



PPGECM

Programa de pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

Angelo Pinto de Souza

**UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA VOLTADA AO ENSINO DE
PROTEÍNAS COM BASE NA PRODUÇÃO DE TOFU**

Passo Fundo

2024

Angelo Pinto de Souza

UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA VOLTADA AO ENSINO DE
PROTEÍNAS COM BASE NA PRODUÇÃO DE TOFU

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática, do Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade, da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial para obtenção do título de mestre em Ensino de Ciências e Matemática, sob a orientação da professora Dra. Alana Neto Zoch.

Passo Fundo

2024

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S729u Souza, Angelo Pinto de
Unidade de Ensino Potencialmente Significativa voltada ao ensino de proteínas com base na produção de tofu [recurso eletrônico] / Angelo Pinto de Souza. – 2024.
2.2 MB ; PDF.

Orientadora: Profa. Dra. Alana Neto Zoch.
Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Universidade de Passo Fundo, 2024.

1. Química (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Proteínas. 3. Bioquímica. 4. Aprendizagem significativa. I. Zoch, Alana Neto, orientadora. II. Título.

CDU: 372.854

Bibliotecária responsável Juliana Langaro Silveira – CRB 10/2427

Angelo Pinto de Souza

Unidade de Ensino Potencialmente Significativa voltada ao
ensino de proteínas com base na produção de Tofu

A banca examinadora AROVA, em 09 de abril de 2024, a Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática – Mestrado Profissional da Universidade de Passo Fundo, como requisito parcial de exigência para obtenção de grau de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática, na linha de pesquisa Inovações Pedagógicas para o Ensino de Ciências e Matemática.

Dra. Alana Neto Zoch - Orientadora
Universidade de Passo Fundo - UPF

Dra. Luciana Venquiaruto - Examinadora externa
Universidade Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI

Dr. Luiz Henrique Ferraz Pereira - Examinador interno
Universidade de Passo Fundo - UPF

AGRADECIMENTOS

À minha querida amiga, Angela Venturin, por todo o incentivo e apoio durante o curso.

À minha professora e orientadora, Dra. Alana Neto Zoch, por todo o empenho e dedicação durante a construção deste trabalho.

Aos meus professores e colegas do programa por terem compartilhado seu conhecimento.

À direção da Escola de Educação Básica Professor Eugênio Marchetti e, principalmente, aos estudantes da turma 301 do ano de 2023, por toda a possibilidade de troca de experiências na aplicação do produto educacional.

Ao Colégio Marista Frei Rogério pelo incentivo financeiro concedido durante o curso.

À Cooperativa Agrícola Catarinense de Cereais – COACCER, localizada em Campos Novos, SC, pela doação da soja utilizada no experimento.

RESUMO

A falta de contextualização, aplicabilidade e memorização de conceitos, são problemas levantados com frequência dentro da área de ensino de Química. Ensino que envolva temas contemporâneos como forma de oportunizar ao estudante identificar as relações complexas das ciências com o mundo real e desenvolver uma postura cidadã. Assim, o objetivo desta pesquisa foi analisar a aplicação de uma sequência didática com a estrutura de uma UEPS (Unidade de Ensino Potencialmente Significativa), envolvendo ciência e tecnologia de alimentos, no que tange a sua potencialidade em promover uma aprendizagem significativa dos conceitos de proteínas. Com isso, pretende-se responder o seguinte questionamento: *Quais as implicações que uma UEPS envolvendo a produção de tofu pode proporcionar para a aprendizagem do tópico proteínas?* Assim, o produto educacional proposto neste trabalho, é uma sequência didática estruturada nos passos de uma UEPS, a qual tem como base a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel. Além disso, se adotou o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), o qual também orientou a seleção das atividades propostas. O produto educacional foi desenvolvido em uma escola estadual do município de Herval D'Oeste - SC, junto a uma turma de 18 estudantes do 3º ano do Ensino Médio. A sequência didática utilizou textos de divulgação científica (TDC) e a produção de tofu como atividade prática para abordar os conceitos relacionados às proteínas. A pesquisa foi de natureza quali-quantitativa, do tipo pesquisa-ação e os instrumentos de coleta de dados foram pré-teste e pós-teste e diário de bordo do professor. A análise dos dados quanto a sistematização e evolução na aprendizagem foi feita usando os mapas mentais e por comparação das respostas entre o pré-teste e pós-teste, respectivamente. Nos mapas mentais, todos partiram das proteínas como categoria central, relacionando, majoritariamente, o tópico estrutura das proteínas, o qual foi extensivamente trabalhado na prática. A comparação entre o pré-teste e o pós-teste forneceu melhor índice de acertos, demonstrando um avanço na aprendizagem. Com os dados obtidos, o professor-pesquisador pôde concluir que o tema adotado, a produção do tofu, bem como a estruturação que uma UEPS oferece, levou a uma aprendizagem satisfatória, além disso, desenvolveu uma boa aceitação por parte dos alunos, ampliando o engajamento e aumentando a motivação. A UEPS, produto educacional desenvolvido, ficará disponível no site do Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM), link dos produtos educacionais, e no portal do EduCapes sob o número <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/920931>.

Palavras-chave: Ensino de química. Proteínas. Produto educacional. Bioquímica.

ABSTRACT

The lack of context, applicability, concepts memorization, are problems raised frequently in Chemistry teaching area. Official documents and research papers in this area suggests important parameters to assist students learning, such as contextualization. Also, to promote education that involving contemporary topics, in order to give for students an opportunity to identify the complex relationships of science and the real life, and, then, to develop a Citizen attitude. Therefore, the aim of this work was to analyze the implementation of a didactical sequence as PMTU (Potentially Meaningful Teaching Units) structure, involving science and food technology with regard of your potential in promote a meaningful learning about the protein's concepts. Hence, it intends to respond the following question: *What are the implications that a PMTU, involving bean curd production, can promote in learning protein concepts?* Then, the educational product proposed is a didactic sequence structured in the steps of PMTU, in this which is based on Ausubel's Theory of Meaningful Learning (TML). Furthermore, the Science, Technology and Society (STS) approach was adopted, which also guided the selection of proposed activities. The educational product was developed in a state school in the municipality of Herval D'Oeste - SC, with 18 students of the 3rd year high school class. The didactic sequence used texts of scientific diffusion and the bean curd production as practical activity to address the protein concepts. The research had qualitative nature, research-action type and the data collection instrument were pre-test and post-test and teacher's logbook. The data analysis, to identify the learning evolution, was done by mental maps and comparison the answers between the pre-test and post-test. In the mental maps, all the students started with proteins as the central category, mainly relating the topic of proteins structures, which was extensively worked on in the practice. The comparison between the pre-test and the post-test provided better rate of correct answers demonstrating an advance in learning. With the data obtained, the teacher-researcher was able to observe that the adopted theme, the production of tofu, as well as the structuring that a PMTU offers, led to satisfactory learning, furthermore, it developed good acceptance among students, increasing engagement and increasing motivation. The educational product developed is available on the website of the Graduate Program in Science and Mathematics Teaching (PPGECM), link to educational products, and on the EduCapes portal under number <http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/920931>.

Keywords: Chemistry teaching. Proteins. Educational product. Biochemistry.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Os seis aspectos da abordagem CTS	24
Quadro 2 - Aspectos comparativos no ensino clássico de ciências e no ensino de CTS.....	25
Quadro 3 - Classificação do enfoque CTS em pesquisas do tipo investigação-ação	25
Quadro 4 - Trabalhos obtidos na pesquisa no catálogo de teses e dissertações da Capes.....	30
Quadro 5 - Resumo das atividades propostas em cada passo da UEPS	45
Quadro 6 - Instrumentos de coleta e parâmetros de análise	49
Quadro 7 - Questionário do pré-teste	52
Quadro 8 - Trechos de notícias para discussão em sala de aula	54
Quadro 9 - Categorias identificadas na análise dos assuntos abordados nos mapas mentais.....	74
Quadro 10 - Respostas fornecidas pelos estudantes na questão 11 do pré-teste, na sua respectiva categorização	81
Quadro 11 - Respostas fornecidas pelos estudantes na questão 11 do pós-teste, na sua respectiva categorização	82
Quadro 12 - Questionário avaliativo do passo 7	86
Quadro 13 - Respostas categorizadas para a questão 1 do passo 7	86
Quadro 14 - Respostas categorizadas para a questão 2 do passo 7	87

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Processos envolvidos na assimilação dos novos conhecimentos.....	18
Figura 2 - Mapa conceitual para a aprendizagem subordinada	20
Figura 3 - Etapas na produção do extrato de soja.....	29
Figura 4 - Um diagrama V (Godwin, 1981) para a pesquisa em ensino: uma visão geral.....	46
Figura 5 - Imagem do episódio O Futuro da Carne da série “Explicando” da Netflix.....	56
Figura 6 - Representação da formação da ligação peptídica	59
Figura 7 - Representação de estruturas das proteínas.....	60
Figura 8 - Gráfico representando o ponto isoelétrico da Alanina, um aminoácido.....	62
Figura 9 - Dados nutricionais do grão de soja	65
Figura 10 - Dados nutricionais sobre o tofu	65
Figura 11 - Imagem do Tofu produzido	67
Figura 12 - Representação para ilustrar a organização de um mapa mental	70
Figura 13 - Imagem representativa da plataforma Creately e o QR Code para acessar tutorial da plataforma.....	71
Figura 14 - Mapa mental elaborado por E11	72
Figura 15 - Mapa mental produzido por E18	73
Figura 16 - Comparação da porcentagem de acertos nas questões objetivos entre o pré e o pós-teste	77
Figura 17 - Gráfico com as porcentagens de cada categoria adotada para a pergunta descritiva.....	80
Figura 18 - Gráfico com as porcentagens de cada categoria adotada para a pergunta descritiva.....	84

LISTA DE ABREVIATURAS

APP	Associação de Pais e Professores
BNCC	Base Nacional Comum Curricular
Dra.	Doutora
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CT	Ciência e Tecnologia
CTS	Ciência, Tecnologia e Sociedade
CTSA	Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente
LDBEN	Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional
pH	Potencial hidrogeniônico
PNI	Pesquisa de Natureza Interventiva
PPGECM	Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
RS	Rio Grande do Sul
SD	Sequência didática
TAS	Teoria de Aprendizagem Significativa
TIC's	Tecnologias de informação e comunicação
TDC	Textos de divulgação científica
UEPS	Unidades de Ensino Potencialmente Significativas
UPF	Universidade de Passo Fundo

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	APORTES TEÓRICOS	16
2.1	Teoria da Aprendizagem Significativa	16
2.2	Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)	22
2.3	Aspectos gerais sobre Tofu	27
2.4	Estudos relacionados	29
3	A PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL	38
3.1	Os participantes e o espaço de pesquisa	38
3.2	O tipo de produto educacional e sua base pedagógica	41
3.3	Descrição do produto educacional - a UEPS	43
4	METODOLOGIA DA PESQUISA	46
4.1	Natureza da pesquisa.....	46
4.2	Instrumento de coleta e análise dos dados.....	48
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	51
5.1	Situação inicial Verificação de conhecimentos prévios	51
5.2	Situação problema	54
5.3	Aprofundando conhecimentos (Exposição dialogada)	58
<i>5.3.1</i>	<i>Abordagem do conteúdo de Química</i>	<i>58</i>
<i>5.3.2</i>	<i>Produção do tofu - Atividade experimental.....</i>	<i>63</i>
5.4	Nova situação problema	68
5.5	Avaliação somativa individual.....	70
5.6	Aula expositiva final	75
5.7	Avaliação da aprendizagem	76
<i>5.7.1</i>	<i>Análise do pré e pós-teste</i>	<i>76</i>
<i>5.7.2</i>	<i>Análise das questões discursivas</i>	<i>85</i>
5.8	Avaliação da UEPS	88
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	91
	REFERÊNCIAS	93
	APÊNDICE A - Pré-teste	100
	APÊNDICE B - Possibilidades de utilização do resíduo de soja – okara	102
	ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE	103
	ANEXO B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE	104

ANEXO C - Carta de Autorização do Estabelecimento de Ensino.....	105
ANEXO D - Receita para a produção de tofu.....	106
ANEXO E - Texto 1: Como se manter saudável com uma dieta vegana - Ciência aponta riscos e benefícios da dieta vegana.....	107

1 INTRODUÇÃO

Inicialmente gostaria de acrescentar informações sobre a minha caminhada, desde a educação básica até a entrada no PPGECM. Aluno de escolas públicas durante toda a educação básica, encontrei na Biologia, estudada no Ensino Médio, a semente de caminhada profissional que seguiria e à qual me dedicaria. A facilidade no aprendizado daquela ciência fez com que colegas me procurassem durante as épocas de provas. O gosto por ensinar tomou conta de mim, uma vez que me sentia feliz ao ver o progresso dos colegas.

Após o Ensino Médio, tendo perdido minha mãe e sem pai, precisei trabalhar, adiando o início da sonhada graduação em Ciências Biológicas. Só em 2012, mudando para uma nova cidade e me matriculando na graduação, ingressei na área da Educação. A carga horária como professor em uma escola pública compreendia aulas de Biologia e Química. Tamanho foi o esforço para aprender os conteúdos de Química, enquanto cursava graduação em outra área, que acabei por criar ferramentas mentais para compreendê-la. O meu entendimento sobre como a matéria se constrói, interage e se modifica, fez com que eu trancasse a matrícula no curso de Ciências Biológicas para entrar na graduação em Química, concluída em 2017.

