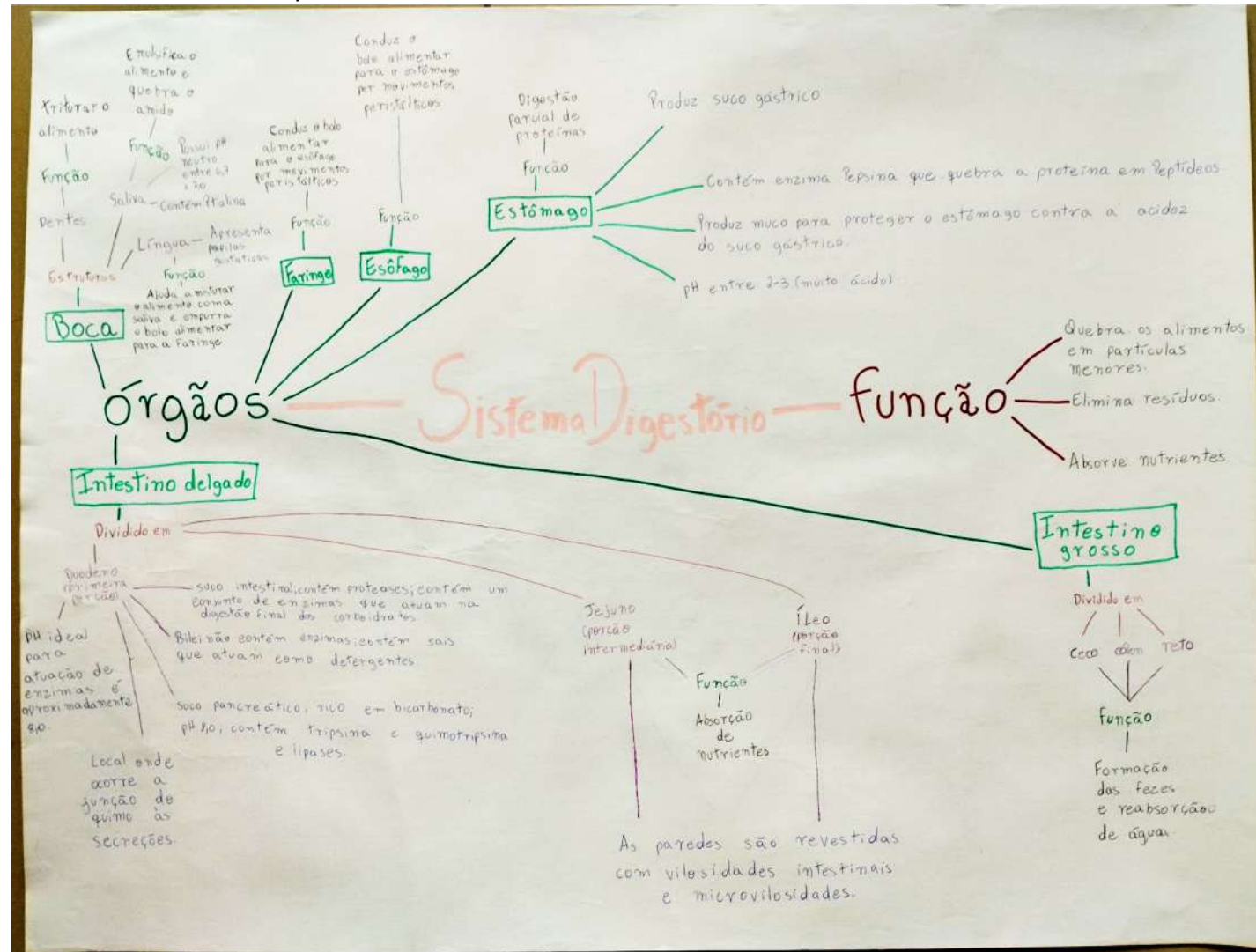


Figura 6 - Mapa Conceitual elaborado pelos alunos.

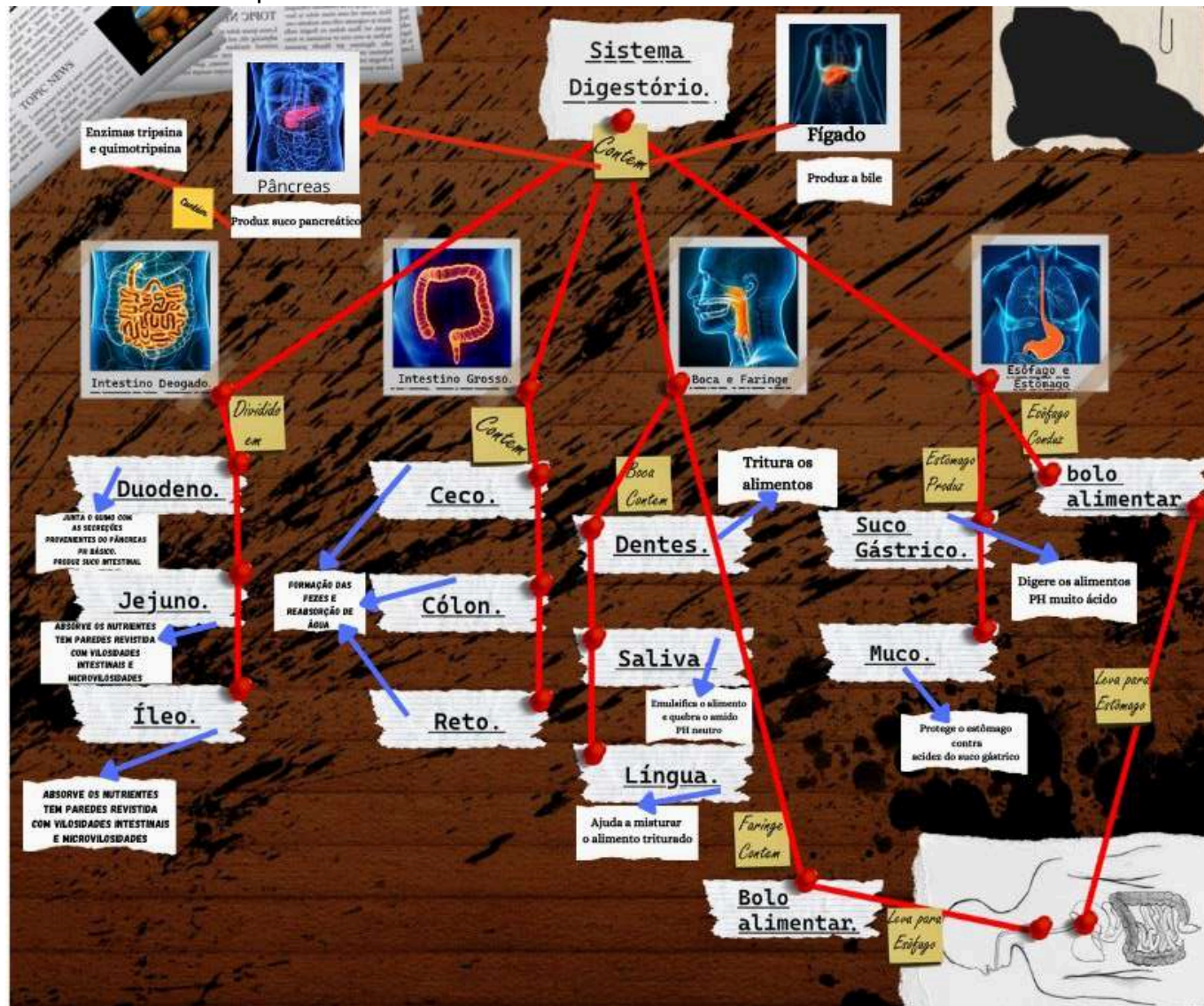
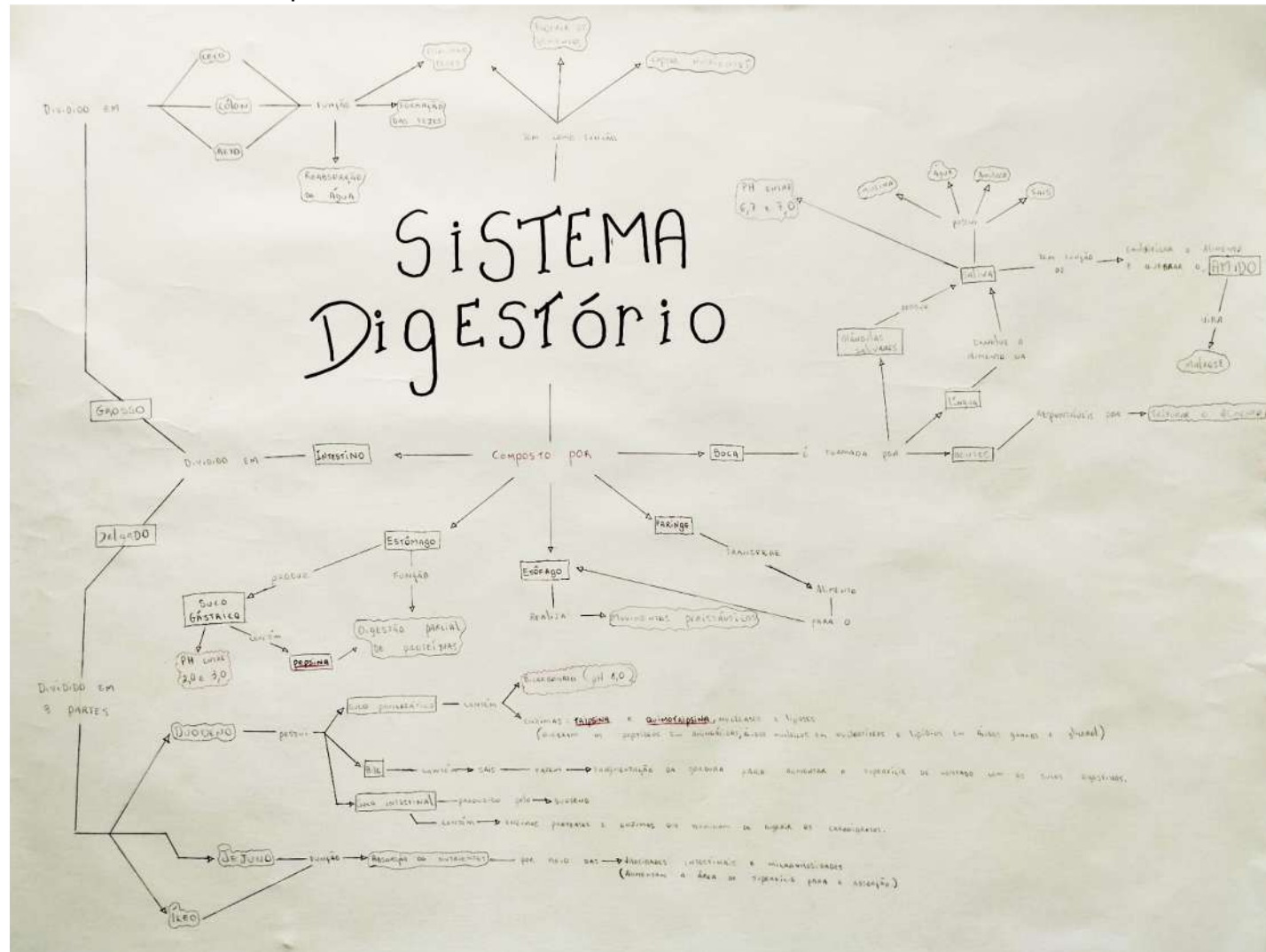


Figura 7 - Mapa Conceitual elaborado pelos alunos.



Fonte: Acervo pessoal.

Contudo, este resultado não se estende à reconciliação integrativa, haja vista que apenas um grupo (Figura 7) a estabeleceu, e ainda não o faz de forma satisfatória, pois os conceitos interrelacionados são escassos e de maneira superficial. Tavares (2007) ressalta que na construção de uma hierarquia conceitual observada na elaboração do MC proposto, é clara a reconciliação integrativa quando o aprendiz “constrói relações de significados entre conceitos aparentemente díspares”.

Por exemplo, em apenas um dos MC produzidos (Figura 7), observa-se relações entre conceitos pertencentes a diferentes partes do MC estabelecidas por linhas transversais apenas duas vezes, em que o grupo conecta os conceitos “língua” e “glândulas salivares” com o conceito “saliva”, observada no canto superior direito do MC, e quando observamos que as relações entre os conceitos que descrevem as funções do sistema digestório estão relacionados com a função do intestino grosso, averiguada na região superior central do MC. Os outros três grupos não estabeleceram a reconciliação integrativa em nenhum momento dos MC elaborados, haja vista que é observada apenas conexões lineares entre os conceitos (Figuras 4, 5 e 6). Nesta perspectiva, Tavares avalia como um mau mapa (2007, p. 78), uma vez que fica evidente a limitação dos estudantes em enxergarem outras interconexões e possibilidades de compreensão da questão. A inobservância desta relação indica a dificuldade dos discentes em perceber a interconexão holística entre os diferentes componentes do conhecimento, o que reflete uma limitação na capacidade de integrar informações de forma abrangente.

Essa dificuldade pode decorrer da ausência de uma compreensão mais profunda sobre como os diversos elementos se relacionam e contribuem para o entendimento global do tema, ou mesmo uma falta de familiaridade com a técnica de mapeamento conceitual por parte dos estudantes. Portanto, a melhoria na elaboração de Mapas Conceituais pode ser alcançada por meio de uma orientação mais próxima com relação a estrutura de um MC e também pelo estímulo ao estudo mais aprofundado e à construção de relações mais robustas e significativas entre os conceitos, promovendo uma aprendizagem mais integrada e abrangente.

A finalização da Etapa 3 se deu pela socialização dos MC em que foram apresentados pelos grupos à turma. Foi um momento muito enriquecedor, pois os alunos puderam prestigiar o trabalho dos colegas e compartilhar o que cada grupo aprendeu na SEII. Como forma de celebrar a culminância desta SEII sobre o Sistema Digestório, foi realizado um lanche coletivo, uma ocasião ansiosamente aguardada pelos alunos. Neste momento, antes que fosse autorizado o lanche, a professora agradeceu a participação e o envolvimento dos alunos nas atividades. Alguns alunos se manifestaram reciprocamente, sendo que um estudante destacou as macromoléculas predominantes no lanche, sendo, sobretudo, carboidratos e lipídios.

Ainda nesta etapa, dezoito estudantes responderam na plataforma Google Sala de Aula o questionamento “Explique os processos que promovem a quebra dos alimentos no processo de digestão”, a fim de oportunizar a síntese dos conhecimentos adquiridos após a investigação do problema proposto na SEII. As respostas foram submetidas à análise de conteúdo, estabelecendo-se as mesmas categorias utilizadas para a análise das hipóteses, exposto anteriormente no Tabela 5.

Os resultados demonstrados no Tabela 2 revelam que 72,23% das respostas foram classificadas como corretas, sendo que das treze RC, apenas quatro não atenderam a todos os seis aspectos avaliados, o que nos permite inferir que 50% do total de alunos que responderam o questionamento atenderam integralmente às expectativas de aprendizado. Tal resultado, se confrontado com o percentual de 0% de RC das hipóteses levantadas pelos estudantes no início da SEII (Tabela 1), revela considerável progresso na aprendizagem dos discentes.

Observa-se também que 16,67% das respostas (Tabela 2) foram categorizadas como parcialmente corretas, frente ao percentual 75% de RPC observado no início da SEII, no estabelecimento de hipóteses pelos estudantes (Tabela 1).

Com relação às respostas categorizadas como incorretas, ao final da SEII observou-se um percentual de 11,12% (Tabela 2), ou seja, uma queda significativa

desse resultado indesejado, haja vista que no estabelecimento de hipóteses, no início da SEII, este percentual foi de 20% (Tabela 1).

Quanto às respostas categorizadas como Não Respondeu, o resultado ao final da SEII foi de 0% (Tabela 2) frente à 10% observado no estabelecimento das hipóteses no início da SEII (Tabela 1). Há respaldo na literatura visitada para tais resultados, como apresentado pelas autoras Trivelato e Tonidandel (2015), que apontam que o ensino investigativo é capaz de aproximar os alunos das práticas das ciências, o que Castellar (2016) considera um fator que contribui para o aprendizado de conceitos científicos.

Tabela 2 - Análise de conteúdo por frequência do questionamento de sistematização individual do conhecimento “Explique os processos que promovem a quebra dos alimentos no processo de digestão.”