Durante 10 anos lecionando, tanto em escolas públicas quanto particulares, notei uma grande aversão de estudantes pela Química, levando-os, muitas vezes, a escolher áreas de trabalho que não necessitem da aplicação de conceitos químicos. Devo esta antipatia ao fato de que, na maioria das vezes, a base do conhecimento químico não apresenta um bom alicerce, fazendo com que os conteúdos não se contextualizem, acabando por resumirem-se a um grande número de conceitos, regras e exceções decorados, mas sem uma aplicabilidade na vida dos estudantes.

Essa falta de contextualização, aplicabilidade, memorização de conceitos, são problemas levantados com frequência dentro dessa área de conhecimento, já há algum tempo (Santos; Schnetzler, 2003; Gibin; Ferreira, 2013; Santos; Ferreira, 2018), e a própria BNCC (Brasil, 2017, p. 547) destaca um deles, “poucas pessoas aplicam os conhecimentos e procedimentos científicos na resolução de seus problemas cotidianos (como estimar o consumo de energia de aparelhos elétricos a partir de suas especificações técnicas, ler e interpretar rótulos de alimentos, etc.)”.

A contextualização é um dos parâmetros que mereceu um destaque pronunciado neste documento e em um viés que favoreça o protagonismo do estudante e possa auxiliá-lo a transpor para a sua vida o conhecimento escolar adquirido, como se pode identificar no trecho a seguir.

A contextualização dos conhecimentos da área supera a simples exemplificação de conceitos com fatos ou situações cotidianas. Sendo assim, a aprendizagem deve valorizar a aplicação dos conhecimentos na vida individual, nos projetos de vida, no mundo do trabalho, favorecendo o protagonismo dos estudantes no enfrentamento de questões sobre consumo, energia, segurança, ambiente, saúde, entre outras (Brasil, 2018, p. 549).

A BNCC (Brasil, 2017) enfatiza a necessidade de uma formação completa do educando, explorando e ampliando suas capacidades cognitivas e socioemocionais. Todavia, é de conhecimento de grande parte dos professores que os modelos educativos que têm sido utilizados pelos professores pouco atraem os estudantes, desmotivando-os a estudar com afinco e fazendo com que a escola seja um peso para suas vidas (Goulart, 2022). Nesse contexto é que se insere os dois eixos que foram selecionados para nortear essa pesquisa, a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de David Ausubel (2003) e o enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

A TAS, uma teoria de aprendizagem cognitivista, nos diz que o conhecimento prévio do educando é uma variável fundamental, que pode facilitar a aprendizagem, pois, a atribuição de significado para um conhecimento novo por meio da interação deste com o conhecimento prévio do indivíduo é que caracteriza a aprendizagem significativa (Ausubel, 2003). Ausubel (2003) coloca, ainda, duas condições para esta aprendizagem: o aprendiz deve ter predisposição para aprender e o material de aprendizagem deve ser potencialmente significativo.

Com isso, depreende-se a necessidade de o docente buscar envolver o educando no processo educativo de maneira que essa predisposição possa emergir. E, um dos parâmetros bem estudados e propostos nos documentos oficiais para o ensino, como a BNCC (Brasil, 2017), é a contextualização. Ela se alinha a TAS uma vez que pode propiciar a interação do que se pretende ensinar com o que o estudante já traz de sua vivência, independentemente de ser um conhecimento de senso comum. Percebe-se que o professor tem a incumbência de facilitar essa interação produzindo materiais didáticos que permitam que o estudante atribua significado ao conhecimento que está sendo abordado em tal material.

Em relação ao enfoque CTS, ele preconiza uma formação para a cidadania por meio de uma abordagem que fomente discussões, no espaço escolar, que aproximem o estudante do mundo contemporâneo no qual está imerso. Este enfoque também deixa evidente a contextualização como parâmetro fundamental para que a formação desejada possa ser alcançada (Auler, 2011). Podemos identificá-la, por exemplo, quando Santos e Mortimer (2002) destacam que a CTS vem com a proposta de que o estudante possa participar na

tomada de decisões relacionadas a diversos aspectos que o afetam, advindas do desenvolvimento científico e tecnológico. Para tanto, aspectos do contexto devem ser trazidos para a sala de aula, permitindo que o estudante externalize o que conhece sobre o assunto (seu conhecimento prévio) e (re)construa o conhecimento que está sendo abordado em sala de aula.

A partir do contato com a TAS no curso de mestrado, bem como com o enfoque CTS, vislumbrei o viés que pretendia trazer para a sala de aula e o produto educacional a ser elaborado. Assim, defini, como produto educacional, elaborar uma sequência didática (SD) que contemplasse esses eixos acima destacados. As Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) são sequências didáticas que tem como fundamentação teórica a TAS (Moreira, 2011), por isso selecionei esse tipo de SD para elaborar e implementar em sala de aula.

Para trazer o enfoque CTS, busquei alguns recursos didáticos que me permitissem tratar conceitos científicos alinhados com os três aspectos do eixo CTS. Estudos demonstram que é importante o uso de múltiplos recursos didáticos para atingir os objetivos pedagógicos propostos (Nicola; Paniz, 2016), como a aprendizagem de conhecimentos científicos que permitam ao educando fundamentar suas decisões em aspectos que envolvam a sua vivência, um dos objetivos do enfoque CTS.

Refletindo em como construir uma estrutura de aprendizado capaz de proporcionar ao estudante, não só a apropriação de conceitos científicos, mas a contextualização com uma prática relacionada ao cotidiano, vislumbrei a culinária como possibilidade. E dela, veio a ciência e tecnologia de alimentos, uma vez que se pretende que pressupostos da CTS possam emergir nas discussões em sala de aula. O tópico alimentos se insere no Tema Contemporâneo Transversal (TCT) da BNCC Saúde (Educação alimentar e nutricional) e, com o viés da CTS, no tema Ciência e Tecnologia, oportunizando ao professor abordá-los de forma conjunta.

Nessa linha de pensamento, selecionei o tópico de bioquímica uma vez que ele é ministrado no nível em que o professor-pesquisador desenvolveria sua pesquisa e, principalmente, e, principalmente por ser um tópico que os estudantes apresentam dificuldades devido a sua complexidade (Macedo, 2017). E, ainda, para esse estudo foi selecionado como tema o tofu, considerando a expansão do vegetarianismo e veganismo entre os jovens (Carvalho; Moreira, 2020).

Assim, a aprendizagem significativa é a teoria que embasa a sequência didática proposta como produto educacional, tipificada na forma de uma UEPS, na qual se propôs abordar as proteínas, dentro do componente curricular Bioquímica, a partir da ciência e

tecnologia de alimentos. Como questionamento a ser respondido nesta pesquisa se elaborou o seguinte: *Quais as implicações que uma UEPS envolvendo a produção de tofu pode proporcionar para a aprendizagem do tópico proteínas?*

A presente pesquisa, de natureza qualitativa e do tipo pesquisa-ação, teve como objetivo analisar a aplicação de uma UEPS, envolvendo ciência e tecnologia de alimentos, no que tange a sua potencialidade em promover uma aprendizagem significativa dos conceitos de proteínas.

Como objetivos específicos foram elencados os seguintes:

- Elaborar e aplicar, em sala de aula, uma UEPS que tenha a capacidade de conectar aspectos científicos a atividades tecnológicas.
- Identificar a potencialidade da UEPS em promover nos educandos a percepção sobre o papel da ciência e da tecnologia em relação ao consumo de alimentos na sociedade;
- Oportunizar que os participantes tenham atividades práticas durante o Ensino Médio.

O produto educacional foi aplicado na terceira série do Ensino Médio da Escola de Educação básica Prof. Eugênio Marchetti, na cidade de Herval D'Oeste, Santa Catarina. Dar-se-á de forma participativa e coletiva, afinal, não há pesquisa sem coletividade (Barbier, 2004). A aplicação envolveu, dentro das etapas da UEPS, momentos de problematização, abordagem dos conceitos pertinentes e realização de atividades previamente definidas na UEPS, sempre buscando aumento do grau de complexidade, partindo do macro para o micro, ou seja, observação da matéria e, subsequente, compreensão através da ótica da Química.

O texto desta dissertação de mestrado apresenta como primeiro capítulo após a introdução, os aportes teóricos. Nele é discutida a teoria de aprendizagem significativa de Ausubel, buscando trazê-la, em boa parte, nas palavras do próprio autor, mas utilizando, também, Moreira e outros autores que comentam sobre a TAS; em seguida versa sobre o enfoque CTS, acrescido das discussões sobre Ciência Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA), uma vez que a estratégia para a abordagem do componente curricular bioquímica, mais especificamente as proteínas, tem a CTS como norte para as atividades propostas, mas também apresenta alguns pontos relacionados ao aspecto ambiental. Em seguida são apresentados dados sobre o tofu, um breve histórico sobre a introdução deste alimento no Brasil, do que consiste esse alimento, sua composição química, entre outros dados. Finalizando este capítulo, é apresentado o item dos estudos relacionados, este envolveu a descrição de trabalhos obtidos via levantamento bibliográfico de dissertações, no catálogo de

teses e dissertações da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), os quais tratam do ensino de Bioquímica. No capítulo seguinte está descrita a proposta de produto educacional, o local de aplicação e o público-alvo. Em seguida, a metodologia da pesquisa foi abordada via caracterização, descrição dos instrumentos de coleta de dados que foram utilizados e os parâmetros para a análise dos dados. No capítulo seguinte, os dados obtidos e sua análise estão apresentados, finalizando o texto com as considerações sobre a pesquisa.

2 APORTES TEÓRICOS

Este capítulo envolve a fundamentação teórica que embasa o estudo a ser realizado. Assim, inicia-se com a base que versa sobre os aspectos da assimilação do conhecimento, via a TAS; em seguida, se discorre sobre a CTS, que se caracteriza como estratégia para a abordagem dos conceitos, pontuando um de seus alicerces que é a contextualização. O item final discorre sobre estudos relacionados ao aqui proposto, estudos estes obtidos por meio de uma pesquisa bibliográfica.

2.1 Teoria da Aprendizagem Significativa

A aprendizagem pode ser definida como uma mudança relativamente estável no comportamento na capacidade cognitiva ou no repertório de habilidades que surge da experiência ou do estudo sistemático (Hergenhahn; Olson, 2014). Este processo é complexo e envolve a aplicação de habilidades e informações ao longo do tempo.

A TAS surgiu durante um período de grande mudança na educação e na psicologia. Um movimento crescente para superar as abordagens tradicionais de ensino que enfatiza não a memorização e a repetição que ocorreu a partir da década de 1960. Nesse contexto David Ausubel (2003) propôs uma abordagem que visava promover um aprendizado mais profundo e duradouro, se opondo a essa perspectiva reducionista da educação.

A TAS teve sua origem na insatisfação vivenciada por Ausubel durante sua trajetória educacional. Ele enfrentou uma escolarização carente de condições que promovessem tanto seu desenvolvimento profissional enquanto a aprendizagem de novos conhecimentos por parte dos demais estudantes. Tais experiências pessoais e profissionais desempenharam um papel crucial na definição dos pilares fundamentais de sua teoria: destacar a escola como um ambiente propício para o exercício da capacidade de compreensão e atribuição de significados, e reforçar a importância do processo relacional na aquisição do conhecimento (Masini, 2011).

Segundo essa teoria, a aprendizagem significativa ocorre com o estabelecimento de conexões significativas entre os novos conhecimentos e a estrutura cognitivas já existente. Em contraste à aprendizagem mecânica que se concentra na repetição e na memorização de informações sem uma conexão significativa com o conhecimento prévio dos alunos (Ausubel, 2003). A compreensão mais ampla permite que os estudantes conectem ideias e as use em

vários contextos enquanto a aprendizagem mecânica pode resultar em memorização superficial e baixa compreensão.

Em relação à estrutura cognitiva é definida por Moreira (2014, p. 160), como “um complexo resultante dos processos cognitivos, ou seja, dos processos por meio dos quais se adquire e utiliza o conhecimento”. O armazenamento das informações na estrutura cognitiva (EC) se dá de forma hierárquica, em que os conceitos mais abrangentes (conceitos-âncora) se situando no topo e os conceitos mais específicos, em níveis mais inferiores (Ronch; Zoch; Locatelli, 2015).

A proposta de Ausubel infere que a aprendizagem deve envolver a organização e a reestruturação dos conhecimentos prévios, chamados subsunçores, conectando os novos conhecimentos e assim, dando sentido coerência e lógica para o aprendizado. Desta forma, afirma que a aprendizagem não é uma assimilação passiva, mas sim, um processo ativo de construção e reconstrução do conhecimento. Segundo Trindade e Hartwig (2012, p. 83):

Esse processo envolve a interação da nova informação com uma teia de conhecimento específica, existente na estrutura cognitiva do estudante, a qual Ausubel define como subsunçor, que é, nessa concepção, um conceito facilitador ou inseridor para um novo assunto, ou seja, o conhecimento prévio que será ativado para facilitar a inserção de uma nova informação (Trindade; Hartwig, 2012, p. 83).

Assim, o subsunçor é um elemento de conhecimento que já existe na estrutura cognitiva do indivíduo; a palavra subsunçor advém do termo em inglês *subsume*, o qual significa incluir, englobar, subordinar (Moreira, 2014). Silva e Núñez (2002) o identificam como o conceito-núcleo, ou ainda, “o conhecimento prévio que será ativado para facilitar a inserção de uma nova informação” (Trindade; Hartwig, 2012, p. 83).

Sobre o processo de aprendizagem, Ausubel propõe que a assimilação e retenção significativa

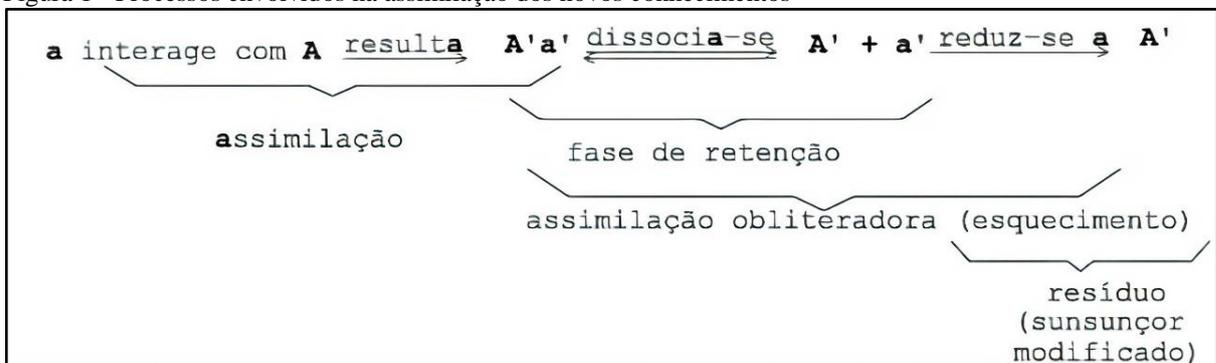
[...] ocorre em três fases diferentes, que são: (1) ancoragem seletiva do material de aprendizagem às ideias relevantes existentes na estrutura cognitiva; (2) interação entre as ideias acabadas de introduzir e as ideias relevantes existentes (ancoradas), sendo que o significado das primeiras surge como o produto desta interação; e (3) a ligação dos novos significados emergentes com as ideias ancoradas correspondentes no intervalo de memória (retenção) (Ausubel, 2003, p. 8).

Nas três fases citadas, o conceito fundamental de subsunçores se revela como um elemento dinâmico no processo de aprendizagem significativa, uma vez que eles não são estáticos e estão sujeitos a alterações quando novas informações são incorporadas. Essa modificação ocorre, tanto em resposta às novas abordagens da instrução com as quais eles

interagem, quanto em relação aos novos significados que emergem e se conectam durante o armazenamento na memória.

Esse processo de assimilação é equacionado por Moreira (2016) segundo a representação da Figura 1. O subsunçor A interage com o novo conhecimento (a) levando a formação de um novo componente ($A'a'$) pela modificação dos que existiam inicialmente e interagiram. Observa-se que ainda pode ocorrer uma etapa em que esse produto sofra dissociação em elementos individuais ($A' + a'$), porém ainda diferentes dos iniciais. Quando a dissociabilidade de $A'a'$ não existe mais, o produto mais estável, o subsunçor modificado (A') se estabelece.

Figura 1 - Processos envolvidos na assimilação dos novos conhecimentos



Fonte: Moreira, 2016, p. 20.

Ainda pode ocorrer outro processo, a assimilação obliteradora, Moreira (2010, p. 4) comenta que ele “é uma continuidade natural da aprendizagem significativa, porém não é um esquecimento total. É uma perda de discriminabilidade, de diferenciação de significados, não uma perda de significados”.

A modificação progressiva do subsunçor, é identificada por Ausubel (2003) como diferenciação progressiva e leva ao tipo de aprendizagem mais comum, como comenta Moreira (2014), a aprendizagem por subordinação. A diferenciação progressiva ocorre de forma natural e o estudante percebe que os subsunçores são organizados de maneira “hierárquica por natureza, procedendo de cima para baixo em termos de abstração, generalidade e inclusão” (Ausubel, 2003, p. 6).

Outro processo que pode ocorrer, além da diferenciação progressiva, é o que Ausubel denomina reconciliação integrativa. Esta admite uma recombinação de ideias já existentes quando se identificam relações entre elas. É um processo “simultâneo ao da diferenciação progressiva, que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações” (Moreira, 2020, p. 6). Com isso, é importante trabalhar

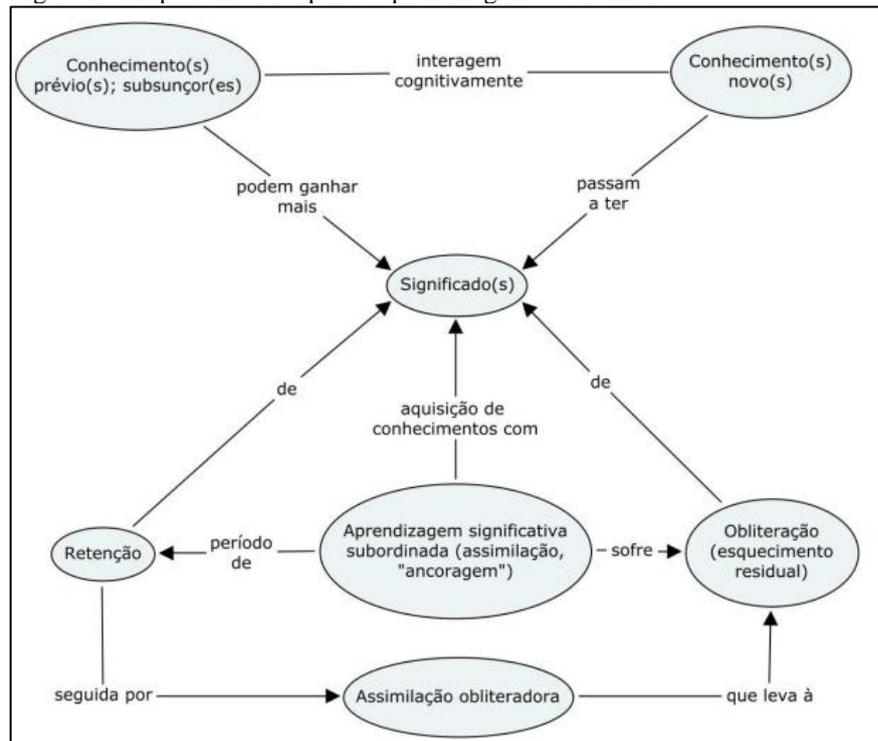
ou incentivar a identificação de relações entre ideias (Moreira, 2011). Enquanto a diferenciação progressiva ocorre de forma natural, a reconciliação integrativa dá-se de forma facilitada, quando “no ensino expositivo, se o professor e/ou materiais de instruções anteciparem e contra-atacarem, explicitamente, as semelhanças e diferenças confusas entre as novas ideias antes existentes e já estabelecidas nas estruturas cognitivas dos aprendizes” (Ausubel, 2003, p. 6).

Ilustrando essa relação entre os conceitos discutidos até agora sobre a TAS, apresenta-se um mapa conceitual (Figura 2) criado por Moreira (2011). Esse mapa delinea a forma da aprendizagem que Ausubel denominou como subordinada, que é, como citado anteriormente, a mais comum. Nesse tipo de aprendizagem as novas informações são menos abrangentes do que o conhecimento já existente da estrutura cognitiva do estudante, assim, esses novos conhecimentos respeitam a hierarquia construída, tornando-se subordinados as ideias primárias. Isso evidencia como a integração do novo ao antigo é uma característica central da aprendizagem significativa onde os novos conceitos são incorporados de maneira coerente a estrutura cognitiva já existente.

Além do conceito de aprendizagem subordinada, Ausubel (2003) também explorou outros dois tipos de aprendizagem dentro de sua teoria: a aprendizagem superordenada e a aprendizagem combinatória. Esses dois tipos de aprendizagem oferecem uma visão mais abrangente sobre como ocorre o processo de assimilação de conhecimento de maneira significativa.

A aprendizagem superordenada refere-se que há uma situação em que os novos conceitos e informações são mais abrangentes e inclusivos do que o conhecimento prévio presente na estrutura cognitiva do estudante. Nesse caso, as novas informações abarcam uma gama maior de conteúdos e tem o potencial de reorganizar a estrutura cognitiva existente, trazendo uma perspectiva mais ampla e profunda sobre o assunto. Ou seja, envolve uma reconfiguração mais profunda dos subsunçores permitindo que o aprendiz integre os novos conceitos de maneira mais abrangente ampliando sua compreensão e visão geral do tópico.

Figura 2 - Mapa conceitual para a aprendizagem subordinada



Fonte: Moreira, 2013.

Por outro lado, a aprendizagem combinatória ocorre quando os novos conceitos não são totalmente inclusivos nem totalmente exclusivos em relação aos conhecimentos prévios do estudante. Nesse cenário, os novos conhecimentos podem ser combinados de várias maneiras com o conhecimento já existente gerando novas perspectivas e interpretações. A aprendizagem combinatória é caracterizada pela flexibilidade e adaptabilidade da estrutura cognitiva que pode acomodar diferentes abordagens e combinações de conceitos, permitindo ao aprendiz, explorar diversas conexões entre as ideias (Ausubel, 2003).

Esses três tipos de aprendizagem – subordinada, superordenada e combinatória - ilustram a complexidade e a riqueza do processo de aprendizado significativo. Ausubel (2003) enfatiza que a aprendizagem significativa não se limita a um único modo de assimilação, mas sim, abraça uma variedade de abordagens, dependendo da relação entre o novo e o conhecimento prévio. Isso destaca a natureza flexível e adaptativa da teoria da aprendizagem significativa, que reconhece a diversidade de caminhos pelos quais os estudantes podem construir entendimentos mais profundos e de maior permanência.

Em todo esse processo, uma situação deve ser levada em consideração quando não existe o conhecimento prévio. Neste caso se estabelece a aprendizagem mecânica, ou seja, aquela identificada como memorística (Moreira, 2014), o autor comenta que a aprendizagens mecânica e a significativa não estabelecem uma dicotomia

[...] quando o indivíduo adquire informações em uma área do conhecimento completamente nova para ele, isto é, a aprendizagem mecânica ocorre até que alguns elementos de conhecimento, relevantes a novas informações na mesma área, existam na estrutura cognitiva e possam servir de subsunçores, ainda que pouco elaborados (Moreira, 2009, p. 162).

Moreira comenta que outra maneira de suprir a deficiência de subsunçores é a utilização de organizadores prévios, os quais podem ser um texto, uma atividade experimental, uma situação problema, ou qualquer outro material que os estudantes possam utilizar como âncora. O autor comenta que:

O uso de organizadores prévios é uma estratégia proposta por Ausubel para, deliberadamente, manipular a estrutura cognitiva, a fim de facilitar a aprendizagem significativa. Organizadores prévios são materiais introdutórios apresentados antes do material a ser aprendido em si. [...] Segundo o próprio Ausubel, no entanto, a principal função do organizador prévio é a de servir de ponte entre o que o aprendiz já sabe e o que ele deve saber, a fim de que o material possa ser aprendido de forma significativa (Moreira, 1999, p. 155).

Um fator fundamental que está ligado à aprendizagem significativa é a importância de o estudante demonstrar disposição em aprender, não apenas memorizar de forma arbitrária e literal, “[...] a aprendizagem significativa ocorre se a tarefa de aprendizagem se puder relacionar, de forma não arbitrária e não literal, àquilo que o aprendiz já sabe e se este adotar um mecanismo de aprendizagem correspondente para o fazer” (Ausubel, 2003, p. 52). Uma captação literal e arbitrária do conhecimento novo que se está discutindo faria com que o sentido da aprendizagem fosse perdido.

Entende-se por não literal ou substantiva àquela interação que não depende de ocorrer apenas quando se usa a mesma estrutura ou apresentação que foi trabalhada. Já por não-arbitrariedade entende-se que a nova informação deve interagir com um conhecimento relevante já existente na estrutura cognitiva do indivíduo, ou seja, o subsunçor (Moreira, 2009), se isso não ocorre, tem-se o que já foi comentado anteriormente, a aprendizagem mecânica.

Ausubel ainda distingue três tipos de aprendizagem significativa, a saber: a aprendizagem representacional, a de conceitos e a proposicional (Moreira, 2010, p. 16). A primeira se relaciona “quando símbolos arbitrários passam a representar, em significado, determinados objetos ou eventos em uma relação unívoca, quer dizer, o símbolo significa apenas o referente que representa. Essa aprendizagem é a mais básica e está relacionada com a segunda forma de aprendizagem, a conceitual, que: “ocorre quando o sujeito percebe regularidades em eventos ou objetos, passa a representá-los por determinado símbolo e não

mais depende de um referente concreto do evento ou objeto para dar significado a esse símbolo” (Moreira, 2010, p. 16). Esta duas são pré-requisito para a aprendizagem proposicional, esta “implica dar significado a novas ideias expressas na forma de uma proposição.

Pondera-se que a aprendizagem significativa, além de uma exigência dos novos tempos, coloca o estudante como parte ativa do processo, sempre levando o conhecimento prévio, sua história e vivências, em consideração. Isso, no mesmo ponto em que disponibilizam, ao aluno, um material com efetiva mobilização de diferentes recursos capazes de unir o novo com o que já foi aprendido (Burak; Aragão, 2012).