Categoria	Frequência de ocorrência		Observações
	Absoluta n = 18	Percentual	
RC	13	72,23%	9 respostas (50% do total) atendeu aos seis aspectos avaliados e 4 respostas (22,23% do total) atendeu a cinco aspectos.
RPC	3	16,67%	-
RI	2	11,12%	-
NS	0	0%	-

Fonte: Elaborado pela autora.

Nas respostas categorizadas como corretas para o questionamento “Explique os processos que promovem a quebra dos alimentos no processo de digestão”, os alunos apontaram, por exemplo:

Aluno 9: *“A mastigação é um fenômeno físico que fragmenta os alimentos, aumentando sua superfície de contato com as enzimas digestivas. As enzimas, por sua vez, são catalisadores que aceleram reações químicas, como a quebra de moléculas complexas dos alimentos em substâncias mais simples, facilitando a absorção pelo organismo durante a digestão. Essa combinação de processos físicos e químicos otimiza a eficiência da digestão.”*

Aluno 10: *“A mastigação é um fenômeno físico que ocorre na boca e envolve a quebra mecânica dos alimentos através dos dentes. Isso aumenta a superfície de exposição dos alimentos, facilitando a ação das enzimas digestivas. Por sua vez, as enzimas digestivas,*

como a amilase salivar, começam a agir quimicamente, quebrando moléculas de amido em componentes menores no ambiente neutro da boca. No estômago, a pepsina, desencadeia a digestão de proteínas em ambiente ácido. Esses processos combinados promovem a quebra eficiente dos alimentos, facilitando a absorção de nutrientes no trato gastrointestinal.”

Aluno 11: “A mastigação é um fenômeno físico que fragmenta os alimentos através da ação dos dentes, aumentando a superfície de contato e facilitando a ação das enzimas digestivas. Já as enzimas digestivas são substâncias químicas produzidas pelo corpo que atuam em pHs específicos e quebram as moléculas dos alimentos em unidades menores, facilitando sua absorção pelo organismo.”

Aluno 12: “A mastigação promove a quebra física dos alimentos, aumentando a superfície de contato com as enzimas digestivas. As enzimas digestivas, por sua vez, realizam reações químicas em pHs determinados e quebram as moléculas de alimentos em componentes menores, facilitando sua absorção pelo organismo.”

Observa-se que as respostas dos alunos levaram em conta tanto a digestão física desempenhada pelos dentes, como já apontado por eles no levantamento de hipóteses, quanto a digestão química realizada pelas enzimas que ocorrem em pH específico, sendo que este último argumento inédito se comparado à elaboração de hipóteses. Este aspecto revela o aprendizado, pois ao mostrarem suas conclusões, apresentaram argumentos válidos, integrando os conteúdos de Biologia, Química e Física envolvidos na digestão dos alimentos.

Os achados desta pesquisa reforçam a importância da abordagem interdisciplinar no ensino, aspecto apontado no estudo de Carlos (2007), em que o autor entende que o conhecimento é naturalmente multifacetado, e por isso o aprendiz precisa entender a relação do que se estuda com as diversas áreas do conhecimento, a fim de oportunizar uma formação mais consciente e completa. Pensando nisso, podemos considerar que projetos interdisciplinares viabilizam uma compreensão profunda de questões complexas e desafiadoras para os alunos, sendo um estímulo da aplicação do conhecimento adquirido no contexto escolar à vida cotidiana.

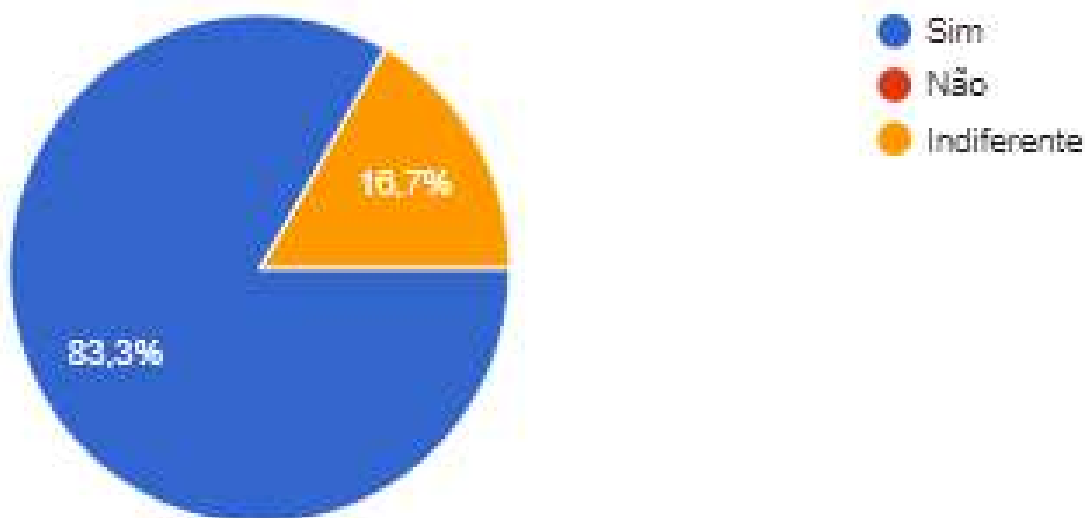
Neste sentido, os resultados aqui engendrados, além de encontrarem subsídio na literatura visitada, confirmam o potencial promissor do uso da experimentação no contexto do ensino por investigação para a promoção do aprendizado. Fato já observado por De Freitas e Klub (2015) evidenciam que as atividades experimentais

são ainda mais potencializadoras da aprendizagem quando aplicadas pelo viés do ensino investigativo.

5.2 Avaliação da Sequência de Ensino Investigativa por parte dos estudantes

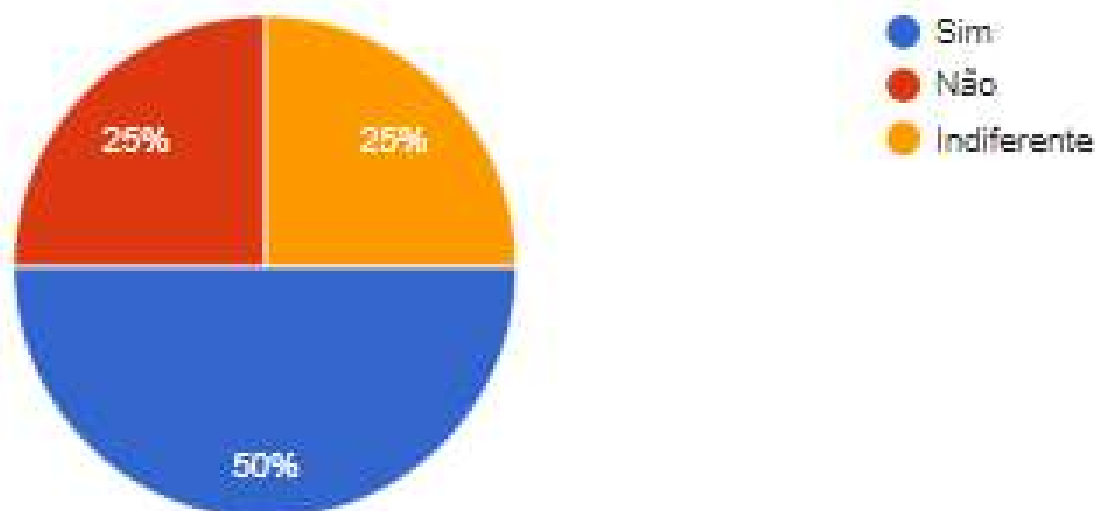
Na Etapa 3 - Avaliação da SEII por parte dos estudantes, quinze alunos responderam, individualmente, o questionário (APÊNDICE B) para coleta de informações acerca da percepção dos alunos do desenvolvimento da SEII. Os resultados apresentados neste questionário sobre a percepção dos alunos em relação à escola revelam um interessante paradoxo entre a atitude positiva em relação ao aprendizado e a satisfação em frequentar o ambiente escolar. É notável que a maioria dos alunos (83,3%) demonstra apreço pelo processo de aprendizagem, como evidenciado no Gráfico 1, o que sugere um engajamento positivo com o conteúdo educacional oferecido.

Gráfico 1 - Resultado da pergunta “Você gosta de aprender?”



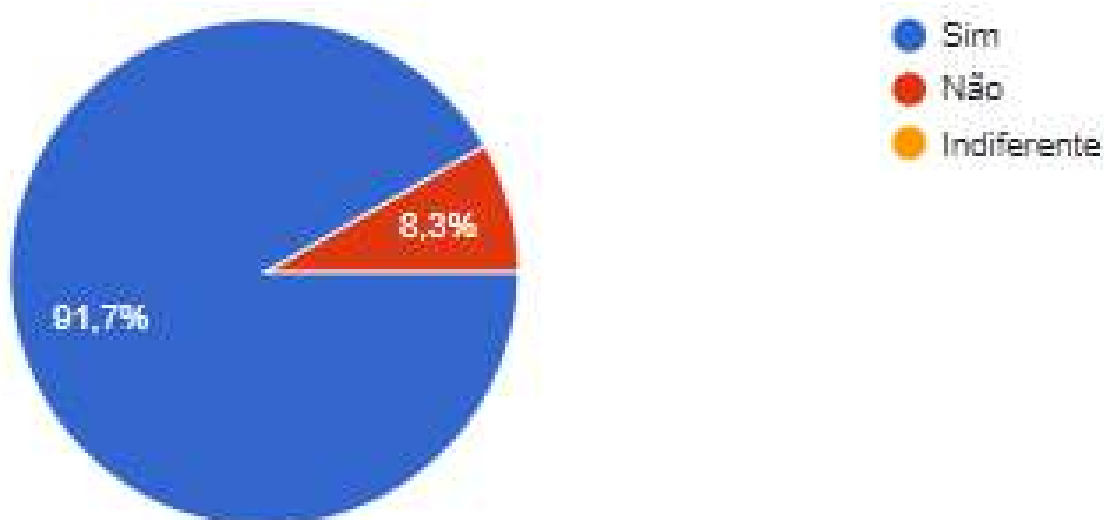
Entretanto, ao analisar o Gráfico 2, observa-se que apenas metade dos alunos expressa satisfação ao frequentar a escola, apesar da maioria (91,7%) reconhecer a importância de frequentá-la, como observado no Gráfico 3.

Gráfico 2 - Resultado da pergunta “Você gosta de frequentar a escola?”



Fonte: Elaborado pela autora.

Gráfico 3 - Resultado da pergunta “Você considera importante frequentar a escola?”



Fonte: Elaborado pela autora.

Quando questionados “Por que você considera importante frequentar a escola?”, os estudantes apontaram justificativas que foram submetidas à análise de conteúdo temática por frequência, sendo estabelecidas três categorias: Desenvolvimento de habilidades socioemocionais, Desenvolvimento de habilidades aplicáveis ao cotidiano e Futuro acadêmico profissional (Tabela 3). Foram analisadas 15 respostas, revelando um total de 24 ocorrências, as quais estão detalhadas no

Tabela 3 abaixo. Observa-se uma distribuição equitativa das justificativas dos estudantes nas três categorias predefinidas, de incidência percentual de cada categoria representa aproximadamente $\frac{1}{3}$ do total.

Tabela 3 - Análise de conteúdo por frequência do questionamento “Por que você considera importante frequentar a escola?”

Categoria	Frequência de ocorrência		Trechos das respostas
	Absoluta n = 24	Percentual	
Desenvolvimento de habilidades socioemocionais	8	33,33%	“Porque a escola é algo essencial na vida de um cidadão. Além de moldar a vida emocional de um indivíduo, o prepara para as coisas básicas/essenciais do cotidiano. Gera conhecimento a sociedade” “sim pois é nela que nos desenvolvemos e descobrimos quem somos desenvolvendo alem [sic] de habilidades sociais mas tambem [sic] criando uma base de ensino da qual a pessoa precisara [sic] para ser alguém [sic] na vida”
Desenvolvimento de habilidades aplicáveis ao cotidiano	9	34,5%	“Porque a escola é algo essencial na vida de um cidadão. Além de moldar a vida emocional de um indivíduo, o prepara para as coisas básicas/essenciais do cotidiano. Gera conhecimento a sociedade” “É importante para entender melhor o funcionamento das coisas do nosso dia a dia e criar um senso sobre tudo que acontece ao nosso redor.”
Futuro acadêmico profissional	7	29,17%	“Eu acredito que a escola vai ser essencial quando eu quiser fazer uma faculdade, ou na hora de arrumar um emprego.” “sim pois e nela que nos desenvolvemos e descobrimos quem somos desenvolvendo alem [sic] de habilidades sociais mas tambem [sic] criando uma base de ensino da qual a pessoa precisara [sic] para ser alguém [sic] na vida”

Fonte: Elaborado pela autora.

Essa disparidade entre a apreciação pelo aprendizado e a satisfação com a presença física na escola levanta questionamentos importantes sobre a qualidade

do ambiente escolar, métodos de ensino, ou mesmo questões socioemocionais que podem estar influenciando a percepção dos alunos. Diante destas questões apontadas, a metodologia de ensino emerge como um ponto crucial que está diretamente sob o controle e responsabilidade do professor.

Nesse contexto, é pertinente considerar o uso de atividades práticas experimentais associadas ao ensino investigativo como estratégia para superar essa questão. A introdução de práticas experimentais nas aulas de Ciências da Natureza não apenas enriqueceria a experiência educacional dos alunos, mas também poderia contribuir significativamente para a melhoria do ambiente escolar e, conseqüentemente, do engajamento dos estudantes. Como sustentado por Giordan (1999), as atividades práticas experimentais possuem um caráter lúdico e motivador, e por isso são capazes de aguçar o interesse e o envolvimento dos alunos, favorecendo o aprendizado.

As atividades experimentais proporcionam uma abordagem prática, permitindo aos alunos uma experiência mais palpável e interativa com o conhecimento. Esse tipo de enfoque não apenas torna o aprendizado mais envolvente, mas também demonstra a aplicabilidade dos conceitos teóricos na prática, estabelecendo uma conexão mais direta entre o conteúdo acadêmico e a vida real dos alunos. Essa abordagem prática alinha-se com as orientações curriculares para o Ensino Médio - Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias (Brasil, 2006, p. 26), que preconizam que as atividades experimentais devem partir de um problema, proporcionando oportunidades para os “alunos elaborarem hipóteses, testá-las, organizar os resultados e refletir sobre o significado tanto dos resultados esperados quanto dos inesperados.” Ao seguir essas diretrizes, os professores podem não apenas fortalecer a experiência educacional dos alunos, como também estimular o desenvolvimento do pensamento crítico e a construção de conceitos de forma significativa.

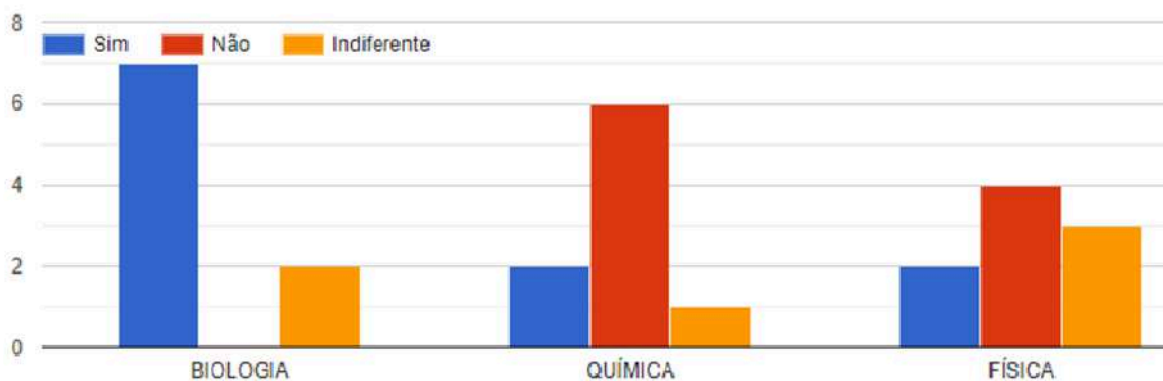
Além disso, o ensino investigativo - que incentiva a curiosidade, o questionamento e a descoberta - pode ser incorporado para promover uma abordagem mais autônoma e crítica por parte dos alunos em relação ao seu próprio aprendizado. Essa perspectiva alinha-se com as considerações de Madruga e Klug (2015), que

destacam que as atividades práticas investigativas permitem ao aluno assumir um papel protagonista na construção do conhecimento. O professor, por sua vez, desempenha o papel de mediador, facilitando e potencializando essa aprendizagem.