Neste contexto, podemos deduzir que o professor tem papel de facilitador da aprendizagem significativa ao passo que deve identificar os subsunçores do aluno, usando-os de maneira atingir os objetivos do processo. Isto ocorre quando o estudante desenvolve a capacidade de diferenciar progressivamente e reconciliar integrativamente o que já sabe com os novos conhecimentos (Ausubel, 2003).

No contexto atual, o processo de ensino e aprendizagem na área das Ciências da Natureza apresenta diversos problemas, uma vez que a forma como os conteúdos, carregados de abstração, são trabalhados em sala de aula, e o estudante é colocado fora de tal processo, ocupando a condição de mero observador. O resultado deste sistema de ensino reflete-se em avaliações de proficiência que, a exemplo do Enem, demonstram a dificuldade na compreensão e contextualização das Ciências da Natureza que, nas edições de 2019 e 2020, teve o pior desempenho dentre todas as áreas (Xavier, 2021).

As novas tecnologias foram, gradativamente, fazendo parte da vida das pessoas, especialmente para as novas gerações. Não é mais necessário ir a uma locadora para assistir a um filme, tampouco comprar um disco para ouvir uma música. De fato, relatar tais atividades a um estudante pode causar estranheza, uma vez que poucos vivenciaram essas situações. Neste cenário, é impossível não perceber que a própria educação está mudando, procurando colocar o foco diretamente no estudante, de modo a fazer com que ele tenha mais uma participação ativa no processo educativo.

2.2 Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS)

Esse tópico se iniciará com o foco na Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), pois foi esse movimento que, mais tarde, acrescentou a letra “A” na tríade, buscando destacar a importância das questões ambientais nas discussões que envolviam os pressupostos da CTS.

O enfoque CTS é uma abordagem educacional que surgiu do reconhecimento de que a ciência e a tecnologia devem ser compreendidas em seus contextos sociais, culturais, econômicos e políticos. Esse movimento teve origem nas décadas de 1960 e 1970, com eventos que levaram a discussões sobre os impactos que a Ciência e a Tecnologia causam na sociedade (Pinheiro; Matos; Bazzo, 2007; Oliveira; Lima, 2022). Rodriguez e Del Pino (2017, p. 2) destacam alguns desses.

a raiz de diferentes situações relacionadas principalmente com os efeitos secundários produzidos por atividades científicas (acidentes nucleares, derramamentos de petróleo, envenenamentos farmacêuticos e uso irresponsável de agrotóxicos, entre outros), a atitude frente à ciência tem mudado, ocasionando que diferentes grupos e comunidades acadêmicas questionem o papel do trabalho científico e tecnológico.

Desse modo, a Ciência não podia e não pode ser mais vista como neutra, pois as políticas de financiamento e os interesses econômicos direcionavam e direcionam esse campo, buscando ganhos em Tecnologia (Rodriguez; Del pino, 2017). Roehing e Camargo (2013), comentam que, assim como a Ciência era vista como neutra, a Tecnologia era tomada como uma aplicação de teorias científicas para o progresso, e “a responsabilidade sobre questões éticas, políticas e sociais decorrentes do mau uso de determinadas tecnologias não recaiam sobre os cientistas e engenheiros, e sim a quem as consumia” (Roehing; Camargo, 2013, p. 119). Oliveira e Lima (2022, p. 2), destacam que quando

a ciência e a tecnologia são tomadas como propulsores de qualidade de vida ou de melhores condições de viver, são ingenuamente relacionadas apenas a benefícios, como a produção de aparelhos tecnológicos, cada vez mais sofisticados, e a conexões de Internet mais velozes. Observa-se, entretanto, ausência de questionamentos sobre como as relações entre ciência e tecnologia afetam ou implicam na qualidade de vida dos indivíduos; e ainda recaem, costumeiramente, sobre a população a exigência de posicionamento político crítico e participação ativa.

Nesse ponto é importante trazer uma interpretação das relações que envolvem essa tríade, de modo a clarificar quando se comenta a influência que cada um dos aspectos, CTS, tem entre eles. Santos e Mortimer (2002) trazem esse esclarecimento (Quadro 1).

Quadro 1 - Os seis aspectos da abordagem CTS

Aspectos CTS	Esclarecimento
Efeito da Ciência sobre a Tecnologia	A produção de novos conhecimentos tem estimulado mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Sociedade	A tecnologia disponível a um grupo humano influencia sobremaneira o estilo de vida do grupo.
Efeito da Sociedade sobre a Ciência	Por meio de investimentos e outras pressões, a sociedade influencia a direção da pesquisa científica.
Efeito da Ciência sobre a Sociedade	Os desenvolvimentos de teorias científicas podem influenciar o a maneira como as pessoas pensam sobre si próprias e sobre problemas e soluções.
Efeito da Sociedade sobre a Tecnologia	Pressões públicas e privadas podem influenciar a direção em que os problemas são resolvidos e, em consequência, promover mudanças tecnológicas.
Efeito da Tecnologia sobre a Ciência	A disponibilidade dos recursos tecnológicos limitará ou ampliará os progressos científicos.

Fonte: McKavanagh; Maher *apud* Santos; Mortimer, 2002, p. 121.

Pelo Quadro 1 pode-se observar as possibilidades que as relações entre CTS viabilizam para o docente discutir em sala de aula, em especial, por meio de problematizações, caracterizando um pressuposto fundamental do movimento CTS, a de que o cidadão deve ter uma visão crítica da sociedade na qual está inserido, identificando seus problemas e, assim, poder tomar decisões que possam transformar a sua realidade. Com isso, surge a demanda de que essa tríade, CTS, seja discutida amplamente, o que remete à necessidade de uma formação que permita a ele fazer suas escolhas pautadas no conhecimento que permeia os vários aspectos dessa realidade. Assim, embora

os estudos e os programas CTS não tenham sido originários do contexto educacional, suas repercussões, a partir dos anos de 1970, contribuíram para o surgimento de várias propostas de ensino de Ciências mais críticas e contextualizadas. As reflexões no campo educacional têm aumentado expressivamente, talvez por se entender que, a partir das ideias do movimento, das preocupações com os rumos sociais da ciência e da tecnologia e do ensino em seu contexto social, é possível combater a visão de neutralidade da ciência e da tecnologia, tradicionalmente difundida (Oliveira; Lima, 2022, p. 3).

Pinheiro, Matos e Bazzo (2007, p. 152) já pontuavam sobre esse viés do movimento CTS, comentando que ele “ganhou espaço no contexto educacional, visando promover o letramento científico e tecnológico que ultrapasse conteúdos isolados, incluso no currículo dos alunos, sem a devida contextualização”. Aqui já se observa a alusão a contextualização como um parâmetro importante para evitar a fragmentação do ensino e oportunizar discussões que, trabalhem os componentes curriculares alinhados aos aspectos contemporâneos.

Assim, no contexto educacional, o enfoque CTS permite visualizar um distanciamento distancie do ensino de Ciências da sua forma “clássica”. Sob esse aspecto, Santos e Schnetzler (2003) contribuem, trazendo uma comparação entre essas abordagens (QUADRO 2).

Quadro 2 - Aspectos comparativos no ensino clássico de ciências e no ensino de CTS

Ensino Clássico de Ciência	Ensino de CTS
1. Organização conceitual a ser estudada (conceitos de física, química, biologia)	1. Organização da matéria em temas tecnológicos e sociais.
2. Investigação, observação, experimentação, coleta de dados e descoberta como método científico.	2. Potencialidades e limitações da tecnologia no que diz respeito ao bem comum
3. Ciência, um conjunto de princípios, um modo de explicar o universo, com uma série de conceitos e esquemas conceituais interligados.	3. Exploração, uso de decisões são submetidas a julgamento de valor.
4. Busca da verdade científica sem perder a praticabilidade e a aplicabilidade	4. Prevenção de consequências a longo prazo.
5. Ciência como um processo, uma atividade universal, um corpo de conhecimento.	5. Desenvolvimento tecnológico, embora impossível sem a ciência, depende mais das decisões humanas deliberadas.
6. Ênfase à teoria para articulá-la com a prática.	6. Ênfase à prática para chegar à teoria.
7. Lida com fenômenos isolados, usualmente do ponto de vista disciplinar, análise dos fatos, exata e imparcial.	7. Lida com problemas verdadeiros no seu contexto real (abordagem interdisciplinar).
8. Busca, principalmente, novos conhecimentos para a compreensão do mundo natural, um espírito caracterizado pela ânsia de conhecer e compreender.	8. Busca principalmente implicações sociais dos problemas tecnológicos; tecnologia para a ação social.

Fonte: Santos; Schnetzler, 2003, p. 62, adaptado.

Ainda dentro da abordagem educacional, várias classificações quanto as possibilidades de tratar o enfoque CTS no meio escolar, ou seja, operacionalizá-la, foram propostas por Aikenhead e traduzidas por Santos e Mortimer (2002). Aqui, nesta qualificação, destaca-se a de Pinheiro, Matos e Bazzo (2007), a qual se baseou em um levantamento de trabalhos que desenvolveram a abordagem CTS em pesquisas que envolviam o tipo investigação-ação (Quadro 3).

Quadro 3 - Classificação do enfoque CTS em pesquisas do tipo investigação-ação

Grupo	Objetivos¹
Enxerto CTS	Introduzir temas nas disciplinas de ciências, abrindo discussões e questionamentos do que seja ciência e tecnologia.
Ciência e tecnologia por meio de CTS	Estruturar o conteúdo científico por meio do CTS. A estruturação pode ocorrer em uma disciplina ou de forma multidisciplinar e interdisciplinar.
CTS puro	Ensinar ciência, tecnologia e sociedade por intermédio do CTS, sendo que o conteúdo científico está subordinado a esse objetivo.

Fonte: Pinheiro; Mattos; Bazzo, 2007, p. 154, adaptado. García Palacios *et al.*, 1996.

Trazendo esse ponto para a pesquisa que será desenvolvido no presente trabalho, o seu perfil se alinha com a classificação Enxerto CTS, pois, a ideia é trabalhar a partir de um tema dentro da ciência dos alimentos. Reforça-se essa ideia com a caracterização dada por Auler (2002, p. 34), sobre o enxerto CTS “consiste em desenvolver o conhecimento científico sem que ocorram alterações no currículo tradicional, havendo acréscimos, com maior ou menor intensidade, de temas CTS”.

Considerando o exposto até aqui, pode-se identificar que a abordagem CTS dentro do ensino de Ciências

se caracteriza por contextualizar os conteúdos científicos na perspectiva de levar o estudante a relacionar os conhecimentos científicos e tecnológicos com suas experiências sociais cotidianas. E, ao se discutirem as implicações sociais e éticas quanto ao uso da ciência e da tecnologia, almeja-se que, durante o processo formativo, o estudante desenvolva competências para compreender a natureza da ciência e do trabalho científico.

Após essa descrição sobre a CTS, se traz agora algumas considerações sobre a CTSA. O surgimento da referência ao Ambiente (A) na sigla CTS, originando a CTSA, veio a partir da década de 90, especialmente após a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, Eco-92 (Martins, 2020). A incorporação do termo “A” na tríade CTS, gerando a téttrade CTSA, segundo Santos (2007, p. 1), “vem resgatar o papel da educação ambiental (EA) do movimento inicial de CTS”, com isso pretende-se que esse aspecto não fique negligenciado nas discussões, reforçando a importância da ênfase nas questões ambientais (Marcondes, 2009; Parreira, 2012). Nesse contexto, Fernandes, Pires e Iglesias (2018, p. 3) apontam que a

CTSA procura compreender a dimensão social da Ciência e da Tecnologia, tanto no que diz respeito aos fatores de natureza social, política ou econômica que influenciam a mudança científico-tecnológica, como no que concerne às repercussões éticas, ambientais ou culturais dessa mudança. Pretende ser uma aposta para uma educação científica orientada para a cidadania promovendo a responsabilidade social na tomada de decisões coletivas relacionadas com a Ciência e a Tecnologia, quer se trate de aspectos positivos, quer se trate de aspectos negativos.

Como se pode ver, os pressupostos originais da CTS estão presentes, como se espera, no enfoque CTSA, mas, concordando com os autores citados anteriormente, a inserção do aspecto ambiental dá força ao enfoque, em especial na atualidade em que cada vez mais as mudanças climáticas vêm sendo mais fortemente comentadas na mídia.

Assim, constata-se que “a abordagem CTSA opõe-se a um ensino da ciência tradicional e permite adequar os conteúdos programáticos a uma nova compreensão da ciência, mais real e mais dinâmica e, ao mesmo tempo, menos dogmática e menos neutra [...]” (Fernandes; Pires; Delgado-Iglesias, 2018, p. 877).

Considerando o ensino de Química, uma das áreas da Ciência muito presente no desenvolvimento científico e tecnológico, espera-se que ele se desenvolva para além do tratamento de leis e teorias, que busque promover uma postura atuante do educando por meio

de uma formação para a cidadania (Wartha; Faljoni-Alário, 2005). Sobre isso Niezer et al. (2016, p. 431) comentam que:

O enfoque CTSA no ensino de Química propõe a inovação das atividades em sala para que possibilitem redimensionar os conteúdos, incluindo questões tecnológicas e sociais, além dos conceitos científicos característicos da disciplina. Com isso, objetiva-se uma aprendizagem ampla, aliada à construção de uma postura cidadã que possibilite ao aluno compreender a natureza da ciência e do seu papel na sociedade.

Pode-se identificar, na BNCC (Brasil, 2017, p. 537), uma alusão a uma formação, na área de Ciências e suas Tecnologias para o Ensino Médio, que abarque esses pressupostos da CTSA na passagem “a área deve, portanto, se comprometer, assim como as demais, com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã”.

Desse modo, a abordagem CTS surge como uma resposta às necessidades de uma educação, mais profunda e reflexiva com base científica demonstra a importância de considerar as relações e impactos mútuos entre a ciência tecnologia e sociedade bem como a necessidade de desenvolver cidadãos críticos e participativos capazes de compreender e analisar as implicações sociais éticas e políticas da ciência e da tecnologia.

2.3 Aspectos gerais sobre Tofu

Desde os primórdios da civilização, a humanidade tem buscado formas diversas de garantir sua nutrição. Ao longo dos milênios, as técnicas culinárias evoluíram, resultando em uma ampla variedade de alimentos ao redor do mundo (Moreira, 2010). Nesse contexto, o tofu emerge como um elemento de origem vegetal e nutritivo na história da alimentação humana.

Originário da Ásia, o tofu tem suas raízes históricas há milhares de anos, com registros que remontam à China antiga. Inicialmente desenvolvido como uma fonte acessível de proteína vegetal para a população, o tofu se expandiu para outros países da região, tornando-se parte integrante da culinária asiática (Alvarenga *et al.*, 2007).

O tofu passou por transformações e adaptações, refletindo as diferentes culturas e tradições culinárias das sociedades que o adotaram. A técnica de fabricação do tofu foi aprimorada, resultando em uma variedade de texturas e sabores, desde o tofu macio até o firme e o defumado (Benassi *et al.*, 2007). Com o aumento do interesse global em alimentação saudável e alternativas vegetarianas e veganas, o tofu ganhou destaque também

em outras partes do mundo. Sua versatilidade na culinária, juntamente com seu alto valor nutricional, o tornou uma escolha popular para uma variedade de pratos e dietas (Plural Foods Solutions, 2023).

O tofu, conhecido como queijo de soja, é um produto obtido do extrato de soja pela adição de sais ou ácidos para que ocorra a precipitação das proteínas. A coagulação do extrato é uma etapa importante da produção e requer muitos cuidados pois sofre a influência de diversos fatores, como pH, composição química da soja, entre outros (Ciabotti *et al.*, 2009).

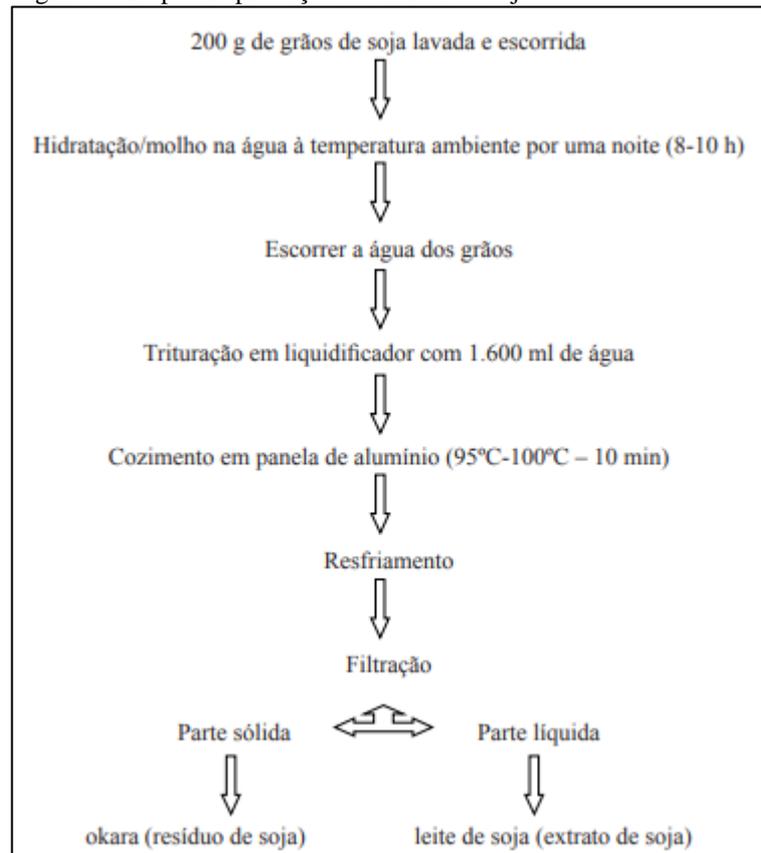
A soja, *Glycine max* (L.) Merrill, apresenta um alto teor de proteínas, 65,1 g em cada 100 g do grão, o que permite o seu processamento para o desenvolvimento de uma variedade de alimentos. Por isso, “é considerada um alimento funcional, pois além do teor proteico possui propriedade energética” (Pauletto; Fogaça, 2012, p. 86-87). Sendo o Brasil um grande produtor de soja, essa versatilidade da soja é um foco de pesquisas na indústria de alimentos (Ciabotti *et al.*, 2009). O site de notícias Agencia.gov (2023), divulgou os dados fornecidos pela Companhia Nacional de Abastecimento para a previsão de safra de soja no país, no período 2023/2024, que deve ser de 155,3 milhões de toneladas. É um grão de importância no país e com alta produção justificando pesquisas que visam a elaboração de novos produtos alimentares.

O desenvolvimento de novos produtos derivados da soja e a avaliação nutricional destes se mostra fundamental, uma vez que o aumento no consumo do grão está associado a um menor risco das pessoas desenvolverem doenças, sendo de grande importância realizar a verificação da quantidade de nutrientes indicativa na rotulagem nutricional dos produtos industrializados e disponíveis ao consumidor (Pauletto; Fogaça, 2012, p. 88).

O tofu é um alimento de custo baixo, que além das proteínas contém minerais e vitaminas, ausência de colesterol e baixa porcentagem de gorduras saturadas. Apesar disso, ainda não tem larga utilização no Brasil, mas com a tendência de dietas vegetarianas e veganas, seu uso pode crescer. Mas, alguns pontos são destacados sobre seu uso, como por exemplo, tem limitações em relação aos aminoácidos sulfurados como a metionina e a cisteína. A metionina tem parte importante para o sistema imunológico e em vários processos metabólicos do organismo como a síntese de melatonina, de creatinina, além da produção de cisteína (Silva *et al.*, 2017).

O processamento da soja para a produção do extrato de soja está descrito na Figura 3. Observa-se que são etapas que não envolvem recursos onerosos, podendo ser realizadas em um laboratório ou cozinha da escola

Figura 3 - Etapas na produção do extrato de soja



Fonte: Pauletto; Fogaça, 2012, p. 89.

O okara, um dos produtos produzidos juntamente no processo, se constitui na parte sólida residual e também pode ser consumido, pois apresenta teores proteicos, embora menores do que o tofu, além de fibras (Pauletto; Fogaça, 2012).

2.4 Estudos relacionados

O estudo proposto nesta pesquisa envolve a elaboração e a aplicação de uma UEPS para trabalhar proteínas. Assim, para elaboração deste item, foi realizada uma busca de trabalhos relacionados que possam estar relacionados com o assunto proteínas, no catálogo de teses e dissertações da CAPES. Esse site de busca proporciona um levantamento objetivo de trabalhos uma vez que abarca trabalhos desenvolvidos em programas de pós-graduação, possibilitando identificá-los e acessá-los, de forma gratuita.

O levantamento teve como objetivo base identificar como conceitos de bioquímica estão sendo trabalhados no ensino de química, por exemplo: se a abordagem parte de uma temática, que tipo de estratégia e recursos tem sido utilizados, e como tem contribuído para a aprendizagem dos estudantes. Sendo assim, para o levantamento das pesquisas foram

utilizados como descritores "ensino de química" AND "proteínas", sendo que nenhum trabalho foi encontrado. Assim, se utilizou um termo mais amplo, bioquímica (descritores "ensino de química" AND "bioquímica"), sem filtro de data, novamente, e com isso foram encontrados dez trabalhos.

Os trabalhos resultantes da busca tiveram seus títulos e resumos lidos, e cinco deles tiveram suas sínteses descritas para esta qualificação, pois, apresentaram relação mais estreita com o tema desta dissertação, os demais tratavam de ecologia, biodiversidade e bioquímica no ensino superior. Um trabalho, intitulado “Jogo Educativo para o Ensino de Bioquímica”, de Pizoni (2016), embora fosse de interesse para essa pesquisa, não foi colocado no Quadro 4 e não foi descrito por não ter sua publicação autorizada, nem mesmo o resumo no Catálogo de Teses e Dissertações está disponível.

Já o trabalho “*Tecnologias digitais como ferramentas auxiliares para o ensino de bioquímica e química orgânica na educação básica*”, de Rosado (2020), embora não tenha autorização para publicação, não permitindo a leitura integral dele, tinha o resumo disponível, e ele foi usado para a descrição. No quadro 4 estão informações referentes aos trabalhos encontrados, como o título, o autor, a temática, o ano da defesa e o local onde essa pesquisa foi realizada.

Quadro 4 - Trabalhos obtidos na pesquisa no catálogo de teses e dissertações da Capes

	Título/link	Autor /ano	Nível¹	Local
<i>i</i>	A bioquímica e a Lei Federal 10639/03 em espaços formais e não formais de educação https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/17509/1/t.pdf	Moreira, 2012	D	Goiânia GO
<i>ii</i>	Rótulos de alimentos para o ensino de bioquímica: proposta de ensino para professores de química e de biologia da educação básica https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22250/5/R%c3%b3tulosAlimentosEnsino.pdf	Macedo, 2017	MP	Uberlândia MG
<i>iii</i>	Educação de jovens e adultos: identidades, diários e práticas no ensino de bioquímica https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/22093/3/educacaojovensadultos.pdf	Santos, 2018	MP	Uberlândia MG
<i>iv</i>	Tecnologias digitais como ferramentas auxiliares para o ensino de bioquímica e química orgânica na educação básica https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?Popup=true&id_trabalho=10396852	Rosado, 2020	MA	Uruguaiana RS
<i>v</i>	Temas geradores no ensino de bioquímica: o caso do queijo e do doce de leite https://www.bdtd.ueg.br/bitstream/tede/709/2/1_Dissertacao_Paulo_Henrique_15_01_2021.pdf	Souza, 2020	MP	Anápolis GO

¹: D - Doutorado; MP - Mestrado Profissional; MA - Mestrado acadêmico.

Fonte: Autor, 2023.

- i) A bioquímica e a Lei Federal 10639/03 em espaços formais e não formais de educação (Moreira, 2012)

Essa tese de doutorado teve como objetivo aplicar a Lei 10.639/03, a qual versa sobre a obrigatoriedade do ensino de história e cultura afro-brasileira no currículo escolar, nas práticas pedagógicas e apresentar possibilidades de contextualização dos conceitos de bioquímica para o ensino formal e não formal da Educação Básica, além do Superior. Assim, a autora se propõe a elaboração de materiais didáticos que possam ser utilizados em sala de aula para contemplar a Lei citada anteriormente.

Os questionamentos levantados na pesquisa foram os seguintes (p. 6): 1) Quais são os valores e concepções que os professores de Ciências e graduandos possuem sobre a Lei 10.639/03 e sua inserção nas práticas pedagógicas; 2) Como a reforma educacional e as orientações curriculares e documentos oficiais propostos para a Educação Básica promovem apontamentos para a aplicação da Lei 10639/03 no Ensino de Química, especificamente? 3) Como organizar materiais e atividade formais e não-formais com conteúdos de Bioquímica contextualizados com os pressupostos da Lei 10.639/03?

Moreira justifica a escolha de Bioquímica por identificar que existem poucos materiais didáticos disponíveis para os professores trabalhar esse componente curricular e por isso ele é ministrado de forma superficial. Os instrumentos de coleta da pesquisa qualitativa foram questionários semiestruturados e entrevistas aplicadas aos participantes da pesquisa (professores, estudantes, visitantes dos espaços não formais), os quais foram analisados à luz da análise de conteúdo. Como referencial teórico a autora utilizou os documentos oficiais como PCN's (Brasil, 2004), as Diretrizes Curriculares Nacionais para a Educação das Relações Étnico-Raciais, entre outros; como base epistemológica tratou da epistemologia do paradigma emergente, por entender que se alinha a proposta uma vez que essa base busca romper o distanciamento entre as ciências naturais e as sociais.

Como tema para trabalhar as africanidades, dentro da sala de aula, a autora selecionou a noz-de-cola e a cafeína, levando em conta alguns cultos que são praticados pelos afro-brasileiros os quais utilizam de determinadas preparações que tem em sua composição esses estimulantes. Com esses temas, a autora sugere conteúdos que podem ser explorados nas aulas de Química, como funções orgânicas, nomenclatura e estruturas químicas. Para espaços não-formais foi realizada a exposição "Bioquímica Afro-brasileira" em um museu, no período que envolvia o Dia Nacional da Consciência Negra. Neste, outros temas foram inseridos (doenças, cabelos e etnias, pele e proteção solar).

Como conclusão a autora verificou que os participantes desconheciam, a maioria, a referida lei e, portanto, não estavam aplicando-a no contexto da sala de aula. Um dos aspectos apontados em relação à dificuldade de implementar a Lei em sala de aula é a falta de materiais didáticos, o que fortaleceu a proposta de Moreira (2012) em elaborar e disponibilizar esses materiais para os professores. Assim, a autora finalizou criando um blog envolvendo todas as suas propostas.