Integrando o ensino investigativo, os educadores podem não apenas estimular a autonomia dos alunos, mas também proporcionar um ambiente que fomente a curiosidade e o engajamento ativo no processo de aprendizado, consolidando, assim, uma abordagem mais protagonista do estudante. Essa integração contribui não apenas para a satisfação dos alunos em relação à escola, como também para o desenvolvimento de habilidades fundamentais para a formação de cidadãos críticos e reflexivos. Assim, essa mudança na metodologia não apenas atende à preferência da maioria dos alunos pelo processo de aprendizagem, conforme indicado no Gráfico 1, mas também pode contribuir para a melhoria da satisfação geral ao frequentar a escola, conforme evidenciado no Gráfico 2.

Com relação à afinidade dos alunos com as disciplinas contempladas na área de Ciências da Natureza (Gráfico 4), percebe-se que uma parcela significativa não gosta de Química e Física, ao passo que não há respostas negativas em relação à Biologia, embora algumas respostas indiferentes tenham sido observadas.

Gráfico 4 - Resultado da pergunta “Você gosta de estudar Biologia, Química e Física”



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao solicitar aos estudantes que identificassem as dificuldades nas disciplinas de Ciências da Natureza, as justificativas fornecidas foram submetidas a uma análise

temática por frequência. Como resultado dessa análise, foram identificadas e categorizadas quatro principais áreas de dificuldade, conforme descrito na Tabela 4: Cálculos, Muitos detalhes, Dificuldade de interpretação, Não soube responder, além da categoria “Não considera difícil”. O total de 15 respostas foi examinado, revelando um número total de 19 ocorrências, e os detalhes estão apresentados na Tabela 4 abaixo. Chama a atenção que mais da metade das ocorrências (57,89%) está associada aos cálculos exigidos nas disciplinas, especialmente em Física e Química. Além disso, aproximadamente $\frac{1}{3}$ dos estudantes indicaram a dificuldade de interpretação (10,53%) e muitos detalhes (10,53%) como desafios nas disciplinas de Ciências da Natureza.

Tabela 4 - Análise de conteúdo por frequência do questionamento “Você considera Biologia, Química e Física disciplinas difíceis? Justifique”

Categoria	Frequência de ocorrência		Trechos das respostas
	Absoluta n = 19	Percentual	
Cálculos	11	57,89%	“Química e física, sim. Por envolver cálculos e fórmulas. Biologia acho simples e mais fácil de aprender.” “não acho biologia e física difíceis, mas acho química bem complicado de se entender, porque há muito cálculo e não sou muito boa em cálculos e também questões complicadas de se entender para mim.”
Muitos detalhes	2	10,53%	“Acho q (sic) são um pouco complicadas, pq (sic) tem mt (sic) detalhes para estudar. Porém, entretanto, todavia eu gosto demais pois são matérias muito gostosa e interessantes de serem estudadas.” “É muita coisa pra estudar e decorar, além de ter muito calculo.”
Dificuldade de interpretação	2	10,53%	“não acho biologia e física difíceis, mas acho química bem complicado de se entender, porque há muito cálculo e não sou muito boa em cálculos e também questões complicadas de se entender para mim.” “acho mediano, porém, a que tenho mais dificuldade é química, pois tem muito cálculo e muitas coisas que não consigo entender, mas corro atrás

			para tentar aprender biologia acho uma matéria mediana, há coisas complicadas como também há coisas fáceis de entender e física acho uma matéria mediana também, pois a maioria das coisas consigo entender, mas também há muito cálculo e não sou muito boa em cálculos.”
Não soube responder	3	15,79%	“.”
Não considera difícil	1	5,26%	“Não acho difíceis”

Fonte: Elaborado pela autora.

Essa discrepância nos resultados do Gráfico 4, sustentado pelas justificativas apontadas pelos estudantes evidenciadas na Tabela 4, mesmo considerando que essas disciplinas integram a mesma grande área, destaca a necessidade de abordagem interdisciplinar como uma estratégia para superar obstáculos de afinidades. Abordar um tema pela ótica da Biologia, integrando conhecimentos de Química e Física, pode ser um fator facilitador para promover o envolvimento dos alunos no estudo desses componentes curriculares.

Essa perspectiva está em consonância com as ideias de Carlos (2007, p. 15), que destaca a importância da interdisciplinaridade no ensino. A abordagem interdisciplinar é uma maneira de ampliar e enriquecer o saber, considerando que o conhecimento é multifacetado e não isolado. Segundo o autor, essa abordagem proporciona ao aluno uma nova maneira de conceber o mundo em sua multiplicidade, contribuindo para uma formação mais consciente e completa. Ao adotar a interdisciplinaridade, os estudantes têm a oportunidade de superar a fragmentação disciplinar do conhecimento e, assim, são oportunizados a compreender as complexidades das interações no mundo globalizado atual, o que, por sua vez, promove uma visão mais holística e consciente do conhecimento, abrindo caminho para uma maior afinidade e engajamento nas disciplinas de Ciências da Natureza.

Os resultados deste questionário também revelaram que todos os alunos expressaram satisfação com a abordagem do ensino por investigação associada ao uso de experimentos no tema do Sistema Digestório (Gráfico 5). Além disso, 100%

deles avaliaram que adquiriram novas informações sobre o assunto (Gráfico 6).

Gráfico 5 - Resultado da pergunta “Considero que a forma que o assunto Sistema Digestório foi trabalhado contribuiu para meu aprendizado.”

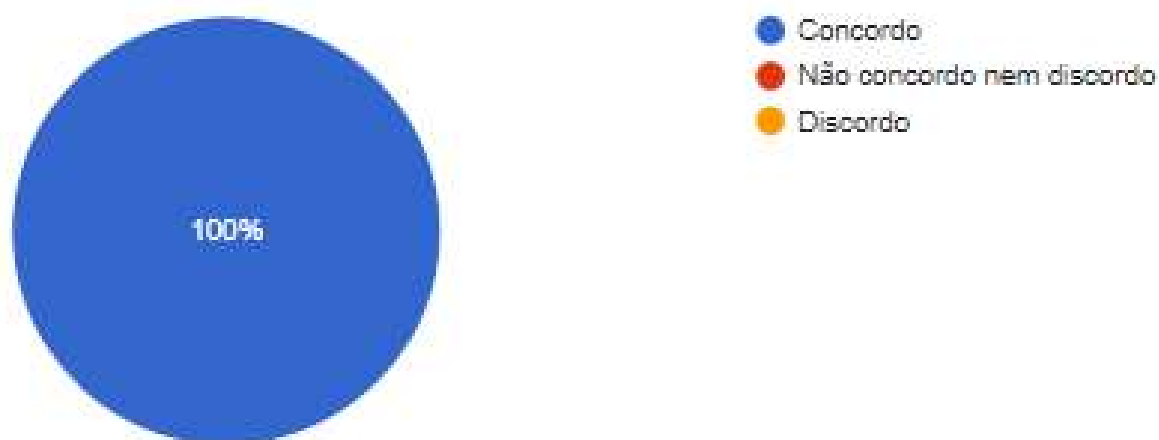
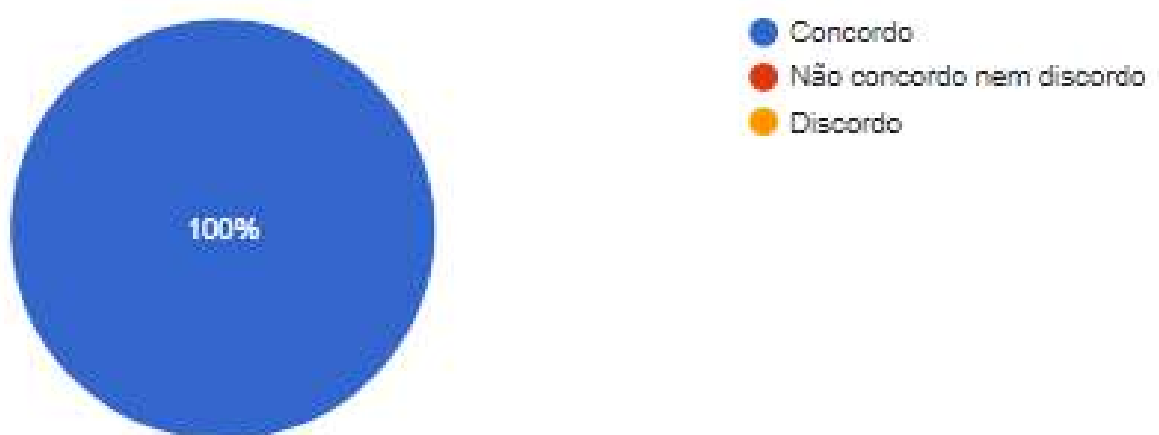


Gráfico 6 - Resultado da pergunta “Considero que aprendi informações novas sobre o Sistema Digestório”



Fonte: Elaborado pela autora.

Ao serem convidados a compartilhar suas percepções sobre a abordagem do conteúdo Sistema Digestório, utilizando uma variedade de metodologias, incluindo aula expositiva dialogada, investigação de fenômenos digestivos por meio de experimentos e elaboração de Mapa Conceitual, os estudantes expressam avaliações positivas, como observado nos depoimentos a seguir.

Aluno 1: Sim [gostei], uma aula “teórica” e ao mesmo tempo bem dinâmica faz a aula ficar mais prazerosa e mais legal de aprender. Trabalhamos em grupo e ampliamos bastante nosso conhecimento e já fomos colocando em prática tudo o que aprendemos. Gostaria que

fizesse mais vezes.

Aluno 2: Achei muito bom, pois como citado anteriormente foi possível ver como aquilo que estudamos na teoria funciona na prática, me estimulando a pensar mais sobre o assunto e usar no meu cotidiano

Aluno 3: Achei muito legal, por conta da aula prática, me tornar um interesse maior, onde o aprendo mais rápido e de forma eficiente.

Aluno 4: Achei muito interessante, aprendi várias coisas que eu não sabia e até me interessei mais para pesquisar.

Aluno 5: Sim, achei um tema muito interessante, ainda mais podendo ver o que ocorre conosco nos experimentos.

Essa resposta positiva dos alunos quanto à metodologia utilizada está alinhada com os referenciais teóricos apresentados. Neste sentido, Sasseron e Carvalho (2011) destacam que uma proposta de ensino investigativo deve partir de um problema para a construção do conhecimento, mobilizando os estudantes a investigar fenômenos, analisar dados e formular e responder perguntas. Os resultados evidenciam que a metodologia utilizada atendeu a essa premissa, uma vez que os alunos manifestaram satisfação e perceberam o protagonismo no seu aprendizado.

Trivelato e Tonidandel (2015, p. 99) reforçam os benefícios do ensino por investigação, ressaltando sua capacidade de aproximar os estudantes às práticas da ciência. A satisfação dos alunos e a percepção de aprendizado corroboram a ideia de que essa abordagem promove uma aproximação mais efetiva dos estudantes com a prática científica.

Galiazzi (2001) aponta a importância da experimentação no Ensino de Ciências, corroborando a relevância do uso de experimentos no estudo do Sistema Digestório. Neste contexto, Giordan (1999) destaca que atividades práticas experimentais são capazes de aguçar o interesse e o envolvimento dos alunos, favorecendo o aprendizado, reforçando a ideia de que a satisfação dos alunos com a metodologia pode ser atribuída à natureza lúdica e motivadora das atividades práticas experimentais.

Além disso, Madrugá e Klug (2015, p. 58) afirmam que “a experimentação faz mais

sentido para a aprendizagem quando está inserida em um contexto de investigação.” A avaliação positiva dos alunos sobre o aprendizado de novas informações pode indicar que a experimentação integrada à abordagem investigativa foi eficaz na promoção do entendimento e da construção do conhecimento. Portanto, os depoimentos dos estudantes não apenas refletem a satisfação com a abordagem por investigação e experimentação, mas também corroboram os princípios teóricos que destacam a importância dessas metodologias no processo de ensino-aprendizagem.

Assim, ao adotar estratégias que valorizem a experimentação, a interdisciplinaridade e a investigação na solução de um problema, os educadores podem criar um ambiente de aprendizado mais estimulante, que não apenas desperte o interesse dos alunos, mas também os faça apreciar verdadeiramente a experiência educacional como um todo.

5.3 Reformulação dos roteiros de atividades práticas do Projeto Experimentoteca sobre o Sistema Digestório

Com base na SEII, os roteiros "Digestão do amido sob ação da saliva" e "Digestão no estômago" foram reestruturados (APÊNDICE D) para incorporar as perspectivas atualizadas do Ensino de Ciências, conforme discutido por Sasseron e Carvalho (2011). Essas atualizações visam oferecer atividades interdisciplinares e uma abordagem investigativa, buscando promover o engajamento dos alunos no desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas.

Na reformulação do “Roteiro do Estudante”, procurou-se apresentar uma situação cotidiana de uma escola representada por uma história fictícia envolvendo a merenda escolar. A partir dessa situação, são propostos dois questionamentos para que os estudantes possam elaborar hipóteses diante de um problema, alinhando-se às premissas de uma abordagem investigativa conforme preconizado pelas autoras Sasseron e Carvalho (2011). De acordo com Carvalho (2013, p. 8), o problema proposto deve fazer sentido aos estudantes, provocando motivação e engajamento na busca por uma solução. Além disso, o problema deve mobilizar os subsunçores dos alunos, proporcionando uma oportunidade para uma análise diferenciada da

situação e uma reflexão inovadora sobre os aspectos já conhecidos, conforme preceituado por Carvalho (2013, p. 8). Destaca-se a existência de um espaço com linhas em branco, permitindo que o professor faça adaptações à atividade, criando outros questionamentos e personalizando o aprendizado para seu público específico.

Sugere-se a formação de grupos de trabalho na execução do experimento e análise dos resultados, favorecendo a troca de conhecimentos entre os alunos, conforme preconizado por Carvalho (2013, p. 12) ao ressaltar que "a resolução do problema precisa ser feita em grupos pequenos de alunos, pois eles, tendo desenvolvimentos intelectuais semelhantes, têm mais facilidade de comunicação."

O passo a passo da montagem dos experimentos é descrito de maneira objetiva e clara, assim como as orientações para a observação dos resultados. Para auxiliar na análise dos resultados, são apresentadas algumas questões que irão mediar e potencializar a aprendizagem.

Finalmente, na etapa "conclusão", os alunos são solicitados a sistematizar o conhecimento adquirido por meio da escrita. Esta etapa, segundo Carvalho (2013, p. 15), corresponde a "uma atividade complementar ao problema" em que, por meio da pesquisa e leitura, os estudantes devem "repassar todo o processo da resolução do problema como também o produto do conhecimento discutido em aulas anteriores, isto é, os principais conceitos e ideias surgidas". Além disso, esta etapa reflete a proposta de Carvalho (2013, p. 18) para a conclusão de uma SEII, onde uma avaliação formativa ocorre, sendo um instrumento para que alunos e professores confirmem se estão ou não aprendendo. A proposta da SEII está pautada na ideia de um ensino cujos objetivos concentram-se tanto no aprendizado dos conceitos científicos quanto no desenvolvimento de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica (Carvalho, 2013, p. 18).

Além do "Roteiro do Estudante", foi elaborada uma cartilha intitulada "Orientações para o Professor", a qual apresenta diretrizes claras para orientar os docentes na realização das atividades experimentais. Neste material, é fornecida uma breve explicação sobre o Ensino por Investigação, destacando o papel ativo do aluno na

aprendizagem e a função mediadora do professor para potencializar esse processo. Além disso, são fornecidas orientações específicas para a execução dos experimentos, como precauções em relação à temperatura ambiente, preparo e manuseio de reagentes, lista de materiais perecíveis necessários, sugestões para a organização dos grupos de alunos e adaptações possíveis na atividade.

Apoiando-se nos roteiros reestruturados, a SEII foi sintetizada de forma mais objetiva e em linguagem acessível (APÊNDICE E)¹, para que conste na maleta do “Sistema Digestório” como material complementar do desenvolvimento do tema em sala (Figura 8). Assim, outros professores terão à mão toda a proposta desta SEII, caso desejem e tenham este tempo disponível para aplicar com seus alunos.

Vale salientar que a SEII sintetizada consta com a seção denominada “Faça na sua escola”, propondo a adaptação ao roteiro que acompanha a maleta sobre Sistema Digestório. Assim, mesmo os docentes que não têm a possibilidade de pegar emprestado a maleta do Projeto Experimentoteca, seja por falta de proximidade ou inviabilidade logística, podem executar a SEII por meio das orientações desta seção. Essa abordagem alternativa permite que os experimentos relacionados ao Sistema Digestório sejam realizados sem a necessidade do material do kit experimental contido na maleta do Projeto Experimentoteca.

Figura 8 - Maleta do Projeto Experimentoteca “Sistema Digestório: A: Material disponível para realização das atividades experimentais. B: SEII sintetizada e Roteiros reformulados



Fonte: Acervo pessoal.

¹ Link da SEII no Canva:
https://www.canva.com/design/DAF8NbSYpt0/CaoHLdAqgeoxF7o6xk66VQ/edit?utm_content=DAF8NbSYpt0&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton

Em síntese, a reestruturação dos roteiros "Digestão do amido sob ação da saliva" e "Digestão no estômago", segundo as perspectivas atualizadas do Ensino de Ciências, conforme discutido por Sasseron e Carvalho (2011), reflete uma abordagem pedagógica mais alinhada com os princípios do ensino investigativo e interdisciplinar. A inclusão de uma situação cotidiana e a proposição de um problema desafiante visa estimular o engajamento dos alunos e promover o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas. A formação de grupos de trabalho durante a execução dos experimentos, aliada às orientações claras fornecidas tanto no "Roteiro do Estudante" quanto na "Orientações para o Professor", evidenciam um esforço em criar um ambiente propício para a construção ativa do conhecimento. A ênfase na etapa de conclusão, na qual os alunos são convidados a sistematizar o conhecimento adquirido, além de promover a reflexão sobre o processo de aprendizagem, também se alinha aos princípios de avaliação formativa de uma SEI propostos por Carvalho (2013). Assim, a proposta de reformulação dos roteiros não apenas busca o aprendizado dos conceitos científicos, mas também visa desenvolver atitudes e valores próprios da cultura científica, contribuindo para uma formação mais abrangente dos alunos.

À luz desses resultados promissores, na seção seguinte discutiremos as implicações mais amplas desses resultados, apontando para possíveis extensões e áreas de pesquisa futura. Além disso, refletiremos sobre as limitações do estudo e delinearemos recomendações práticas para profissionais e pesquisadores interessados em aplicar essa abordagem em seus próprios contextos.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente pesquisa teve como objetivo geral elaborar e aplicar uma Sequência de Ensino Investigativo e Interdisciplinar a partir de dois roteiros do Projeto Experimentoteca, com especial atenção às novas perspectivas do Ensino de Ciências da Natureza e sua relação com o Ensino Investigativo. Para isso, delineamos objetivos específicos que incluíram a reformulação de dois roteiros de atividades práticas sobre o Sistema Digestório, o desenvolvimento de práticas investigativas e interdisciplinares integrando os conteúdos de Biologia, Química e Física, e a validação dessas práticas com alunos do Ensino Médio, visando uma abordagem metodológica alinhada às premissas do Ensino por Investigação. Com base nos resultados encontrados durante o desenvolvimento da pesquisa, pode-se indicar que o objetivo proposto foi alcançado.

A elaboração da SEII procurou seguir os princípios do ensino investigativo, permitindo aos alunos formularem hipóteses a partir de um problema contextualizado em sua vida cotidiana. Esse problema foi a investigação da digestão da merenda escolar. A inclusão de uma situação cotidiana e a proposição de problema desafiador visam estimular o engajamento dos alunos e promover o desenvolvimento de habilidades de resolução de problemas. Além disso, a ênfase na formação de grupos de trabalho durante a execução dos experimentos e na etapa de conclusão, na qual os alunos são convidados a sistematizar o conhecimento adquirido, evidenciam um esforço em criar um ambiente propício para a construção ativa do conhecimento.

Para promover a comunicação e a troca de conhecimentos entre os estudantes, a investigação foi realizada em grupos. Utilizamos a maleta "Sistema Digestório", do projeto Experimentoteca, como suporte no desenvolvimento de atividades práticas investigativas e interdisciplinares. Os dois roteiros da maleta serviram de base para a atividade, sendo reformulados para promover o ensino investigativo e interdisciplinar, integrando os conteúdos de Biologia, Química e Física.

A partir da execução da SEII, as atividades práticas investigativas foram validadas com os estudantes, que avaliaram positivamente as atividades desenvolvidas e avaliam que aprenderam mais sobre o tema. Este fato é corroborado pelos resultados satisfatórios no que tange avaliação formativa, averiguada tanto pelo questionamento para a sintetização dos conhecimentos “Explique os processos que promovem a quebra dos alimentos no processo de digestão”, quanto pelos MCs elaborados pelos grupos.

A reformulação dos roteiros de atividades práticas sobre o Sistema Digestório, do projeto Experimentoteca, focou em alinhá-los ao Ensino Investigativo, centrado no estudante. No entanto, reconhecemos que, devido à carga horária limitada de Biologia no Novo Ensino Médio, nem sempre é viável implementar integralmente a SEII. Portanto, a partir de agora, a maleta "Sistema Digestório" da Experimentoteca oferecerá tanto o roteiro reformulado quanto a SEII, proporcionando ao professor a escolha entre uma atividade mais extensa ou uma mais sucinta, conforme as necessidades de seus estudantes e o tempo disponível para aplicação.

O desenvolvimento da SEII sobre o sistema digestório, juntamente com a reformulação de dois roteiros de atividades práticas experimentais do Projeto Experimentoteca, traz contribuições significativas para a prática educativa. Estes resultados levam a contribuições práticas ao proporcionar um ambiente de aprendizagem mais dinâmico e participativo, na qual os estudantes assumem um papel central na construção do conhecimento. Evidencia-se, assim, o protagonismo estudantil como elemento crucial para o sucesso das atividades pedagógicas.

Além disso, a disponibilização do roteiro reformulado juntamente com todos os recursos essenciais para a execução da atividade experimental é um aspecto fundamental que simplifica o processo de preparação e aplicação das atividades para os professores. Essas ferramentas facilitadoras fornecem todas as informações e materiais necessários de forma organizada e acessível na maleta do projeto.

Ademais, é importante destacar que o arquivo digital dos roteiros reformulados e a SEII serão encaminhados a outros Projetos Experimentoteca espalhados pelo Brasil. Essa iniciativa visa permitir que todos os educadores possam desfrutar deste

material tão enriquecedor, contribuindo para uma condução mais eficiente das aulas e beneficiando tanto os alunos quanto os professores no ensino de ciências da natureza.

No que concerne às limitações, é fundamental destacar que este estudo enfrentou algumas restrições, particularmente no que diz respeito aos Mapas Conceituais elaborados, em que a reconciliação integrativa entre os diferentes conceitos foi notadamente escassa. Recomenda-se que, em futuras aplicações da SEII, os professores reservem mais tempo na etapa de elaboração do Mapa Conceitual pelos estudantes, a fim de orientá-los a estabelecer conexões mais robustas e significativas entre conceitos diversos no MC.

Além disso, vale ressaltar que este trabalho concentrou-se na reformulação de apenas uma maleta do projeto Experimentoteca. Portanto, existem muitas outras maletas de atividades práticas experimentais com roteiros na forma de protocolo que não estimulam o pensamento crítico do estudante e carecem de integração com diferentes componentes curriculares. Essas ações são um avanço significativo para fomentar um ensino de Ciências da Natureza mais interativo, envolvente, calcado na investigação e que esteja em sintonia com os métodos educacionais atuais propostos pelo Ensino Investigativo. Posto isso, em relação a futuros estudos, sugere-se a revisão e a reformulação de outros roteiros de maletas adicionais do Projeto Experimentoteca, com o intuito de promover o Ensino por Investigação.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Guilherme Trópia Barreto de. Percursos históricos de ensinar ciências através de atividades investigativas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, [S.L.], v. 13, n. 1, p. 121-138, abr. 2011. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21172013130109>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/epec/a/3fLRqjTGpX7TVDNfXvVMnrq/?lang=pt> Acesso em: 20 jun. 2022.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Trad. Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. 1. ed. São Paulo: Martins Fontes, 1977

BECKER, M. M.; ROCHA, A. M. S. Química da digestão: uma proposta interdisciplinar no ensino de química e biologia. RCT **Revista de ciência e tecnologia**, v. 2, n. 2, 2016. Disponível em: <http://revista.ufrr.br/rct/article/view/2646>.

BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Brasil, Brasília, 17 fev. 2017. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/l13415.htm. Acesso em: 20 jun. 2022.

BRASIL. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio, Volume 2: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Secretaria de Educação Básica. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica, 2006.

CARLOS, Jairo Gonçalves. Interdisciplinaridade no ensino médio: desafios e potencialidades. 2007. 171 f. **Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências)** - Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula**, São Paulo: Cengage Learning 2013.

CASTELLAR, Sonia Maria Vanzella. **Metodologias ativas: ensino por investigação**, São Paulo: FTD, 2016

CONSELHO NACIONAL DA EDUCAÇÃO. **Resolução Nº 3** nº Art. 8º inciso II, de 21 de novembro de 2018. . Brasil: Ministério da Educação, 21 nov. 2018. Disponível em: https://normativasconselhos.mec.gov.br/normativa/view/CNE_RES_CNECEBN32018.pdf. Acesso em: 10 jan. 2024.

MADRUGA, Zulma Elizabete de Freitas; KLUG, Daniel. A função da experimentação no ensino de ciências e matemática: uma análise das concepções de professores. **Revista de Educação, Ciências e Mathematics**, v. 5, n. 3, p. 57-68, 2015.

DEWEY, John. **Experiência e Educação**. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1971.

FREITAS, A. L. P. Bioquímica: do cotidiano para as salas de aula. Entrevista concedida a Felipe Moron. **Centro de Biotecnologia Molecular Estrutural** Informações. São Carlos, ed. 11, p. 14. Jul, 2006. Disponível em: http://cbme.usp.br/files/edicao_pdf/edicao11.pdf. Acesso em 03 jan. 2024.

FRANCISCO JR., W. E.; FRANCISCO, W. Proteínas: Hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de Química. *Química Nova na Escola* n. 24, p. 12-16, 2006.

GALIAZZI, Maria do Carmo; ROCHA, Jusseli Maria de Barros; SCHMITZ, Luiz Carlos; SOUZA, Moacir Langoni de; GUESTA, Sérgio; GONÇALVES, Fábio Peres. Objetivos das atividades experimentais no ensino médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, [S.L.], v. 7, n. 2, p. 249-263, 2001. FapUNIFESP (SciELO). DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/s1516-73132001000200008>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/xJ9FZcgBpg8NKq3KyZNs3Hk/?lang=pt> Acesso em: 10 jan. 2024.

GIORDAN, Marcelo. **O papel da experimentação no ensino de ciências**. *Química Nova na Escola*, v. no 1999, n. 10, p. 43-49, 1999.

GONZALES, F. G.; PALEARI, M. L. O ensino da digestão-nutrição na era das Refeições rápidas e do culto ao corpo. São Paulo: **Ciência e Educação**, v. 12, n. 1, p. 13-24, 2006. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132006000100003> . Acesso em 02 nov. 2023.

MOREIRA, Marco Antonio. Mapas conceituais e aprendizagem significativa (concept maps and meaningful learning). **Aprendizagem significativa, organizadores prévios, mapas conceituais, digramas V e Unidades de ensino potencialmente significativas**, v. 41, p. 1-14, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. **O QUE É AFINAL APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA**. Currículo, Porto Alegre, n. 25, p. 29-56, 2012. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueeafinal.pdf>. Acesso em: 01 nov. 2023.

PHILIPPI JÚNIOR, Arlindo (org.). **Interdisciplinaridade em Ciências Ambientais**. São Paulo: Signus Editora, 2000.

SANTOS, Maria Cristina Ferreira dos. (2011). **A noção de experiência em John Dewey, a educação progressiva e o currículo de ciências**. Disponível em https://www.researchgate.net/profile/Maria_Ferreira_dos_Santos/publication/284338646_The_notion_of_experience_in_John_Dewey_progressive_education_and_science_curriculum/links/5651a40308aefe619b181f3b.pdf. Acesso em 01 nov. 2023

SASSERON, Lúcia Helena; CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. Construindo argumentação na sala de aula: a presença do ciclo argumentativo, os indicadores de alfabetização científica e o padrão de Toulmin. **Ciência e Educação**, Bauru, v. 17, n. 1, p. 97-114, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-73132011000100007>. Acesso em 10 dez. 2023.

ROSA, Paulo Ricardo da Silva. **Uma introdução à pesquisa qualitativa em ensino de ciências**. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2013.

TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. **Ciências e Cognição**; Ano 04, Vol 12: 72-85. Departamento de Física, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), João Pessoa, Paraíba, Brasil, 2007. Disponível em: <https://www.cienciasecognicao.org/pdf/v12/m347187.pdf> Acesso em: 10 jan. 2024.

TORTORA, G. J.; DERRICKSON, B. **Princípios de Anatomia e fisiologia**. 14. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2016.

TRIVELATO, Sílvia L. Frateschi; TONIDANDEL, Sandra M. Rudella. ENSINO POR INVESTIGAÇÃO: eixos organizadores para sequências de ensino de biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 17, n. , p. 97-114, nov. 2015. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/1983-2117201517s06>. Acesso em 08 jan. 2024.

ANEXO 1 – APROVAÇÃO PELO COMITÊ DE ÉTICA

Print da aba de detalhamento do Projeto de Pesquisa na Plataforma Brasil.

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA	
Título da Pesquisa:	Atividades Investigativas Interdisciplinares no Ensino de Ciências da Natureza
Pesquisador Responsável:	FERNANDA GUIMARAES SARAIVA
Área Temática:	
Versão:	3
CAAE:	68960323.0.0000.5063
Submetido em:	13/06/2023
Instituição Proponente:	CENTRO UNIVERSITARIO NORTE DO ESPIRITO SANTO - CEUNES
Situação da Versão do Projeto:	Aprovado
Localização atual da Versão do Projeto:	Pesquisador Responsável
Patrocinador Principal:	Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:  PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_2121722

Fonte: Plataforma Brasil (plataformabrasil.saude.gov.br)

ANEXO 2 – ROTEIROS ORIGINAIS DO PROJETO EXPERIMENTOTECA



1 SISTEMA DIGESTÓRIO

1 - Digestão do amido sob ação da saliva

NOME _____
 ESCOLA _____
 EQUIPE _____ SÉRIE _____
 PERÍODO _____ DATA _____

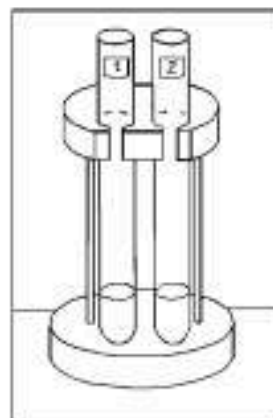
INTRODUÇÃO

O amido é a fonte de reserva energética dos vegetais, acumulando-se geralmente nas sementes, raízes tuberosas (ex: cenoura e beterraba), caules tuberosos (ex: batata) e frutos. Na saliva existe uma enzima chamada Ptialina, capaz de digerir o amido. Portanto, para os alimentos ricos em amido, a digestão se inicia na boca. Outros alimentos, que não apresentam amido, como o ovo por exemplo, são apenas triturados na boca, sendo digeridos no estômago e intestino delgado.

Observação: antes de iniciar a experiência, teste a ação do lugol em variados materiais trazidos de casa (bolacha, casca de ovo, batata, carne, etc.), observando a mudança ou não de coloração. Caso haja amido no material, observa-se uma coloração roxa.

MATERIAL

- 1 vidro conta-gotas com lugol
- 1 copinho
- 1 estante para tubos de ensaio
- 2 tubos de ensaio
- 1 espátula
- água



PROCEDIMENTO E PERGUNTAS

Observe como o seu professor esteriliza as espátulas no fogo. A esterilização é importante como medida de higiene e para que se evite a contaminação dos materiais usados durante a experiência.

- Coloque água no copinho e acrescente 2 espátulas de amido. Misture bem.
- Numere os tubos de ensaio (1 e 2) e coloque-os na estante.
- Coloque em cada um deles 4 espátulas da mistura de amido e água.
- Acrescente 3 espátulas de saliva no tubo 2 e agite.
- Espere 30 minutos e pingue uma gota de lugol em cada tubo.