- ii) Rótulos de alimentos para o ensino de bioquímica: proposta de ensino para professores de química e de biologia da educação básica (Macedo, 2017)

Macedo (2017) comenta que ao Curso de Licenciatura em Química e como bolsista PIBID pode observar problemas no ensino de Química na Educação Básica, como a insatisfação dos estudantes com o que se ensina e como se ensina. Percebem como monótono, sem importância o que se trabalha em sala de aula. Essa percepção fez com que a autora buscasse em seu trabalho desenvolver atividades que pudessem contextualizar o ensino de Química para o estudante. Macedo pontua a importância do ensino de Química pois,

trata de conceitos estruturantes fornecendo subsídios para a compreensão de vários outros conceitos como no caso da Bioquímica, com o entendimento das cadeias carbônicas, dos grupos funcionais, das propriedades das substâncias, etc., o que se considera de fundamental importância, haja vista as informações que encontramos em rótulos de alimentos, discussões sobre alimentação saudável, utilização de aditivos alimentares e os problemas de obesidade entre muitos adolescentes (Macedo, 2017, p. 14).

E, sobre o ensino de Bioquímica, a autora comenta “é uma área interdisciplinar com um papel fundamental para os seres vivos, possuindo diversas aplicabilidades na medicina, em indústrias farmacêuticas, química, alimentar, entre outros” (Macedo, 2017, p. 15), desta maneira, considera necessária a contextualização para prover aos estudantes uma visão crítica do mundo e a relação das Ciências com outras áreas do saber. Assim, as seguintes questões foram levantadas, pela autora, como problema da pesquisa (*ibid*, p. 15):

Uma proposta para o ensino de Química a partir da interpretação de rótulos/embalagens alimentares pode fornecer subsídios para o entendimento de conteúdos relacionados a outras Ciências, em especial à Bioquímica? Em outras palavras, é possível ensinar conceitos e conteúdos em Química, concomitante com conceitos de Bioquímica, a partir de rótulos/embalagens de alimentos? E através da abordagem da utilização de aditivos alimentares. Seria possível concretizar um ensino crítico-investigativo de conceitos químicos em sala de aula a partir dessa abordagem tão presente no cotidiano dos estudantes?

A autora estabelece como objetivo investigar o ensino da Bioquímica no Ensino Médio, por meio de rótulos de alimentos, para elaborar uma sequência didática contextualizada. Para tanto, a autora versou sobre os documentos legais, como o PCNEM (Brasil, 2000), as OCNEM (Brasil, 2006) e o CBC (Minas Gerais, 2007a; 2007b), no seu referencial teórico. Em termos metodológicos, a pesquisa teve caráter qualitativo, e como instrumento de coleta foi realizado um questionário investigativo com três professores de Química, da cidade de Ituiutaba-MG, o qual envolvia a prática docente em relação ao ensino de Bioquímica em sala de aula. Esse questionário subsidiou a elaboração do produto final, o qual foi um Material Informativo/Explicativo para professores de Química e Biologia. A análise dos questionários foi feita buscando identificar “agrupamentos”, ou seja, categorias que emergissem das respostas. O produto educacional envolveu leitura de textos, jogos, experimentação, entre outros recursos.

Como conclusão, a autora verificou que os professores de Química não abordam conceitos relativos à Bioquímica no Ensino Médio, embora identifiquem a importância desses conceitos bioquímicos, e a relação da Bioquímica com a Química. Quanto a análise dos documentos legais, verificou que eles trazem propostas relevantes para o ensino de Bioquímica, mas estes “parecem estar distantes do âmbito escolar” (MACEDO, 2017, p. 99). Além disso, foi possível “desenvolver uma proposta de ensino a partir da interpretação de rótulos/embalagens alimentares fornecendo subsídios para o entendimento de conteúdos relacionados com Química e Biologia” (*ibid*, p. 99).

iii) Educação de jovens e adultos: identidades, diários e práticas no ensino de bioquímica (Santos, 2018)

A pesquisa de Santos (2018) teve como objetivo avaliar uma sequência didática para abordar o ensino de Bioquímica, mais especificamente o de Lipídeos, para a EJA. Para tanto, construiu o referencial teórico abordando o histórico e a legislação sobre o EJA, o ensino de Química e Bioquímica no EJA e as atividades experimentais no ensino de Química. A autora comenta sobre as dificuldades que são apontadas pelos alunos dessa modalidade de ensino em relação aos conteúdos de Química e, portanto, a necessidade de buscar alternativas que possam auxiliá-los a ter um aprendizado que faça sentido. Além disso, comenta que os professores também sentem dificuldades em trabalhar por não terem uma formação adequada. Pontua, também, que a Bioquímica é negligenciada, sendo abordada de forma superficial, mesmo na formação inicial dos professores.

Assim, estabelece como questionamento da sua pesquisa o seguinte: Como alinhar as experiências cotidianas aos saberes Químicos, a partir da utilização de experimentos que contemplem os conceitos de Bioquímica na educação de Jovens e Adultos? O objetivo da pesquisa foi “mediar e avaliar a construção de alguns conceitos de Bioquímica entre os estudantes do 4º semestre da EJA com a elaboração e aplicação de aulas a partir da temática “Produção de Sabão” (Santos, 2018, p. 54).

Como instrumentos de coleta a autora realizou entrevistas semiestruturadas com os estudantes e com a professora titular e a escrita do diário de bordo. Os sujeitos da pesquisa foram 16 alunos do 4º semestre de EJA (equivalente ao 3º ano do Ensino Médio) de uma Escola Estadual na cidade de Itumbiara- GO. A análise de conteúdo de Bardin (2006) foi utilizada para trabalhar os dados, e as categorias foram estabelecidas segundo os objetivos do trabalho. Assim, por exemplo, para o objetivo específico de “Acompanhar o processo de reflexão e compreensão dos alunos da EJA a respeito de alguns conceitos trabalhados de Bioquímica nas produções textuais dos diários de aula” a categoria elencada foi: “Demonstração de aprendizado de conceitos Químicos e de Sustentabilidade e satisfação dos alunos em participar de aulas práticas” (Santos, 2018, p. 61). A SD foi desenvolvida em quatro aulas, cada uma teve a divisão de problematização, organização do conhecimento e aplicação do conhecimento, segundo Delizoicov (1991).

Como conclusão, a autora identificou maior interesse, motivação e aprendizado por parte dos alunos; os conceitos sobre Lipídeos, tratados no trabalho, foram importantes, segundo a autora, pois propiciou uma discussão rica e a construção do conhecimento de outros conceitos de Química.

- iv) Tecnologias digitais como ferramentas auxiliares para o ensino de bioquímica e química orgânica na educação básica (Rosado, 2020)

Essa pesquisa, como citado no início deste item, não tem disponível o texto completo, tendo a informação no site “divulgação não autorizada”. Desse modo, algumas informações foram retiradas do resumo. Nele o autor comenta a importância biológica, social e econômica dos compostos químicos orgânicos, mas, apesar disso, o ensino de Química Orgânica e Bioquímica não são ministrados de forma contextualizadas, mostram-se distantes da realidade do educando. Assim, buscando novos recursos para o ensino destes componentes curriculares, destaca as Tecnologias Digitais (TD) como um recurso importante, pois coloca o estudante como protagonista no processo educativo, embora, segundo o autor, esse recurso seja pouco explorado, especialmente na produção e edição audiovisual.

Com isso, o autor teve como objetivo “investigar se o uso das TD pode ser uma ferramenta efetiva para o ensino de Bioquímica e Química Orgânica, utilizando diferentes temáticas, na Educação Básica”. As temáticas propostas para os estudantes tratarem em seus vídeos foram saúde e meio ambiente, as quais são respaldadas pelos documentos oficiais do ensino.

Os participantes da pesquisa foram estudantes de uma escola da rede estadual, localizada no município de Alegrete, RS. A pesquisa foi de caráter qualitativo e os instrumentos de coleta e análise foram os vídeos produzidos pelos estudantes. Os vídeos foram postados em grupo fechado na rede social Facebook, e tinham como assuntos a tratar, a química e a bioquímica, segundo duas situações propostas: o texto “As dezessete moléculas que mudaram a história” do livro “Os Botões de Napoleão; e a automedicação.

Os resultados da pesquisa mostraram que a atividade proposta foi positiva, segundo as respostas dos estudantes participantes, pois, além de ser inovadora, potencializou a aprendizagem em química e bioquímica. Como problema, o autor destaca a dificuldade de alguns estudantes na realização da atividade.

- v) Temas geradores no ensino de bioquímica: o caso do queijo e do doce de leite (Souza, 2020)

A pesquisa de Souza (2020) “buscou investigar a relação entre o ensino de Química/Bioquímica no Ensino Médio e sua relação a elementos do cotidiano como os doces e os queijos”; com isso o autor formulou como questionamento de sua pesquisa a seguinte pergunta-problema: *Como o Ensino de Química em seu conteúdo de Bioquímica pode ser ensinado usando temas geradores?*

O autor pontua as dificuldades citadas na literatura quanto a aprendizagem de Química, entre elas cita a necessidade de abstração exigida pelos conteúdos e recursos didáticos que não fomentam o interesse na aula. Com isso, ele se debruça em analisar trabalhos que mostram a importância de buscar elementos do cotidiano para significar as aulas, ou, como denomina o autor, “práticas concretas para a elucidação do conhecimento” (Souza, 2020, p. 15). Dentre estas práticas, o autor tem interesse nas que envolvem atividades lúdicas, via abordagem por temas geradores, mais especificamente, focou na produção de doce de leite e o queijo.

Sua pesquisa teve cunho bibliográfico e dividiu seus objetivos em duas partes: a primeira parte buscou investigar como o ensino de carboidratos, ou seja, uma classe mais

específica de Bioquímica, está sendo ministrado nos anos finais do Ensino Médio; na segunda parte, os objetivos foram (Souza, 2020, p. 16)

a) entender o emprego de temas geradores; b) verificar no referencial teórico as principais formas em que são produzidos os conhecimentos, bem como, de ensinar Química/Bioquímica a partir do conhecimento produzido pelos tempos e em acordo com as teorias de aprendizagem, e levando em consideração a dificuldade de abstração dos conceitos Químicos; e c) pesquisar formas de abordar o tema Bioquímica de carboidratos na Educação Básica, buscando relacionar o Ensino de Ciências com o dia a dia dos alunos, como no caso o uso do doce de leite e do queijo como temas geradores.

O autor utiliza como referenciais Freire (1987; 1991) e Apple (2006), entre outros, para tratar do aspecto político que a educação deve considerar no que tange a oportunizar os estudantes a se libertarem do sistema opressor por meio do conhecimento, justificando o viés que o levou a optar pelos temas geradores na sua pesquisa. Também se baseia em Chassot para comentar sobre os aspectos históricos que envolveram a Química (2011) e o ensino dessa área do conhecimento (1995). Sendo que para este último item citado, o autor buscou base, especialmente, em Machado e Mortimer (2007) também. Assim, dividiu essas discussões nos seguintes itens de sua pesquisa bibliográfica: Ciência Sociedade e Ensino de Química; legislação Currículo e Ensino de Química e Bioquímica; tema geradores: leite, queijos e doces de leite, sendo que neste último ele apresenta possibilidades de conteúdos/assuntos que podem ser tratados no ensino de Química/Bioquímica.

Ao final, o autor conclui que

dificilmente os temas geradores serão voltados para uma educação com vistas a aspectos da realidade local do educando. Pois, com base nos estudos de Freire (1987), observamos que nos documentos, a realidade dos alunos não é considerada, e quando se refere a ela, essa se encontra alheia à existência dos alunos.

Entretanto, destaca que o tema gerador queijo e doce de leite, são aplicáveis para o Ensino de Química, pois apresentam muitos conteúdos da bioquímica que podem ser explorados. Assim, após a etapa de pesquisa bibliográfica, o autor elaborou como proposta de produto educacional um livro paradidático, envolvendo a fabricação de queijos e doce de leite para relacionar com o Ensino de Química/Bioquímica no Ensino Médio.

Considerando os objetivos desse levantamento pode-se identificar que, em todos os trabalhos, foi citado o problema em trabalhar conceitos de química, em especial a Bioquímica, por tratar de conceitos abstratos. Pontuam a necessidade de trabalhar os conceitos de forma mais contextualizada de modo a mitigar esse problema. A maioria propôs um tema

(africanidades, rótulos de alimentos, saúde e meio ambiente, produção de sabão, entre outras) para fazer esse tipo de abordagem. As estratégias/recursos utilizados envolveram produção de vídeos, experimentação, jogos, entre outro, ou seja, diversificação de recursos. Em termos de contribuição todos apontam que essa aproximação dos conteúdos com temas e o uso de recursos variados permitiu um melhor aprendizado e maior motivação em participar das aulas.

3 A PROPOSTA DE PRODUTO EDUCACIONAL

Nesse capítulo, se apresenta o tipo de produto educacional selecionado para essa pesquisa, uma SD do tipo UEPS, descrevendo sua base pedagógica e estruturação; a descrição da proposta, o local de aplicação e os participantes.

3.1 Os participantes e o espaço de pesquisa

Serão participantes desta pesquisa os estudantes matriculados em uma turma da terceira série do Ensino Médio, constituída de 18 estudantes, aqui denominado com a letra **E** seguida de um número. O local da pesquisa foi Escola de Educação Básica Prof^o Eugênio Marchetti, localizada na rua José Bonifácio, número 118, na cidade de Herval d'Oeste. Ela foi estabelecida pelo decreto nº 518, datado de 16 de agosto de 1973, com o nome de "Escola Básica Professor Eugênio Marchetti", em honra ao educador Eugênio Marchetti, nascido em Santa Catarina em 19 de agosto de 1918.

Inicialmente, a escola introduziu o ensino de 1º grau conforme o decreto nº 4051, de 13 de dezembro de 1977. O Pré-Escolar foi criado de acordo com o Parecer nº 100, de 28 de março de 1983. Em 1987, o ensino de 2º Grau com orientação profissionalizante foi implementado, levando a escola a mudar de nome de "Escola Básica" para "Colégio Estadual". Entretanto, em 1992, a orientação profissionalizante foi encerrada, e a escola passou a oferecer além do Ensino Fundamental, o Ensino Médio "Educação Geral", conforme parecer 021/92 do Conselho Estadual de Educação.

A escola passou por reestruturações ao longo dos anos. No ano 2000, passou a focar, principalmente, no Ensino Médio, abrangendo as 8^{as} séries do Ensino Fundamental e o Ensino Médio, resultando em uma mudança para o nome "Escola de Educação Básica Professor Eugênio Marchetti". A partir de 2010, a escola concentrou-se exclusivamente no Ensino Médio e no Ensino Médio Integrado à Educação Profissional. A partir de 2015, a Unidade Escolar deixou de oferecer o Ensino Médio Integrado à Educação Profissional devido à baixa demanda de matrículas.

Vale destacar que ao longo de mais de duas décadas, a escola tem se destacado no nível regional e estadual por sua abordagem artística/cultural nas áreas de teatro, poesia e música, servindo como exemplo para outras instituições e auxiliando os alunos no desenvolvimento de suas habilidades.

Anualmente, uma pesquisa institucional é conduzida com todos os alunos da Unidade Escolar nos três turnos. No ano de 2022, uma pesquisa foi realizada com alunos frequentando a escola de forma presencial. Dos 179 alunos que responderam ao questionário, 35,2% eram do sexo masculino e 64,8% do sexo feminino. Quanto à faixa etária, 65,4% tinham entre 14 e 16 anos, 30,2% entre 17 e 18 anos, e 4,4% eram maiores de 18 anos.

Os resultados da pesquisa indicaram que 48% dos alunos trabalham, enquanto 52% não trabalham. Em relação à estrutura familiar, 57% eram compostos por pai/mãe, 20,1% por mãe e padrasto, e 14% por outras configurações. Sobre o número de filhos nas famílias, 17,3% tinham um filho, 40,2% tinham dois filhos e 42,5% tinham três ou mais filhos. No que diz respeito à faixa etária dos pais, 44,1% tinham entre 30 e 40 anos, 44,1% tinham entre 40 e 50 anos, e 11,2% tinham 50 anos ou mais. Quanto à religião, 60,9% professavam o Catolicismo, 19% eram evangélicos e 20,1% seguiam outras religiões.

Em relação às atividades desenvolvidas em sala de aula, 81% dos alunos estavam satisfeitos e 19% insatisfeitos. Quanto à escolaridade dos pais, 22,9% tinham Ensino Fundamental incompleto, 13,4% tinham Ensino Médio incompleto, 34,6% tinham Ensino Médio completo, 14% tinham Ensino Superior completo e 0,0% tinham outras formações.

No aspecto financeiro, 35,8% das famílias recebiam um salário-mínimo, 38% recebiam dois salários e 26,3% recebiam três salários ou mais. Em relação à moradia, 69,8% residiam em casas próprias e 30% em casas alugadas. A satisfação com o atendimento na secretaria foi relatada por 95% dos entrevistados, enquanto 5% tinham opiniões diferentes. O atendimento da coordenação pedagógica foi considerado satisfatório por 95% dos alunos, e a avaliação positiva em relação ao atendimento da direção também atingiu 95,5% dos entrevistados.

A organização da escola, incluindo a divulgação de informações, eventos e promoções, foi avaliada como ótima por 33,5%, boa por 56,4% e necessitando de melhoria por 10,1%. Em relação à limpeza da escola, 45,8% consideraram ótima, 42,5% a consideraram boa e 11,7% indicaram que precisa melhorar. Quanto ao desempenho da Equipe Gestora, Professores e funcionários em tornar o ambiente escolar mais agradável, 76% dos entrevistados acreditam que eles estão se esforçando, enquanto 24% acreditam que poderiam se esforçar mais.

De acordo com os dados da pesquisa, a comunidade escolar goza de condições sociais favoráveis em vários aspectos, incluindo renda familiar e posse de residências próprias. Nos últimos três anos, a Unidade Escolar registrou um aumento na matrícula final dos alunos atendidos, entre os anos de 2016 e 2018. A taxa de reprovação diminuiu consideravelmente

nos últimos dois anos, em parte devido às mudanças na legislação, como a Resolução 183 e suas modificações, que reduziram o número de reprovações.

As 2ª séries em 2016 registraram o maior índice de reprovação, atribuído à distorção idade/série e ao baixo desempenho dos alunos. Medidas foram implementadas para combater essas reprovações, incluindo atividades interdisciplinares, viagens de estudo e aulas de reforço no contraturno para sanar dúvidas e recuperar conteúdos defasados. O índice de desistência entre 2016 e 2017 aumentou, influenciado pelo ingresso dos alunos no mercado de trabalho, além da distorção idade/série e outros fatores.

Para garantir o processo de ensino-aprendizagem, a escola elabora um plano de curso anual por área do conhecimento e projetos pedagógicos interdisciplinares, realiza reuniões pedagógicas, conselhos de classe e plantões pedagógicos, contando com a participação efetiva dos pais ou responsáveis. A avaliação é diagnóstica e processual, alinhada com as diretrizes da RESOLUÇÃO CEE/SC Nº 011, de 10 de maio de 2022, que estabelece diretrizes para a avaliação do ensino e aprendizagem. Os alunos também participam do ENEM, proporcionando uma via de ingresso na universidade. Formações continuadas para os professores ocorrem em reuniões pedagógicas e cursos de capacitação oferecidos pela CRE.

O Conselho Escolar da Escola de Educação Básica Professor Eugênio Marchetti é composto por alunos, professores, pais e funcionários, e eles se reúnem para discutir e propor ações que são incorporadas ao plano de gestão, contribuindo com sugestões para aprimorar a escola. Professores apontaram questões relacionadas à gestão, enquanto os alunos destacaram a necessidade de melhorias nas aulas e infraestrutura. Os servidores ressaltaram a importância da comunicação interna e da transparência, e os pais sugeriram medidas para garantir conteúdo significativo, mesmo em situações de ausência de professores.

Sobre a estrutura administrativa, a escola possui um total de 37 profissionais, incluindo 8 no setor administrativo, 26 professores (14 efetivos e 12 temporários), e 3 funcionários nos serviços gerais, admitidos de forma terceirizada. A maioria dos professores possui licenciatura plena, enquanto alguns possuem mestrado e pós-doutorado. No setor administrativo, há 8 profissionais com especialização.

A valorização dos profissionais da educação é contemplada no Plano Estadual de Educação 2015-2024, que prevê medidas relacionadas a carreira, piso salarial e condições de trabalho. A organização dos documentos de alunos e funcionários é realizada por pastas individuais na secretaria. O atendimento aos alunos e profissionais é realizado pela direção, incluindo reuniões e atendimento individual quando necessário.

A avaliação institucional é conduzida anualmente no mês de abril, visando melhorias pedagógicas, administrativas, financeiras e físicas. A participação da comunidade escolar nas instâncias deliberativas é garantida por meio da Associação de Pais e Professores (APP), do Conselho Deliberativo Escolar e do Grêmio Estudantil.

A escola recebe recursos do Programa Dinheiro Direto na Escola (PDDE) e da APP, além de recursos através do Cartão de Pagamentos do Estado de Santa Catarina (CPESC). As decisões sobre a alocação desses recursos são tomadas em conjunto com professores, APP e Conselho Deliberativo Escolar, visando atender às prioridades. A prestação de contas é feita de acordo com a legislação, com a participação da APP e do Conselho Deliberativo Escolar, e as informações são expostas nos murais da escola. Para complementar os recursos públicos, a APP realiza promoções, como ações entre amigos e festas internas. A aplicação dos recursos é sempre avaliada para otimizar as atividades, mas a escola enfrenta desafios de manutenção do prédio e desenvolvimento de práticas educativas.

O prédio da escola ocupa um terreno de 5.489 m², com uma área construída de 1.256 m², em alvenaria, construída em 1976. O prédio conta com 14 salas de aula de 48 m² e 2 salas de aula maiores de 54 m² cada. Além disso, possui uma biblioteca, sala de direção, sala de professores com acesso à internet, pátio coberto, vestiários, sanitários para alunos e funcionários, cozinha, depósitos, sala para orientadores e assistentes técnicos pedagógicos, ginásio de esportes reformado e secretaria em perfeito estado. Apesar das melhorias realizadas, o prédio ainda necessita de manutenções, incluindo ajustes na fiação elétrica e melhorias na acessibilidade de acordo com a legislação vigente.

As metas estabelecidas pela comunidade escolar foram divididas em quatro dimensões: Pedagógica, Administrativa, Financeira e Física. O período para alcançar essas metas vai de fevereiro de 2023 a dezembro de 2023, com revisões anuais e ajustes conforme a realidade da escola.

3.2 O tipo de produto educacional e sua base pedagógica

As unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS), propostas por Marco Antônio Moreira em 2011, têm por objetivo, organizar os conteúdos e atividades de maneira sistemática a fim de atingir os propósitos da aprendizagem significativa, uma vez que tem como fundamentação teórica a TAS.

O autor destaca que, dentre os princípios básicos inerentes a uma UEPS, por ser apoiada na TAS, o conhecimento prévio é a variável que mais influencia a aprendizagem

significativa (Moreira, 2011), baseando-a, também, nos pensamentos e sentimentos, uma vez que é o aluno quem decide que vai aprender significativamente determinado conhecimento.

Desta forma, os educadores devem elaborar aulas que fortaleçam a conexão e o diálogo com seus alunos, transformando os momentos de ensino em situações interativas e dinâmicas de real aprendizagem, onde os educandos tenham vez e voz para dialogar sobre seus interesses.

Para que a aprendizagem seja significativa ao invés de mecânica, Moreira elenca a construção de uma UEPS em oito passos, sendo a situação inicial, situação problema, aprofundamento teórico, nova situação problema, avaliação somativa individual, aula expositiva final, avaliação da aprendizagem e avaliação da UEPS, sendo, esta última, a um importante elemento para o docente identificar a pertinência das atividades propostas. A seguir, segue a sequência dos passos descritos por Moreira, segundo a interpretação de Da Ronch (2016).

Passo 1 - situação inicial: neste primeiro momento é definido o tópico a ser trabalhado. É importante que esse material introdutório esteja condizendo com a realidade dos estudantes para que possa propiciar uma discussão e levantamento de situações que serviram de aporte para os conteúdos que se pretende trabalhar. Pode ser utilizado um pré-teste para auxiliar na estruturação da UEPS e avaliação na aprendizagem.

Passo 2 - situação problema: criar ou propor situações que levem os estudantes a externalizar seu conhecimento prévio. Essa situação problema pode ser um texto, uma reportagem, um vídeo etc. Pode ser utilizada como um organizador prévio e apresentar os conceitos que se pretendem ensinar aos estudantes, no entanto nesse momento não devem ser discutidos tais conceitos. O seu propósito é que os estudantes possam identificá-los na situação problema e a partir disso resgatar e externalizar seus conhecimentos prévios para solucionar tal situação.

Passo 3 - exposição dialogada e aprofundamento: neste momento são apresentados os conceitos a serem ensinados levando em consideração a situação inicial e a situação problema levantada nos primeiros passos deve-se levar em conta a diferenciação progressiva, ou seja, começar com aspectos mais gerais e inclusivos, mas logo exemplificando e abordando aspectos específicos. Moreira (2011) sugere como exemplo de estratégia uma breve exposição oral seguida de atividade colaborativa em pequenos grupos que, por sua vez, deve ser seguida de atividade de apresentação ou discussão em grande grupo.

Passo 4 - nova situação problema: uma nova situação problema é criada, porém agora em nível mais alto de complexidade em relação à primeira. Apresentar novos exemplos destacar semelhanças e diferenças relativamente às situações e assim promover a reconciliação integrativa. Sugere-se ao professor que situações diferentes da primeira sejam elaboradas e que leve aos estudantes a interagir socialmente mediando discussões e negociando significados a fim de que novos conceitos sejam necessários para resolver.

Passo 5 - avaliação somativa individual: a avaliação dos estudantes deve ocorrer em todo o desenvolvimento da UEPS. A participação nas atividades propostas nas tarefas nos trabalhos em grupos entre outros será totalizadora da avaliação. Contudo, ao se reportar a avaliação somativa individual, Moreira 2011 apresenta que neste momento deverão ser propostas questões/situações que impliquem compreensão, que evidência em captação de significados e que os estudantes sejam capazes de utilizar seus conhecimentos para resolver tais situações.

Passo 6 - aula expositiva final neste momento devem se retomar as características mais relevantes do conceito e do conteúdo, buscando a reconciliação integrativa. Pode-se utilizar um novo material ou discutir e resolver com os estudantes, situações com níveis mais altos de complexidade em relação às situações anteriores estimulando que eles manifestem suas dúvidas e dificuldades na compreensão dos conceitos.