1. Qual foi a coloração apresentada em cada tubo ? _____
2. Explique o que aconteceu em cada um deles . _____



1 SISTEMA DIGESTÓRIO

2 - Digestão no estômago "in vitro"

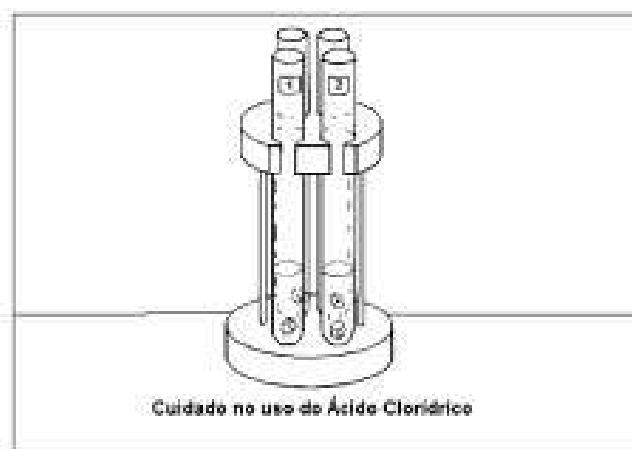
NOME _____
 ESCOLA _____
 EQUIPE _____ SÉRIE _____
 PERÍODO _____ DATA _____

INTRODUÇÃO

Nesta experiência iremos simular aquilo que realmente acontece no estômago durante o processo da digestão. Sabemos que a clara do ovo é uma proteína e é no estômago que as proteínas começam a ser digeridas. A enzima existente no estômago é a pepsina; ela só age no meio ácido, por isso utilizaremos ácido clorídrico. O alimento que ingerimos, leva em torno de 6 a 8 horas para ser digerido, e de 12 a 24 horas para que se elimine, através das fezes, o que não foi aproveitado.

MATERIAL

- 4 tubos de ensaio
- 1 estante para tubos de ensaio
- 1 vidro conta-gotas para ácido clorídrico 10%
- 1 copinho dosador
- solução de pepsina
- clara de ovo cozida (deve ser trazida de casa)
- água
- 1 proveta



PROCEDIMENTO E PERGUNTAS

Preparar 4 tubos de ensaio da seguinte maneira:

- Numere os tubos de 1 a 4.
- Tubo 1: um pedaço de clara de ovo cozido + 6 mL de água.
- Tubo 2: um pedaço de clara de ovo cozido + 6 mL de ácido clorídrico.
- Tubo 3: um pedaço de clara de ovo cozido + 2 mL de água + 4 mL de pepsina.
- Tubo 4: um pedaço de clara de ovo cozido + 2 mL de ácido clorídrico + 4 mL de pepsina.
- Deixe 24 horas e observe os 4 tubos.

1. Em qual deles a proteína (clara de ovo) foi digerida ? _____

2. Por que ? _____

APÊNDICE A – TERMO DE CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE) E TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

TERMO DE CONSENTIMENTO E ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado (a) Senhor (a),

Seu filho (a) está sendo convidado (a) a participar da pesquisa intitulada: “ATIVIDADES INVESTIGATIVAS INTERDISCIPLINARES NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA”, desenvolvida por FERNANDA GUIMARÃES SARAIVA, aluna regularmente matriculada no MESTRADO PROFISSIONAL EM ENSINO DE BIOLOGIA, DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO, sob orientação do PROF.º DRª. VIVIANA BORGES CORTE.

A pesquisa tem como objetivo elaborar e aplicar a Sequência de Ensino Investigativa e Interdisciplinar (SEII) do assunto Sistema Digestório, contemplando as novas perspectivas do Ensino de Ciências, com vistas ao estímulo do protagonismo estudantil na solução de um problema. Para este estudo adotaremos o (s) seguinte (s) procedimento (s):

1. Durante as aulas, serão realizadas discussões, atividades práticas experimentais variadas, envolvendo os conteúdos do Sistema Digestório.
2. Serão solicitadas pesquisas sobre as estruturas e funcionamento do Sistema Digestório.
3. Após a coleta e análise dos dados das atividades práticas experimentais, os estudantes irão, em grupos, produzir um mapa conceitual integrativo, uma forma esquemática de apresentar os mecanismos envolvidos nas disciplinas de Ciências da Natureza, o qual os alunos terão que relatar o percurso do alimento até sua completa digestão, evidenciando os órgãos e processos físicos e químicos envolvidos, relacionando-os com as atividades práticas realizadas, e propondo explicações e soluções para os problemas apontados pela turma.
4. Ao final da Sequência de Ensino Investigativo o estudante participante responderá um questionário que irá oportunizá-lo a opinar sobre o que achou da forma que o assunto Sistema Digestório foi trabalhado. A participação no questionário é voluntária e o aluno terá o tempo necessário para respondê-lo.
5. Conforme a Resolução 466/2012, inciso IV.3, explicita-se aos responsáveis que não haverá despesas para os estudantes participantes desta pesquisa, além disso, é garantido a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Para isso, será usado nas atividades experimentais as maletas contendo os reagentes (lúgol, pepsina, álcool, etc) do Projeto Experimentoteca, ele é considerado seguro, mas é possível ocorrer riscos mínimos/previsíveis como desde acidentes

envolvendo reagentes, vidrarias quebradas ou uso de tesoura escolar. Caso aconteça algo errado, você(s) poderá(ão) nos procurar pelos contatos que estão no final do texto.

Essa pesquisa é justificada, pois busca desenvolver estratégias didáticas que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos da Digestão dos Alimentos possibilitando ao estudante aprimorar seus conhecimentos de maneira protagonista e por intermédio de aulas significativas.

A participação do seu filho (a) na presente pesquisa é de fundamental importância, mas será voluntária, não lhe cabendo qualquer obrigação de fornecer as informações e/ou colaborar com as atividades solicitadas pelos pesquisadores se não concordar com isso, bem como, participando ou não, nenhum valor lhe será cobrado, como também não lhe será devido qualquer valor.

Caso decida que seu filho não participará do estudo ou resolver a qualquer momento desistir, nenhum prejuízo lhe será atribuído, sendo importante o esclarecimento de que os riscos da participação do seu filho são considerados mínimos, uma vez que ele não será exposto a materiais, substâncias, ou qualquer outro tipo de situação que possa para ele ser motivo de perigo. Em contrapartida, os benefícios obtidos com este trabalho serão importantíssimos e traduzidos em esclarecimentos para a população estudada.

Em todas as etapas da pesquisa serão fielmente obedecidos os Critérios da Ética em Pesquisa com Seres Humanos, conforme Resolução nº. 466/2012, do Conselho Nacional de Saúde, que disciplina as pesquisas envolvendo seres humanos no Brasil.

Solicita-se, ainda, a sua autorização para apresentar os resultados deste estudo em eventos científicos ou divulgá-los em revistas científicas, assegurando-se de que o nome de seu filho (a) será mantido no mais absoluto sigilo, por ocasião da publicação dos resultados. Caso a participação de seu filho (a) implique em algum tipo de despesa, a mesma será ressarcida pelo pesquisador responsável, o mesmo ocorrendo caso ocorra algum dano.

O pesquisador estará à sua disposição para qualquer esclarecimento que considere necessário, em qualquer etapa da pesquisa.

Eu declaro que li as informações contidas neste documento e que fui devidamente informado e esclarecido pela professora/pesquisadora Fernanda Guimarães Saraiva sobre a pesquisa e os procedimentos nela envolvidos. Foi-me garantido o sigilo das informações e que posso interromper a pesquisa a qualquer momento, ou mesmo retirar meu consentimento, sem que isto acarrete qualquer prejuízo a mim, ao pesquisador ou à instituição. Recebi duas vias deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido rubricado em todas as páginas e assinado pela pesquisadora e pelo declarante, de maneira que uma ficará sob minha posse e outra devolvida e arquivada com a pesquisadora. Ficam claros para mim quais as finalidades do estudo, os riscos e benefícios para meu/minha filho (a), a forma como a pesquisa será aplicada para meu/minha filho (a) e a garantia de confidencialidade e privacidade das

informações fornecidas. Concordo/autorizo que meu/minha filho (a) participe voluntariamente deste estudo e, se for de meu desejo ou do desejo dele (a), poderei retirar autorização e o (a) aluno (a) deixará de participar da pesquisa em qualquer momento, durante ou após sua participação, sem penalidades, perdas ou prejuízos para ele ou para minha pessoa.

Vila Velha - ES, ____ de _____ de 2023.

Assinatura do pesquisador responsável

Responsável do aluno participante

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

Pesquisadora Responsável: Fernanda Guimarães Saraiva

Contato da Pesquisadora Responsável: professorafernandasaraiva@gmail.com

Whatsapp: 27 99799-6569. Endereço profissional: EEEM PROF. AGENOR RORIS
Endereço: Av. João Mendes - Praia de Itaparica, Vila Velha - ES, 29102-011.

Contato da Orientadora da Pesquisadora Responsável: Viviana Borges Corte.

Telefone (27) 3145 5337 ou no Laboratório de Esino de Biologia no Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo, campus Goiabeiras.

Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) - Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), Rodovia BR 101 Norte, Km 60, Bairro Litorâneo, São Mateus-ES, CEP: 29.932-540. E-mails: cepceunes@gmail.com e

comitedeetica.ceunes@institucional.ufes.br Telefone: (27) 3312-1519. Horário de atendimento ao público: Segunda a Sexta-feira, das 13h00 às 19h00. O CEP/CCS/UFES tem a função de analisar projetos de pesquisa visando à proteção dos participantes dentro de padrões éticos nacionais e internacionais. Seu horário de funcionamento é de segunda a sexta-feira, das 8h às 14h.

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TALE)

Eu, FERNANDA GUIMARÃES SARAIVA, convido você a participar do estudo ATIVIDADES INVESTIGATIVAS INTERDISCIPLINARES NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA. Informamos que seu pai/mãe ou responsável legal permitiu a sua participação. Pretendemos elaborar e aplicar a Sequência de Ensino Investigativa e Interdisciplinar (SEII) do assunto Sistema Digestório, contemplando as novas perspectivas do Ensino de Ciências, com vistas ao estímulo do protagonismo estudantil na solução de um problema. Gostaríamos muito de contar com você, mas você não é obrigado a participar e não tem problema se desistir. A pesquisa será feita na EEEM PROF. AGENOR RORIS e para este estudo adotaremos o (s) seguinte (s) procedimento (s):

1. Durante as aulas, serão realizadas discussões, atividades práticas experimentais variadas, envolvendo os conteúdos do Sistema Digestório.
2. Serão solicitadas pesquisas sobre as estruturas e funcionamento do Sistema Digestório.
3. Serão realizados experimentos para simular a digestão dos alimentos. Após a coleta e análise dos dados das atividades práticas experimentais, os estudantes irão, em grupos, produzir um mapa conceitual integrativo, uma forma esquemática de apresentar os mecanismos envolvidos nas disciplinas de Ciências da Natureza, o qual os alunos terão que relatar o percurso do alimento até sua completa digestão, evidenciando os órgãos e processos físicos e químicos envolvidos, relacionando-os com as atividades práticas realizadas, e propondo explicações e soluções para os problemas apontados pela turma.
4. Ao final da Sequência de Ensino Investigativo você responderá um questionário que irá oportunizar que diga o que você achou da forma que o assunto Sistema Digestório foi trabalhado. Sua participação no questionário é voluntária e você terá o tempo necessário para respondê-lo.
5. Conforme a Resolução 466/2012, inciso IV.3, explicita-se aos participantes que não haverá despesas para os estudantes participantes desta pesquisa, além disso, é garantido a indenização diante de eventuais danos decorrentes da pesquisa.

Para isso, será usado nas atividades experimentais as maletas contendo os reagentes (lúgol, pepsina, álcool, etc) do Projeto Experimentoteca, ele é considerado seguro, mas é possível ocorrer riscos mínimos/previsíveis como desde acidentes envolvendo reagentes, vidrarias quebradas ou uso de tesoura escolar. Caso aconteça algo errado, você, seus pais ou responsáveis poderá(ão) nos procurar pelos contatos que estão no final do texto.

A sua participação é importante pois busca desenvolver estratégias didáticas que favoreçam o processo de ensino e aprendizagem dos conteúdos da Digestão dos Alimentos possibilitando ao estudante aprimorar seus conhecimentos de maneira protagonista e por intermédio de aulas significativas.

O participante terá plena liberdade para escolher ou não participar do projeto, além disso, ele poderá retirar seu consentimento em qualquer fase da pesquisa, sem qualquer prejuízo.

As suas informações ficarão sob sigilo, ninguém saberá que você está participando da pesquisa; não falaremos a outras pessoas, nem daremos a estranhos as informações que você nos der.

Os participantes terão livre acesso aos resultados da pesquisa e não terão nenhuma despesa ao participar da pesquisa, assim como não há nenhum valor econômico a receber ou a pagar aos voluntários pela participação;

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMADO

Eu _____ aceito participar da pesquisa **ATIVIDADES INVESTIGATIVAS INTERDISCIPLINARES NO ENSINO DE CIÊNCIAS DA NATUREZA**. Entendi as coisas ruins e as coisas boas que podem acontecer. Entendi que posso dizer “sim” e participar, mas que, a qualquer momento, posso dizer “não” e desistir e que ninguém vai ficar com raiva/chateado comigo. Os pesquisadores esclareceram minhas dúvidas e conversaram com os meus pais/responsável legal. Recebi uma via deste termo de assentimento, li e quero/concordo em participar da pesquisa/estudo.

Vila Velha , ____ de _____ de 2023.

Assinatura do pesquisador responsável

Responsável do aluno participante

Em caso de dúvidas com respeito aos aspectos éticos deste estudo, você poderá consultar:

Pesquisadora Responsável: Fernanda Guimarães Saraiva

Contato da Pesquisadora Responsável: professorafernandasaraiva@gmail.com

Whatsapp: 27 99799-6569. Endereço profissional: EEEM PROF. AGENOR RORIS
Endereço: Av. João Mendes - Praia de Itaparica, Vila Velha - ES, 29102-011. Horário: 12h30 às 19h30 de Segunda a Quinta-feira.

Orientadora da Pesquisadora Responsável: Viviana Borges Corte. Telefone (27) 3145 5337 - Laboratório de Ensino de Biologia no Departamento de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo, campus Goiabeiras.

Centro Universitário Norte do Espírito Santo (CEUNES) - Comitê de Ética em Pesquisa (CEP), Rodovia BR 101 Norte, Km 60, Bairro Litorâneo, São Mateus-ES,

CEP: 29.932-540. E-mails: cepceunes@gmail.com e comitedeetica.ceunes@institucional.ufes.br Telefone: (27) 3312-1519. Horário de atendimento ao público: Segunda a Sexta-feira, das 13h00 às 19h00. O CEP/CCS/UFES tem a função de analisar projetos de pesquisa visando à proteção dos participantes dentro de padrões éticos nacionais e internacionais. Seu horário de funcionamento é de segunda a sexta-feira, das 8h às 14h.

APÊNDICE B – QUESTIONÁRIO REFERENTE À FASE 3

ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NOS EXPERIMENTOS DIGESTÃO NA BOCA

PARTE I) EXPERIMENTO - IDENTIFICAÇÃO DO AMIDO EM ALIMENTOS

- A. Faça o upload das fotos dos alimentos antes de pingar lugol.
- B. Faça o upload das fotos dos alimentos após pingar lugol.
- C. Em qual/ quais alimentos foi/ foram observada (s) a mudança de cor?
- D. O que a mudança de cor indica?
- E. Dos alimentos testados, qual possui uma grande quantidade de amido? Como você observou isso?

PARTE II) EXPERIMENTO - AÇÃO DA SALIVA

Faça o upload da(s) foto(s) dos alimentos logo antes de acrescentar saliva (pedaço inteiro do pão X pão partido em pedacinhos).

- A. Faça o upload da(s) foto(s) dos alimentos após aguardar 24h da amostra misturada à saliva.
- B. O que explica a diferença das amostras em A (antes de acrescentar saliva) X B (após misturar saliva e aguardar 24h)? Justifique sua resposta.
- C. Comparando a amostra do pedaço de pão inteiro e a amostra do pão picadinho, houve diferença? () SIM () NÃO
- D. O que o pão picadinho pela tesoura simulou?
- E. O que o palito de picolé simulou?
- F. Explique a diferença dos resultados obtidos (pedaço de pão inteiro X pão picadinho misturados à saliva).

ANÁLISE DOS RESULTADOS OBTIDOS NO EXPERIMENTO DIGESTÃO NO ESTÔMAGO IN VITRO

- A. Faça o upload dos tubos de ensaio logo ao finalizar a montagem do experimento.
- B. Faça o upload dos tubos de ensaio após aguardar 24h.
- C. Comparando os resultados obtidos logo ao finalizar a montagem do experimento X após aguardar 24h, descreva o que foi observado.
- D. O que explica a diferença das amostras em logo ao finalizar a montagem do experimento X após aguardar 24h? Justifique sua resposta.
- E. O que a clara de ovo picadinha pela tesoura simulou?
- F. Comparando os tubos de ensaio A (pedaço grande de clara de ovo cozido) com os tubos de ensaio B (pedaços fragmentados de clara de ovo cozido), houve diferença? () SIM () NÃO
 - F. 1 Se sim, quais as diferenças observadas?
- G. Comparando todos os tubos de ensaio, em qual a digestão da clara de ovo foi mais evidente? Levante hipóteses que expliquem a diferença dos resultados obtidos nos tubos de ensaio.

APÊNDICE C – QUESTIONÁRIO PARA AVALIAÇÃO DA SEII POR PARTE DOS ESTUDANTES

1. Qual sua faixa etária?

☐ Menos de 15 anos ☐ 15 a 16 anos ☐ 17 a 18 anos ☐ Mais de 18 anos

2. Você gosta de aprender?

☐ Sim ☐ Não ☐ Indiferente

3. Você gosta de frequentar a escola?

☐ Sim ☐ Não ☐ Indiferente

4. Você considera importante frequentar a escola?

☐ Sim ☐ Não ☐ Indiferente

6.1. Se sim, por que considera importante frequentar a escola?

5. Você gosta de estudar as disciplinas a seguir:

BIOLOGIA ☐ Sim ☐ Não ☐ Indiferente

QUÍMICA ☐ Sim ☐ Não ☐ Indiferente

FÍSICA ☐ Sim ☐ Não ☐ Indiferente

6. Você considera que estudar Ciências Naturais (Biologia, Química e Física) é importante?

☐ Sim ☐ Não ☐ Indiferente

6.1. Se sim, por que considera importante?

7. Você considera Biologia, Química e Física disciplinas difíceis? Justifique.

8. Você gostou da forma que foi abordado o assunto Sistema Digestório?

☐ Concordo

☐ Nem concordo, nem discordo

☐ Discordo

13.1. Diga o que você achou das aulas sobre Sistema Digestório.

9. Considero que aprendi informações novas sobre o Sistema Digestório.

- ☐ Concordo
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo

10. Considero que a forma que o assunto Sistema Digestório foi trabalhado, contribuiu para meu aprendizado.

- ☐ Concordo
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo

11. De um modo geral, estou satisfeito/a com o meu desempenho na disciplina.

- ☐ Concordo
- ☐ Não concordo e nem discordo
- ☐ Discordo

APÊNDICE D – ROTEIRO DO ESTUDANTE REFORMULADO



ROTEIRO DO ESTUDANTE

DIGESTÃO NA BOCA E NO ESTÔMAGO

NOME: _____

TURMA: _____

DATA: ____/____/____

Leia a situação descrita a seguir:

Na Escola Protagonista do Aprendizado, os estudantes Ana, Bernardo e Cláudia compartilharam a merenda do dia composta por pão com ovo, preparado com esmero pela cozinheira da escola. O sabor delicioso dos alimentos despertou não apenas o apetite, mas também uma curiosidade intensa sobre como seus corpos processavam aquelas refeições nutritivas. Enquanto mastigavam e saboreavam cada mordida, a conversa animada girava em torno do processo de digestão. Discutiram entusiasmadamente sobre a importância dos nutrientes para a saúde e se perguntaram como exatamente aquele lanche seria digerido pelo organismo. Decidiram, então, embarcar em uma jornada científica, planejando experimentos e pesquisas para desvendar o mistério da digestão. Junte-se à Ana, Bernardo e Cláudia nessa incrível jornada do conhecimento!

Junto aos seus colegas, discuta e levante hipóteses que expliquem as questões abaixo:

- a) Qual a importância da alimentação na manutenção da vida?
- b) Como o corpo realiza a digestão dos alimentos?
- c) _____

MONTAGEM DOS EXPERIMENTOS

EXPERIMENTO 1 - Digestão do Pão

Material

- Lugol 2%
- 2 potes
- 1 Palito de picolé

- Pão (deve ser trazido de casa)
- 1 Tesoura escolar
- Saliva
- Smartphone pessoal de um aluno

Procedimento

- 1 - Parta o pão em dois pedaços de aproximadamente o mesmo tamanho e coloque cada pedaço em um pote.
- 2 - Com o auxílio da tesoura, pique em pedaços bem pequenos o pão de apenas um dos potes.
- 3 - Em ambos potes, pingue no pão 5 a 8 gotas de Lugol. Observe o que acontece e faça anotações.
- 4 - Em ambos potes, adicione saliva em abundância sobre o pão.
- 5 - Com o auxílio do palito de picolé, misture a saliva ao pão.
- 6 - Faça uma foto do experimento ou anote o aspecto do conteúdo dos dois potes.

Aguarde 24h para a observação dos resultados. Guarde com cuidado esta folha, próxima aula você irá utilizá-la novamente!

EXPERIMENTO 2 - Digestão do Ovo

Material

- 8 Tubos de ensaio
- 3 Pipetas
- Ácido clorídrico
- Solução de Pepsina
- 2 Tiras de papel indicador de pH
- Água
- Clara de Ovo cozida (deve ser trazida de casa)
- 1 Caneta marcadora
- Smartphone pessoal de um aluno

Procedimento

- 1 - Com a caneta marcadora, enumere os tubos de ensaio: 1A, 1B, 2A, 2B, 3A, 3B, 4A e 4B.
- 2 - Com o auxílio da tesoura, pique o ovo em 8 pedaços (finos e compridos) de aproximadamente do mesmo comprimento e largura. Lembre-se que o pedaço deve ser estreito o suficiente para conseguir entrar com facilidade no tubo de ensaio.
- 3 - Coloque 1 pedaço de clara de ovo em cada um dos tubos de ensaio enumerados com a letra A. Nos tubos de ensaio "A" vamos analisar a digestão do pedaço grande de ovo.
- 4 - Os outros 4 pedaços que sobraram você deve picar, com o auxílio da tesoura, em pedacinhos bem pequenos e colocar quantidades iguais nos tubos de ensaio

enumerados com a letra B. Nos tubos de ensaio “B” vamos analisar a digestão do ovo em pedacinhos bem pequenos.

5 - Meça o pH da água com a tira de papel medidora de pH, faça o mesmo com o ácido clorídrico. Anote os resultados.

6 - Agora é o momento de adicionar os reagentes. Preste bem atenção na tabela a seguir e adicione o que é pedido. Utilize uma pipeta para a água, outra pipeta para o ácido clorídrico e uma outra para a solução de pepsina. *Muito cuidado ao manipular o ácido clorídrico, se necessário, peça ajuda ao professor ou ao auxiliar de laboratório.*

Tubo de Ensaio 1	6 mL de água.
Tubo de Ensaio 2	6 mL de ácido clorídrico.
Tubo de Ensaio 3	2 mL de água + 4 mL de solução de pepsina.
Tubo de Ensaio 4	2 mL de ácido clorídrico + 4 mL de solução de pepsina.

7 - Faça uma foto do experimento ou anote abaixo o aspecto do conteúdo de todos os tubos de ensaio.

Aguarde 24h para a observação dos resultados. Guarde com cuidado esta folha, próxima aula você irá utilizá-la novamente!

OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS APÓS 24 HORAS

EXPERIMENTO 1 - Digestão do Pão

1 - Após aguardar 24h, tire novamente uma foto do experimento ou anote o aspecto do conteúdo dos dois potes.

2 - Compare a foto que você tirou no dia anterior e após aguardar 24h.

Junto aos seus colegas, discuta as questões abaixo:

- a) Ao pingar Lugol, o que aconteceu? O que a reação indica?
- b) O que a tesoura simulou no experimento? O que o palito de picolé simulou no experimento?
- c) Após adicionar saliva e aguardar 24h, o que aconteceu com o pão em cada um dos potes?
- d) Houve diferença no resultado entre os dois potes? Pesquise e levante argumentos que expliquem os resultados obtidos.

e) _____

EXPERIMENTO 2 - Digestão do Ovo

1 - Após aguardar 24h, tire novamente uma foto do experimento ou anote o aspecto do conteúdo de todos os tubos de ensaio.

2 - Compare a foto que você tirou no dia anterior e após aguardar 24h.

Junto aos seus colegas, discuta as questões abaixo:

- a) Preencha a tabela a seguir com informações acerca da aparência do conteúdo de cada tubo de ensaio, comparando o que você observou ontem e o que você observa hoje, após aguardar 24h:

TUBO DE ENSAIO	CLARA DE OVO COZIDA	REAGENTES	RESULTADOS: ANOTE A APARÊNCIA DO CONTEÚDO DO TUBO DE ENSAIO APÓS AGUARDAR 24h
1A	Pedaco grande	Água	
1B	Pedacinhos pequenos	Água	
2A	Pedaco grande	Ácido clorídrico	
2B	Pedacinhos pequenos	Ácido clorídrico	
3A	Pedaco grande	Água + Solução de pepsina	
3B	Pedacinhos pequenos	Água + Solução de pepsina	
4A	Pedaco grande	Ácido clorídrico + Solução de pepsina	
4B	Pedacinhos pequenos	Ácido clorídrico + Solução de pepsina	

- b) O que a tesoura simulou no experimento?
- c) Houve diferença entre os tubos de ensaio que o pedaço da clara de ovo estava grande, comparando com os tubos que a clara de ovo estava picadinha? Como podemos relacionar com a prática anterior?
- d) Qual foi o pH da água? E do ácido clorídrico?

e) Em qual tubo de ensaio a digestão da clara de ovo foi mais evidente? Pesquise e levante argumentos que expliquem os resultados obtidos, relacionando com as características do estômago.

f) _____

Conclusão - Agora que você investigou os processos digestivos que ocorrem na boca e no estômago explique, relacionando com os experimentos realizados, como os alimentos são digeridos pelos órgãos que compõem o sistema digestório de nosso organismo.



ORIENTAÇÕES PARA O PROFESSOR

DIGESTÃO NA BOCA E NO ESTÔMAGO

Objetivo: Estudo da digestão; catalisadores biológicos, hidrólise do amido; hidrólise de proteínas.

Pressuposto: Conhecimento da anatomia do aparelho digestivo e tipos de alimentos.

Ensino por investigação

O ensino investigativo, também conhecido como ensino por investigação, é uma abordagem educacional que coloca o aluno no centro do processo de aprendizagem. Ele se baseia na ideia de que os estudantes aprendem melhor quando são protagonistas, participativos e envolvidos em investigações e descobertas. O ensino investigativo visa promover habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas, colaboração, comunicação e autonomia no processo de aprendizagem.

Nesse método, os alunos são encorajados a fazer perguntas, explorar, investigar e resolver problemas, elaborar hipóteses, realizar pesquisas, analisar informações, envolvendo ou não a experimentação. Em vez de apenas receber informações passivamente, os estudantes são motivados a buscar respostas, construir seu próprio conhecimento e compreender os conceitos por meio da prática e da reflexão.

Esta atividade apresenta enfoque investigativo, neste tipo de abordagem de ensino é importante que o professor assuma papel *mediador*: estimule o diálogo, direcione o raciocínio dos estudantes, oriente fases de pesquisa e medie debates e discussões. Cabe ao professor proporcionar condições para que os alunos compreendam o que estão fazendo, de forma a promover o protagonismo estudantil na construção do conhecimento.

Orientações

- Essa atividade é melhor aproveitada quando trabalhada de forma interdisciplinar. Se possível, planeje junto a professores de outras ciências da natureza. No componente curricular Física pode ser explorado os fenômenos químicos e físicos, na Química pode ser estudado aspectos da Cinética Química e em Biologia é uma oportunidade de aprender sobre o sistema digestório e aspectos da saúde e alimentação.
- Encorajamos que o professor crie questionamentos adicionais ao “Roteiro do Estudante”, relacionando a prática executada com o conteúdo escolar que está sendo trabalhado no momento e o conhecimento prévio de seus alunos. Há um

espaço adicional no “Roteiro do Estudante” para isso. Sugerimos que o professor coloque na lousa as questões adicionais para que os alunos copiem no espaço indicado.

- Essa atividade foi planejada para ser executada em duas aulas com o intervalo de 24h entre elas. Caso a temperatura ambiente esteja em 15° C, ou abaixo disto, recomenda-se que o tempo de espera passe de 24 para 48 horas.
- Organize a turma em até 7 grupos para a execução da atividade. Incentive o trabalho coletivo e a discussão em grupo. Ao final da atividade, promova uma discussão aberta para toda a turma, permitindo que o debate se estenda e enriqueça o aprendizado coletivo.
- Forneça uma cópia do “Roteiro do Estudante” para cada grupo.
- O “EXPERIMENTO 2 - Digestão do Ovo” prevê a manipulação de ácido clorídrico. Professor (a), esteja atento e oriente os estudantes com relação a periculosidade deste reagente. Se julgar necessário, instrua aos seus alunos que realizem todas as etapas, exceto a adição do ácido clorídrico, que deve ser feita por você mesmo.

Procedimentos preliminares à execução da atividade

- É necessário para este experimento uma jarra com água e solução de pepsina; que o próprio professor vai preparar:

Preparação da solução de pepsina: coloque no erlenmeyer 100 mL de água; acrescente duas vezes a espátula cheia de pepsina na água; tampe o erlenmeyer com a rolha de borracha e agite vigorosamente a mistura; mantenha a solução pronta guardada em geladeira enquanto não for usá-la.

- No dia anterior à execução dessa atividade, solicite que os grupos tragam 1 pão (1 fatia de pão de fôrma ou 1 pão francês), 1 (clara de) ovo cozido e 1 tesoura escolar. Todos os demais materiais você encontra na maleta da Experimentoteca.

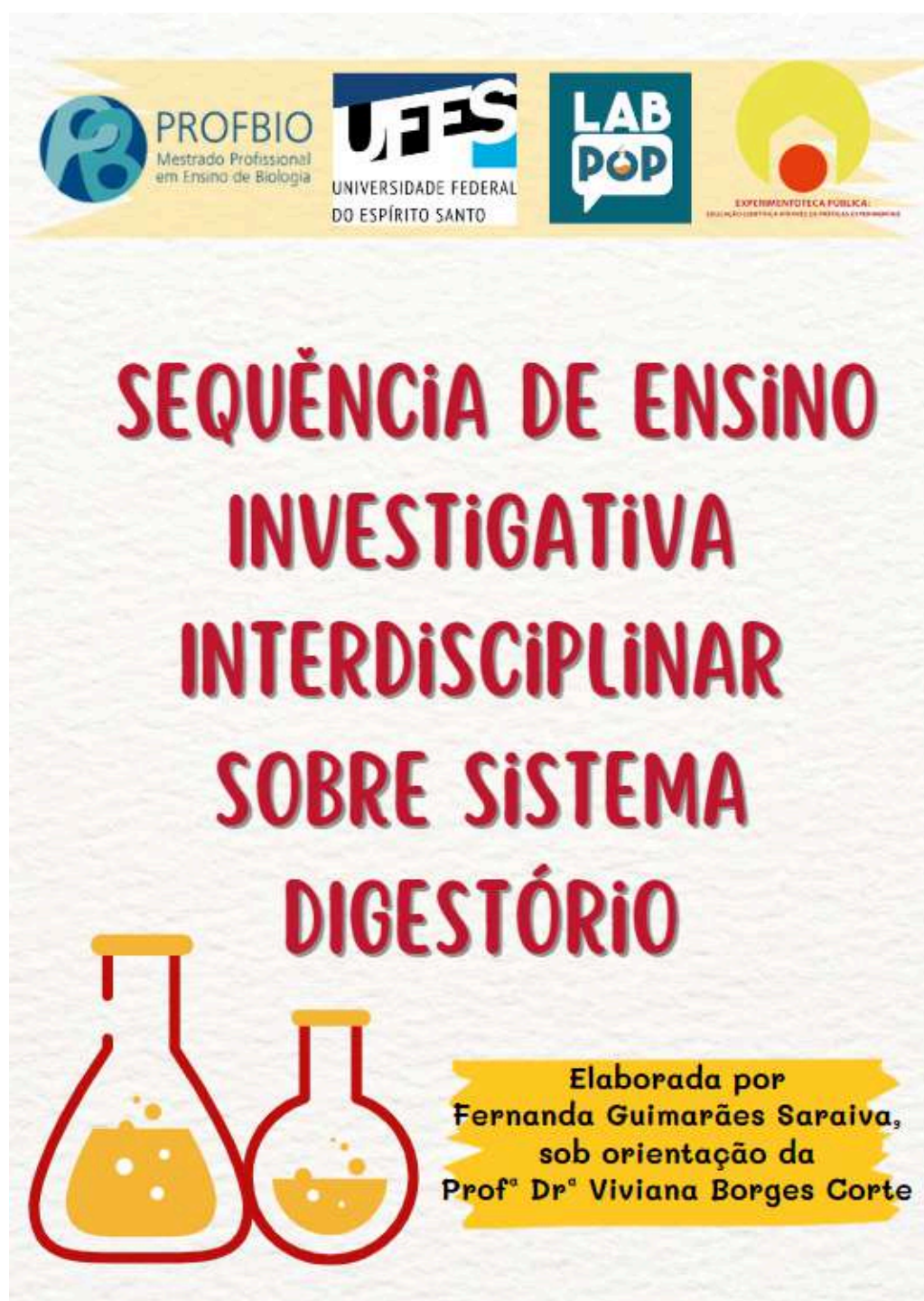
Boa aula!

APÊNDICE E – SEII SINTETIZADA



Link da SEII no Canva:

https://www.canva.com/design/DAF8NbSYPt0/CaoHLdAqgeoxF7o6xk66VQ/edit?utm_content=DAF8NbSYPt0&utm_campaign=designshare&utm_medium=link2&utm_source=sharebutton



Esta Sequência de Ensino Investigativa Interdisciplinar é o produto educacional elaborado como exigência para a Conclusão do Mestrado Profissional em Ensino de Biologia (PROFBIO), ofertada pelo Centro Universitário Norte do Espírito Santo da Universidade Federal do Espírito Santo.

Foi elaborada pela aluna Fernanda Guimarães Saraiva, turma 2022, sob orientação da Profª Drª Viviana Borges Corte.

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

SUMÁRIO

Pág.
3

Introdução

Pág.
8

Estrutura da Sequência de Ensino Investigativa Interdisciplinar

Pág.
9

Aula 1

Pág.
13

Aula 2

Pág.
15

Aula 3

Pág.
16

Aula 4

Pág.
20

Aula 5

Pág.
21

Aula 6

APRESENTAÇÃO

Bem vindo (a)

Apresentamos uma Sequência de Ensino Investigativa Interdisciplinar (SEII) para abordar o tema "Sistema Digestório" com estudantes do Ensino Médio, utilizando o material experimental da Experimentoteca.

A atividade está pautada no *Ensino por Investigação* e utiliza a técnica de *Mapeamento Conceitual* para a sistematização do conhecimento pelo aprendiz.



INTRODUÇÃO

O Ensino Investigativo coloca os alunos como protagonistas, promovendo habilidades como pensamento crítico, resolução de problemas e autonomia. O professor desempenha o papel de mediador, estimulando o diálogo e orientando o processo. Os alunos são incentivados a fazer perguntas, explorar, investigar e resolver problemas, construindo seu próprio conhecimento.

A atividade é pautada no ensino investigativo, que visa promover uma aprendizagem ativa e significativa, onde os alunos são motivados a buscar respostas e compreender conceitos por meio da prática e da reflexão. Nesse contexto, o professor assume o papel de mediador, enquanto os alunos se tornam agentes ativos do seu próprio aprendizado.



INTRODUÇÃO



SAIBA MAIS

A Professora Dr^a Anna Maria Pessoa de Carvalho, pesquisadora sobre o Ensino de Ciências, esclarece que no planejamento de uma Sequência de Ensino Investigativo são necessários quatro aspectos:

I - O Problema: numa abordagem investigativa o Problema deve mobilizar os conhecimentos prévios dos alunos, mas esses não são os suficientes para respondê-lo; deve, portanto, oferecer aos discentes uma oportunidade de refletir de uma nova forma sobre os aspectos já conhecidos. Carvalho (2013, p. 12) ressalta que "a resolução do problema precisa ser feita em grupos pequenos de alunos, pois eles, tendo desenvolvimentos intelectuais semelhantes, têm mais facilidade de comunicação".

II - Leitura de texto de sistematização do conhecimento: Esta etapa, segundo Carvalho (2013, p. 15), corresponde a "uma atividade complementar ao problema" em que, por meio da pesquisa e leitura, os estudantes devem "repassar todo o processo da resolução do problema como também o produto do conhecimento discutido em aulas anteriores, isto é, os principais conceitos e ideias surgidas."

III - Atividades que levam à contextualização social do conhecimento e/ou ao aprofundamento do conteúdo: Carvalho (2013, p.16) defende que atividades de contextualização devem levar os estudantes a associarem o problema e o fenômeno investigado com o seu cotidiano.

IV - Atividade de avaliação e/ou aplicação finalizando uma SEI: Carvalho (2013, p.13) evidencia que ao final de uma SEI deve acontecer uma avaliação formativa, "um instrumento para que alunos e professor confirmem se estão ou não aprendendo", e esclarece ainda que "a proposta das SEIs está pautada na ideia de um ensino cujos objetivos concentram-se tanto no aprendizado dos conceitos, termos e noções científicas quanto no aprendizado de ações, atitudes e valores próprios da cultura científica" (Carvalho, 2013, p.18).

SAIBA AINDA MAIS



FONTE: CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. *Ensino de ciências por investigação: condições para implementação em sala de aula*. São Paulo: Cengage Learning 2013.

INTRODUÇÃO

O uso do Mapa Conceitual, uma ferramenta visual que organiza e representa o conhecimento de forma hierárquica e interconectada, facilita a compreensão e a assimilação de informações complexas. Além disso, promove uma aprendizagem ativa e significativa, permitindo aos alunos relacionar o que já sabem com o novo conteúdo. O Mapa Conceitual também pode servir como uma ferramenta de avaliação, ajudando os educadores a avaliar o nível de compreensão e a profundidade do conhecimento dos alunos. Ao criarem Mapas Conceituais, os alunos desenvolvem habilidades essenciais como pensamento crítico, síntese e organização, fundamentais para o sucesso acadêmico e profissional.



SAIBA MAIS

Os estudos do Professor Dr. Romero Tavares apontam as potencialidades do uso do Mapa Conceitual no contexto da educação:

"Quando um aprendiz utiliza o mapa durante o seu processo de aprendizagem de determinado tema, vai ficando claro para si as suas dificuldades de entendimento desse tema. Um aprendiz não tem muita clareza sobre quais são os conceitos relevantes de determinado tema, e ainda mais, quais as relações sobre esses conceitos. Ao perceber com clareza e especificidade essas lacunas, ele poderá voltar a procurar subsídios (livro ou outro material instrucional) sobre suas dúvidas, e daí voltar para a construção de seu mapa. Esse ir e vir entre a construção do mapa e a procura de respostas para suas dúvidas irá facilitar a construção de significados sobre o conteúdo que está sendo estudado. O aluno que desenvolver essa habilidade de construir seu mapa conceitual enquanto estuda determinado assunto, está se tornando capaz de encontrar autonomamente o seu caminho no processo de aprendizagem. Caso ele não consiga encontrar as respostas nas consultas ao material instrucional, ele ainda assim terá conseguido ter clareza sobre as suas perguntas, e desse modo já terá encaminhado a sua aprendizagem de maneira conveniente e segura. Pois quando se tem clareza das perguntas, ou das dúvidas, é mais fácil procurar ajuda de pessoas mais experientes" (Tavares, 2007, p. 74-75).

SAIBA AINDA MAIS



PONTE, TAVARES, R. Construindo mapas conceituais. Ciência e Cognição, Ano 04, Vol 12, 12-05. Departamento de Física, UFPE. João Pessoa, Paraíba, Brasil, 2009.

INTRODUÇÃO

Recomenda-se uma abordagem interdisciplinar, envolvendo professores de outras ciências da natureza, como Física e Química, para explorar aspectos relacionados ao tema. No componente curricular Física pode ser explorado os fenômenos químicos e físicos, na Química pode ser estudado aspectos da Cinética Química e em Biologia é uma oportunidade de aprender sobre o sistema digestório e aspectos da saúde e alimentação. Juntos, podem enriquecer a experiência de aprendizagem dos alunos, conectando conceitos de diferentes áreas do conhecimento. Essa colaboração entre disciplinas amplia a compreensão dos estudantes sobre o tema e sua aplicabilidade em diversas áreas da vida.



ESTRUTURA DA SEII

A SEII é composta de seis aulas de 50 min, descritas sucintamente na tabela abaixo. Ao longo das próximas páginas você irá encontrar o passo a passo para a execução da SEII.

Aula 1	Ambientação, discussão e proposição de hipóteses.
Aula 2	Atividades práticas experimentais.
Aula 3	Observação e análise dos resultados dos experimentos.
Aula 4 e Aula 5	Orientação e Elaboração do Mapa Conceitual a partir da análise dos resultados dos experimentos.
Aula 6	Socialização dos Mapas Conceituais elaborados pelos grupos.

AULA 1

RECURSOS NECESSÁRIOS:

- Lousa e pincel atômico;
- Imagem impressa em livro didático/ folha impressa da anatomia do sistema digestório OU Computador e aparelho data show OU Modelo Anatômico de Torso que contenha os órgãos do sistema digestório.

LOCAL: Esta aula pode ser realizada em qualquer espaço da escola que mantenha a atenção da turma à aula.

Na primeira aula é necessário fazer a ambientação do tema que será estudado: o Sistema Digestório. Para tanto, aguçe a curiosidade dos estudantes com relação ao fato cotidiano da vida de qualquer pessoa: o processo de digestão de alimentos. Faça perguntas à turma, como exemplificado a seguir. Estimule os estudantes a se expressarem oralmente, preste muita atenção às respostas, elas são indicadores dos conhecimentos prévios de seus alunos. Use cerca de 10 a 15 minutos da aula para esta etapa.

Como o nosso corpo usa o alimento que consumimos?

O que acontece com o alimento consumido para que o corpo possa utilizá-lo?

AULA 1

Em seguida, você irá apresentar o Problema desta investigação. O Problema é um elemento essencial no Ensino Investigativo, ele deve motivar os alunos, mobilizando seus conhecimentos prévios, mas também desafiá-los a encontrar uma nova forma de análise e reflexão sobre a situação apresentada.

Sugerimos que você escreva o problema a seguir no quadro e solicite aos alunos que escrevam em seus cadernos as hipóteses frente a este questionamento.

Na sequência, solicite que os estudantes expressem oralmente suas hipóteses, estimulando a troca de conhecimentos. Use cerca de 5 a 10 minutos para este momento.

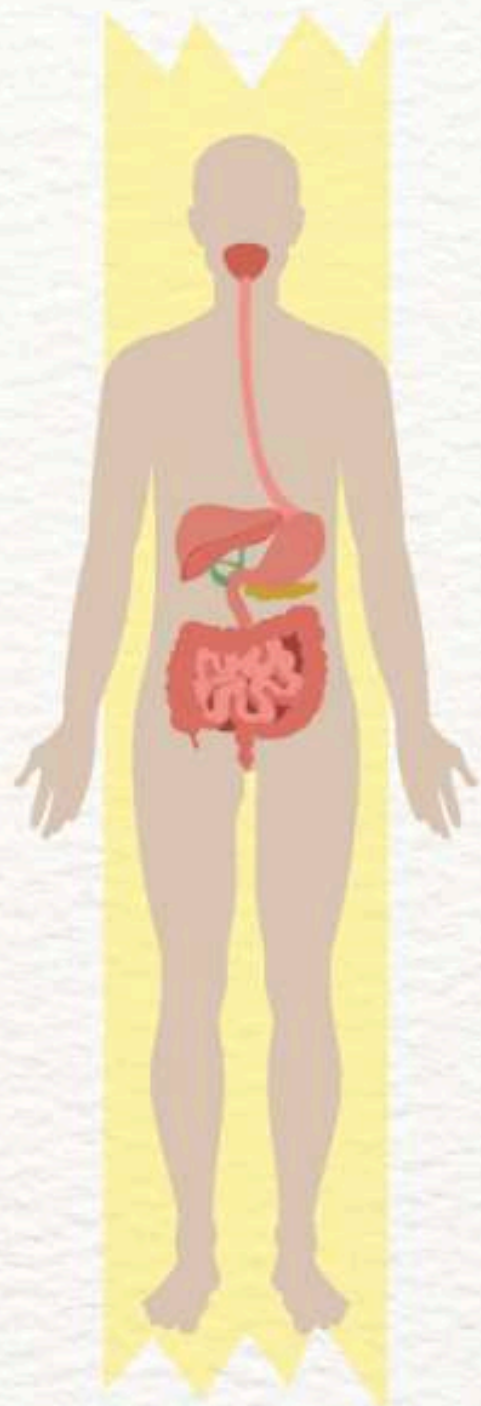


**COMO O CORPO 'QUEBRA'
O ALIMENTO NO PROCESSO
DE DIGESTÃO?**

AULA 1

Logo após, apresente sucintamente anatomia do aparelho digestivo, para que os estudantes possam conhecer e se familiarizar com os órgãos que fazem parte deste sistema e suas respectivas funções e a partir dos conhecimentos estruturais iniciais, refletir sobre sua fisiologia.

Neste momento você pode utilizar uma imagem do sistema digestório no livro didático se este o possuir, ou pode entregar uma folha impressa com tal figura, ou pode projetar esta imagem se tiver aparelho Data Show à disposição ou mesmo poderá utilizar um Modelo Anatômico de Torso que contenha os órgãos do sistema digestório se sua escola possuir tal recurso. Use cerca de 10 a 15 minutos da aula para esta etapa.



AULA 1

Finalize a Aula 1 informando aos alunos que na aula seguinte serão realizados experimentos para a investigação da digestão dos alimentos. Motive o engajamento dos estudantes para este momento, no geral, os alunos gostam muito de atividades experimentais.

Solicite que os a turma venha para a aula seguinte já organizada em 7 grupos de aproximadamente o mesmo número de estudantes. Peça para que cada grupo traga na próxima aula 1 pão (1 fatia de pão de fôrma ou 1 pão francês), 1 (clara de) ovo cozido, 1 tesoura escolar, lápis e caneta. Todos os demais materiais você encontrará na maleta da Experimentoteca. Utilize cerca de 5 minutos da aula para estas recomendações.



AULA 2

RECURSOS NECESSÁRIOS:

- Pão e ovo cozido, solicitado aos grupos na aula anterior;
- Ferramentas e reagentes disponíveis na maleta da Experimentoteca;
- Solução de pepsina preparada previamente pelo educador;
- 1 cópia do "Roteiro do Estudante" para cada grupo, matriz disponível na maleta da Experimentoteca;
- Lápis ou caneta dos alunos.

LOCAL: Sala de aula ou Laboratório.

Nesta aula (Aula 2) será executada a montagem dos experimentos e na aula seguinte (Aula 3) será realizada a análise dos resultados. Assim, esta atividade experimental foi planejada para acontecer em duas aulas com o intervalo de no mínimo 24h entre elas. Caso a temperatura ambiente esteja em 15° C, ou abaixo disto, recomenda-se que o tempo de espera passe de 24 para 48 horas. Recomendamos que o intervalo entre a Aula 2 e 3 não seja maior que 48h a fim de evitar a contaminação dos experimentos com fungos.

Antes de iniciar a aula é preciso que você prepare previamente a solução de pepsina.

Materiais necessários:

- água da torneira
- pepsina em pó disponível na maleta
- 1 espátula disponível na maleta
- erlenmeyer disponível na maleta

Preparação da solução de pepsina: coloque no erlenmeyer 100 mL de água; acrescente duas vezes a espátula cheia de pepsina na água; tampe o erlenmeyer com a rolha de borracha e agite vigorosamente a mistura; mantenha a solução pronta guardada em geladeira enquanto não for usá-la.

AULA 2

Encorajamos que você crie questionamentos adicionais ao “Roteiro do Estudante”, relacionando a prática executada com o conteúdo escolar que está sendo trabalhado no momento e o conhecimento prévio de seus alunos. Há um espaço adicional no “Roteiro do Estudante” para isso. Sugerimos que o você coloque na lousa ou dite as questões adicionais para que os alunos copiem no espaço indicado.

Organize a turma em até 7 grupos para a execução da atividade. Disponha o material necessário para a execução dos experimentos ao alcance dos estudantes.

Orientar aos grupos para seguirem o “Roteiro do Estudante”. Incentive o trabalho coletivo e a discussão em grupo e garanta que todos os grupos estão executando as atividades com atenção. Ao final da aula, solicite aos grupos que guardem o “Roteiro do estudante” e o traga na aula seguinte.



O “EXPERIMENTO 2 - Digestão do Ovo” prevê a manipulação de ácido clorídrico. Professor (a), esteja atento e oriente os estudantes com relação a periculosidade deste reagente. Se julgar necessário, instrua aos seus alunos que realizem todas as etapas, exceto a adição do ácido clorídrico, que deve ser feita por você mesmo.

AULA 3

RECURSOS NECESSÁRIOS:

- Experimentos montados na aula anterior;
- Lápis ou caneta dos alunos;
- O “Roteiro do Estudante” entregue a cada grupo na aula anterior;

LOCAL: Sala de aula ou Laboratório.

Nesta aula os grupos irão observar e fazer registros acerca dos resultados dos experimentos montados na aula anterior, para a comparação das amostras antes e depois de 24h de contato do pão com a saliva e do ovo cozido com os reagentes.



Para tanto, os grupos deverão seguir as orientações que constam no “Roteiro do Estudante”, na parte de “OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS APÓS 24 HORAS”. Neste momento incentive seus alunos a discutirem e a manifestarem-se suas percepções acerca dos resultados. Estimule a trabalharem em equipe para conjuntamente responderem às questões propostas.

AULA 4

RECURSOS NECESSÁRIOS:

- Lápis, caneta e canetinhas dos alunos ou da escola;
- O "Roteiro do Estudante" entregue a cada grupo na aula anterior;
- Livro didático que contenha o tema Sistema Digestório E/ OU Smartphone ou computador com acesso à internet.
- 1 cartolina branca por grupo

É possível que além dos recursos citados, seja preciso também um computador e aparelho Data Show ou lousa e pincel atômico.

LOCAL: Sala de aula ou Biblioteca.

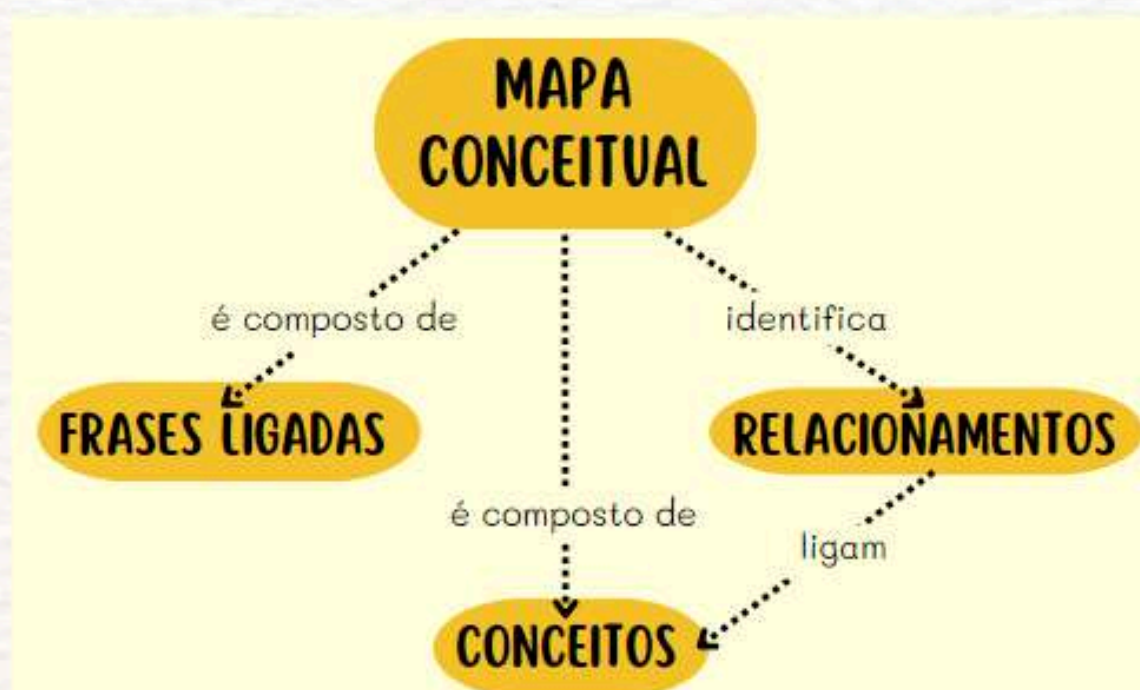
Nas Aulas 4 e 5, após a análise dos dados, os estudantes, em grupos, irão produzir um Mapa Conceitual, uma forma esquemática de apresentar os mecanismos envolvidos nas disciplinas de Ciências da Natureza, o qual os estudantes terão que relatar o percurso do alimento até sua completa digestão, evidenciando os órgãos e processos físicos e químicos envolvidos, relacionando-os com as atividades práticas realizadas.

Inicialmente, caso os estudantes desconheçam a técnica de mapeamento conceitual, será preciso que os alunos compreendam o que é um Mapa Conceitual e como este se difere de um Mapa Mental. Portanto, reserve aproximadamente 15 minutos da aula para explicar e exemplificar à turma a respeito do Mapa Conceitual.

AULA 4

O Mapa Conceitual é uma ferramenta visual poderosa utilizada para organizar, representar e comunicar informações de maneira clara e concisa. Um Mapa Conceitual busca responder uma pergunta focal, esta define o que está sendo explorado e ajudando a organizar e representar as relações entre os conceitos relevantes em torno dessa questão central.

Esse tipo de mapa utiliza elementos gráficos, como caixas, que representam conceitos, e linhas que conectam esses elementos para mostrar as relações entre eles. As linhas são acompanhadas por palavras ou frases curtas que descrevem a natureza da conexão entre os conceitos.



AULA 4

A aplicação de Mapas Conceituais no contexto da educação é fundamentada pela Aprendizagem Significativa, desenvolvida por David Ausubel. Essa teoria postula que o processo de aprendizagem é mais eficaz quando os novos conhecimentos estão conectados de maneira significativa com o conhecimento prévio do aprendiz. O Mapa Conceitual é, portanto, uma forma visual de organizar o conhecimento, mostrando como os conceitos se ancoram e relacionam entre si.

Os benefícios do uso de Mapas Conceituais na educação são diversos. Eles ajudam os estudantes a compreender e organizar conceitos complexos, estimulam o pensamento crítico e a reflexão, auxiliam na identificação das dificuldades, na memorização e retenção de informações, promovem a colaboração e interação entre os alunos e permitem aos professores identificar lacunas de compreensão e ajustar suas abordagens pedagógicas.

É importante diferenciar o Mapa Conceitual do Mapa Mental. Enquanto o Mapa Conceitual se concentra em representar as relações hierárquicas entre os conceitos, o Mapa Mental é mais livre e centrado em torno de uma ideia central. O primeiro busca estruturar e organizar o conhecimento de maneira mais hierárquica, enquanto o segundo tende a ser mais flexível em sua abordagem a apresentação visual.

AULA 4

Se achar necessário apresente imagens de mapas conceituais, você pode fazer isso procurando exemplos na internet ou você pode desenhar um exemplo no quadro.

Feito tais esclarecimentos, peça que os grupos se reúnam e tenham consigo o “Roteiro do Estudante” e um material para estudo e consulta, como o livro didático ou smartphone ou computador com acesso à internet.

Distribua uma cartolina por grupo, disponha as canetas e canetinhas para os alunos. Solicite que os estudantes elaborem em grupo um Mapa Conceitual, cuja questão focal será o problema proposto na aula 1 *“Como o corpo ‘quebra’ o alimento no processo de digestão?”*.

Requisite que o Mapa Conceitual apresente informações com relação aos órgãos, suas funções e particularidades, evidenciando processos físicos e químicos envolvidos na digestão, relacionando-os com as atividades práticas realizadas.

Garanta que todos os grupos estejam atentos executando a atividade. Se achar necessário, aconselhe que os grupos façam um rascunho numa folha A4, para que você possa avaliar previamente se todos os requisitos para o Mapa Conceitual estejam sendo atendidos.

Provavelmente não haverá tempo de finalizar o Mapa Conceitual nesta aula. Ao final da aula, peça para que os estudantes guardem com cuidado o Mapa Conceitual em andamento e tragam na aula seguinte.

AULA 5

RECURSOS NECESSÁRIOS:

- Lápis, caneta e canetinhas dos alunos ou da escola;
- O “Roteiro do Estudante” entregue a cada grupo na aula anterior;
- Livro didático que contenha o tema Sistema Digestório E/ OU Smartphone ou computador com acesso à internet.
- Cartolina entregue a cada grupo na aula anterior.

LOCAL: Sala de aula ou Biblioteca.

Esta aula deve ser dedicada para que os grupos prossigam e finalizem o Mapa Conceitual.

Professor (a), esteja atento no trabalho dos grupos para que haja foco e empenho para execução dentro deste prazo. A depender das dificuldades apresentadas pelos seus estudantes, avalie se será necessário destinar um tempo da aula seguinte para a finalização desta atividade.



AULA 6

RECURSOS NECESSÁRIOS:

- Mapas Conceituais elaborados pelos grupos;

LOCAL: Esta aula pode ser realizada em qualquer espaço da escola que mantenha a atenção da turma à aula.

Esta última aula é dedicada à socialização dos Mapas Conceituais, em que os grupos deverão apresentar o seu trabalho à turma. Este momento é muito enriquecedor, pois os estudantes podem prestigiar o trabalho dos colegas e compartilhar o que cada grupo aprendeu nesta SEII.



Professor, se permitido e for de seu interesse, combine anteriormente com a turma um lanche coletivo, a ser realizado ao final desta atividade.

AULA 6

Peça para que os estudantes expliquem sucintamente o Mapa Conceitual elaborado em grupos. Não permita que os grupos se alonguem demasiadamente nesta atividade, caso contrário ficará muito enfadonho, haja vista que o assunto é o mesmo para todos os grupos. Além disso, reforce para que os grupos utilizem apenas o Mapa Conceitual como recurso visual da apresentação. Após a finalização das apresentações, recomendamos que as cartolinas fiquem expostas na sala de aula ou em outro ambiente comum.

Se permitido e for de seu interesse, finalize a culminância desta SEII sobre o Sistema Digestório com um lanche coletivo. Para tanto, solicite anteriormente que os alunos tragam no dia da socialização dos Mapas Conceituais um lanche que será compartilhado. Proporcionar momentos de partilha e estreitamento de laços são muito importantes para o engajamento e sensação de pertencimento do estudante ao ambiente escolar. Além disso, é uma oportunidade de incentivar a auto organização e responsabilidade com o coletivo. Aproveite este momento para conectar o que foi aprendido com a refeição que está sendo realizada.

FAÇA NA SUA ESCOLA

Professor, caso a sua cidade não disponha do Projeto Experimentoteca, você pode adaptar os experimentos da seguinte maneira:

EXPERIMENTO 1 - Digestão do Pão

Se não tiver Lugol à disposição, você pode usar *Tintura de Iodo 2%*. Este material é facilmente encontrado em farmácias. Um frasco de 30 mL é o suficiente para vários experimentos e custa menos de R\$10,00 (valor referente ao ano de 2024).

EXPERIMENTO 2 - Digestão do Ovo

Este experimento necessita de materiais, tal como Pepsina e Ácido Clorídrico, que são mais difíceis de adquirir prontamente no comércio de qualquer cidade. Diante disso, sugerimos que, não tendo estes materiais à disposição, você proponha um experimento alternativo. Para tanto, utilize Roteiro (Alternativo) do Estudante para executar o experimento.



ROTEIRO (ALTERNATIVO) DO ESTUDANTE

DIGESTÃO NA BOCA E NO ESTÔMAGO

NOME: _____

TURMA: _____

DATA: ____/____/____

Leia a situação descrita a seguir:

Na Escola Protagonista do Aprendizado, os estudantes Ana, Bernardo e Cláudia compartilharam a merenda do dia composta por pão com ovo, preparado com esmero pela cozinheira da escola. O sabor delicioso dos alimentos despertou não apenas o apetite, mas também uma curiosidade intensa sobre como seus corpos processavam aquelas refeições nutritivas. Enquanto mastigavam e saboreavam cada mordida, a conversa animada girava em torno do processo de digestão. Discutiram entusiasmadamente sobre a importância dos nutrientes para a saúde e se perguntaram como exatamente aquele lanche seria digerido pelo organismo. Decidiram, então, embarcar em uma jornada científica, planejando experimentos e pesquisas para desvendar o mistério da digestão. Junte-se à Ana, Bernardo e Cláudia nessa incrível jornada do conhecimento!

Junto aos seus colegas, discuta e levante hipóteses que expliquem as questões abaixo:

- a) Qual a importância da alimentação na manutenção da vida?
- b) Como o corpo realiza a digestão dos alimentos?
- c) _____

MONTAGEM DOS EXPERIMENTOS

EXPERIMENTO 1 - Digestão do Pão

Material

- Tintura de Iodo 2%
- 2 potes
- 1 Palito de picolé
- Pão (deve ser trazido de casa)
- 1 Tesoura escolar

- Saliva
- Smartphone pessoal de um aluno

Procedimento

- 1 - Parta o pão em dois pedaços de aproximadamente o mesmo tamanho e coloque cada pedaço em um pote.
- 2 - Com o auxílio da tesoura, pique em pedaços bem pequenos o pão de apenas um dos potes.
- 3 - Em ambos potes, pingue no pão 5 a 8 gotas da Tintura de Iodo. Observe o que acontece e faça anotações.
- 4 - Em ambos potes, adicione saliva em abundância sobre o pão.
- 5 - Com o auxílio do palito de picolé, misture a saliva ao pão.
- 6 - Faça uma foto do experimento ou anote o aspecto do conteúdo dos dois potes.

Aguarde 24h para a observação dos resultados. Guarde com cuidado esta folha, próxima aula você irá utilizá-la novamente!

EXPERIMENTO 2 - Digestão do Ovo**Material**

- Materiais
- Clara de um ovo (crua)
- 10 mL de água
- 10 mL de ácido acético (vinagre)
- 10 mL de detergente líquido neutro
- 10 mL de álcool 70%
- 4 copinhos de café ou placa de petri
- Caneta marcadora para identificar os copinhos

Procedimento

1. Enumere os copinhos de 1 a 4;
2. No copinho 01 adicione 1/4 de clara de ovo e a água;
3. No copinho 02 adicione 1/4 da clara de ovo e o ácido acético (vinagre);
4. No copinho 03 adicione 1/4 de clara de ovo e o detergente líquido;
5. No copinho 04 adicione 1/4 de clara de ovo e o álcool;
6. Observe a reação durante 5 minutos e responda as questões que seguem:

Aguarde 5 minutos para a observação dos resultados.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

- 1) Descreva o que você observou em cada copinho de 01 a 04.

- 2) Em quais copinhos ocorreu o processo de desnaturação proteica?
- 3) Qual a principal proteína encontrada na clara do ovo?
- 4) No nosso estômago, quais os fatores que influenciam no processo de desnaturação da proteína?

OBSERVAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS APÓS 24 HORAS

EXPERIMENTO 1 - Digestão do Pão

- 1 - Após aguardar 24h, tire novamente uma foto do experimento ou anote o aspecto do conteúdo dos dois potes.
- 2 - Compare a foto que você tirou no dia anterior e após aguardar 24h.

Junto aos seus colegas, discuta as questões abaixo:

- a) Ao pingar Lugol, o que aconteceu? O que a reação indica?
- b) O que a tesoura simulou no experimento? O que o palito de picolé simulou no experimento?
- c) Após adicionar saliva e aguardar 24h, o que aconteceu com o pão em cada um dos potes?
- d) Houve diferença no resultado entre os dois potes? Pesquise e levante argumentos que expliquem os resultados obtidos.
- e) _____

Conclusão - Agora que você investigou os processos digestivos que ocorrem na boca e no estômago explique, relacionando com os experimentos realizados, como os alimentos são digeridos pelos órgãos que compõem o sistema digestório de nosso organismo.