Passo 7 - avaliação da aprendizagem: o principal ponto para avaliar uma UEPS é o registro do professor em tudo o que possa ser considerado evidência de aprendizagem significativa do conteúdo trabalhado ao longo de toda a aplicação. Neste momento espera-se que o estudante seja capaz de transpor o conhecimento adquirido ao longo do processo de aprendizagem. A fim de somar na busca de indícios de aprendizagem significativa nos estudantes, pode ser aplicado um pós-teste a fim de comparar com o realizado na situação inicial.

Passo 8 - avaliação da UEPS: a avaliação da UEPS parte das evidências de aprendizagem significativa apresentada pelos estudantes no decorrer de sua aplicação. Evidências estas que estão baseadas na captação de significados compreensão capacidade de explicar e de aplicar o conhecimento para resolver situações problema. Cabe lembrar que a aprendizagem significativa é progressiva, ou seja, a ênfase é em evidências e não em comportamentos finais.

Nesta qualificação foi selecionado como produto educacional a elaboração de uma SD, que tem como base pedagógica a UEPS, buscando também inserir um formato que tenha fundamentação teórica em relação ao processo de aquisição do conhecimento.

3.3 Descrição do produto educacional - a UEPS

O produto educacional consiste em uma sequência didática baseada na estrutura de uma UEPS, construída de forma a ser utilizada por professores de Química no Ensino Médio no eixo SUSTENTABILIDADE. Nela, serão abordados conceitos relacionados à Química Orgânica, mais especificamente à Bioquímica, no estudo das proteínas. A proposta parte de a necessidade discutir sobre alimentação com fonte sustentável e economia de recursos naturais.

Esta possibilidade de trabalho teve origem na necessidade de tratar de conceitos abstratos para os estudantes, como são considerados os conceitos de química, pontuado por vários autores, entre eles Souza e Cardoso (2019, p.3)

Alguns problemas encontrados no ensino de conceitos químicos envolvem a presença de conteúdos abstratos que necessitam do uso de modelos para sua explicação, além da utilização de uma linguagem própria com muitas nomenclaturas e fórmulas, e a fragmentação dos conteúdos abordados normalmente apresentados de forma desvinculada do cotidiano do aluno, o que pode causar dificuldades na aprendizagem dos conteúdos levando à memorização e a repetição mecânica de exercícios.

Assim, se visualizou aliar uma atividade prática relacionada a produção de um alimento como o tofu, de modo a proporcionar o conhecimento pertinente ao mesmo tempo a

críticidade em relação ao consumo de alimentos, com o intuito de atingir os pressupostos da CTS, ou seja, a formação de um cidadão alfabetizado cientificamente e com a capacidade de analisar o mundo que o cerca e intervir positivamente na sua sustentabilidade (Lorenzetti, 2021). Souza, Rodrigues e Ferreira (2021, p. 125), em seu trabalho relacionado ao ensino de Química, reforçam essa visão incorporando na CTS o aspecto ambiental (a CTSA), comentando que essa abordagem

uma forma de ensinar os alunos a enxergarem o “mundo” a sua volta, problematizando questões pertinentes e possibilitando que se tenha uma visão crítica e complexa dos fenômenos naturais e sociais no qual este está inserido. É se contrapor a visão do progresso desmedido e tido como “bom” que busca alimentar um sistema consumista que visa o lucro em primeiro lugar relegando outras questões como as sociais e as ambientais a segundo plano.

A produção de alimentos cada vez mais tem exigido estudos da Ciência e da Tecnologia tanto para a obtenção de novos produtos quanto para a garantia de qualidade dos produtos (Guaraldo; Reynol, 2022; Sousa; Ribeiro, 2022). Assim, considera-se pertinente trazer essa temática para a sala de aula, como forma de contextualizar o ensino de conceitos químicos alinhado com discussões que mostrem a importância dessa área dentro da CTS, além de questões ambientais.

Deste modo, a UEPS elaborada neste trabalho, buscou trazer atividades que contemplassem esses pressupostos, bem como as recomendações da BNCC (Brasil, 2017, p. 537) para a área de Ciências em geral, como se pode verificar nesta passagem do documento em questão, relacionada ao nível de ensino dos participantes dessa pesquisa “No Ensino Médio, a área deve, portanto, se comprometer, assim como as demais, com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã”.

Com isso, a UEPS está estruturada em oito passos, como citado anteriormente, e no Quadro 5 se apresenta um resumo das atividades previstas em cada um deles. Sua aplicação tem previsão de ocorrer em 14 aulas de 45 minutos.

Destaca-se que a escola onde foi desenvolvida a UEPS apresenta infraestrutura adequada para a produção do tofu, ou seja, contém uma cozinha em suas dependências, com recipientes passíveis de serem utilizados (panos de prato, panelas, etc.); além disso, a matéria prima para a produção do tofu, o grão de soja, foi fornecido por uma aluna cujo pai é plantador de soja. Com isso, considerando essas necessidades, no produto educacional se abriu um espaço para comentar com os professores interessados no produto educacional, a

possibilidade de analisarem outros tipos de alimentos que possam ser contemplados pela UEPS. Ao professor se destacou que ele deve visualizar a estratégia de abordagem dos conceitos de proteínas, ou seja, a UEPS, os recursos elencados, e os objetivos em cada passo, o material a ser produzido pode ser adaptado para outro da sua realidade.

Anterior a aplicação, serão fornecidos o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE) para os pais e o Termo de Assentimento Livre e Esclarecido (TALE) para que sejam assinados, ambos presentes nos ANEXOS A e B.

Quadro 5 - Resumo das atividades propostas em cada passo da UEPS

<p>1º passo – Situação inicial Iniciar uma conversa com os estudantes, explicando o objetivo da sequência. Questionar os estudantes sobre o consumo de proteínas, qual sua importância para a saúde, quais estudantes frequentam academias e como se dá a escolha dos alimentos por eles consumidos, para identificação de alguns hábitos dos seus hábitos. Após o diálogo inicial, aplicar o pré-teste (APÊNDICE A), por meio do Socrative, com o objetivo de levantar o conhecimento prévio dos estudantes.</p>
<p>2º passo – Situação problema Iniciar com o questionamento: o que são proteínas e quais as fontes mais comuns na alimentação. Após os relatos, o professor irá acessar o vídeo O FUTURO DA CARNE (23'). Após abrir uma para discussão do vídeo, com o intuito de identificar as opiniões dos estudantes.</p>
<p>3º passo – Aprofundando conhecimentos Neste passo o professor fará a retomada de conceitos relacionados às funções orgânicas, os grupos funcionais e propriedades físicas e químicas em especial dos grupos amino e carboxila. Estes conceitos serão utilizados para construir o entendimento acerca da estrutura secundária e terciária das proteínas bem como o íon zwitterion e o ponto isoelétrico das proteínas. Em uma segunda etapa desse passo, os estudantes irão produzir tofu a partir do extrato de soja. As orientações e a receita encontram-se no material disponibilizado para o professor.</p>
<p>4º passo – Nova situação problema Aqui serão discutidos os prós e contras da substituição de proteína de origem animal pela proteína vegetal, levantando a discussão sobre a variabilidade dos aminoácidos contidos nas duas fontes, trabalhando mais detalhadamente os aminoácidos. Um texto sobre o assunto será o recurso utilizado.</p>
<p>5º passo – Avaliação somativa individual Neste passo os estudantes deverão criar uma “teia de conhecimentos” a partir da elaboração de mapas mentais por parte dos estudantes, sobre as proteínas e suas propriedades e estruturas.</p>
<p>6º passo – Aula expositiva final Neste passo, se revisará os mapas mentais elaborados na avaliação somativa individual para identificar conceitos que precisam ser retomados. Será realizada a leitura de um texto que conecta a química com a necessidade de uma alimentação obtida de forma sustentável. O professor deve identificar possíveis equívocos de ligação ou relação que foram representados pelos estudantes, bem como verificar em que medida o conteúdo foi incorporado aos seus mapas mentais.</p>
<p>7º passo – Avaliação da aprendizagem Neste encontro ocorrerá a aplicação de questionário disponibilizado no Socrative, agora como pós-teste, a fim de identificar indícios de aprendizagem significativa.</p>
<p>8º passo – Avaliação da UEPS Reunir os alunos em roda de conversa e direcionar o questionamento sobre as suas percepções acerca do aprendizado adquirido, principalmente na contextualização dos conceitos químicos com o cotidiano, relacionando as observações feitas pelo professor no decorrer da aplicação da UEPS.</p>

Fonte: Autor, 2023.

4 METODOLOGIA DA PESQUISA

Neste capítulo tem como objetivo pontuar a natureza do trabalho que será desenvolvido, por meio da identificação do tipo de pesquisa será adotado, os instrumentos de coleta e análise dos dados. Pontua-se que o local e os participantes desta pesquisa são descritos no item anterior, pois, o produto educacional é o material que caracteriza o mestrado profissional, a pesquisa advém de sua concepção por parte do professor-pesquisador.

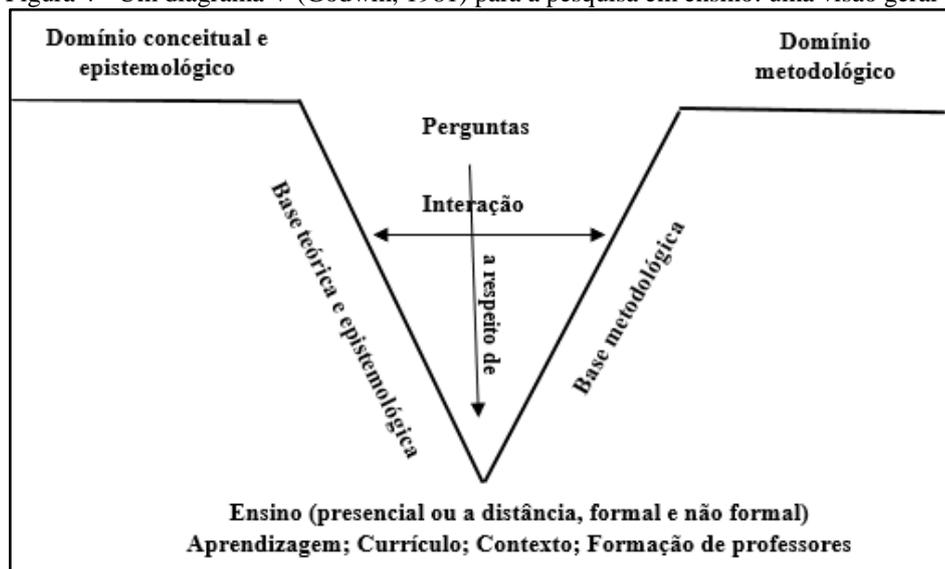
4.1 Natureza da pesquisa

Para dar início a este item se traz algumas considerações sobre a pesquisa em ensino, objeto deste trabalho. Segundo Moreira e Rizzardi (2020, p. 2) ela se caracteriza como

produção de conhecimentos, busca de respostas a perguntas sobre ensino, aprendizagem, currículo e contexto educativo e sobre o professorado e sua formação permanente, dentro de um quadro epistemológico, teórico e metodológico consistente e coerente, no qual conteúdos específicos estão sempre presentes. A pesquisa em ensino além do ensino propriamente dito.

Na Figura 4 pode-se ver um V epistemológico, concebido por Moreira (2004), que delinea uma estrutura para esse processo.

Figura 4 - Um diagrama V (Godwin, 1981) para a pesquisa em ensino: uma visão geral



Fonte: Moreira, 1998; 2004, adaptado.

Nesse processo se identifica “que o conhecimento é produzido em resposta a perguntas sobre algum evento ou objeto de estudo e que essa busca de respostas é feita através da interação entre um domínio conceitual e epistemológico e um domínio metodológico” (Moreira; Rizzardi, 2020). As perguntas, na área de Ensino, envolvem aprendizagem, formação de professores, etc., tendo como suporte para a investigação as bases teóricas e as metodológicas, sendo que esta última é tratada nesse item.

Assim, a pesquisa aqui desenvolvida foi de natureza quali-quantitativa, porém, focando prioritariamente no aspecto qualitativo. muito utilizado nas pesquisas da área educacional (Gatti, 2004). Este tipo de abordagem qualitativa, “trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos que não podem ser reduzidos à operacionalização de variáveis” (Minayo, 2001). E, como destacado por Zanette (2017), tem contribuído para uma compreensão com contornos mais humanísticos do processo educacional

O uso do método qualitativo gerou diversas contribuições ao avanço do saber na dinâmica do processo educacional e na sua estrutura como um todo: reconfigura a compreensão da aprendizagem, das relações internas e externas nas instâncias institucionais, da compreensão histórico-cultural das exigências de uma educação mais digna para todos e da compreensão da importância da instituição escolar no processo de humanização (Zanette, 2017, p. 159).

Assim, embora se possa levantar dados quantitativos, conjuntamente, o aspecto qualitativo leva em conta as características envolvidas na investigação, ela abarca “a interpretação dos fenômenos e a atribuição de significados” (Silva; Menezes, 2001, p.20) pelo pesquisador. Mas, ambas, exigem “o esforço da reflexão do pesquisador para dar sentido ao material levantado e analisado” (Gatti, 2004, p. 13).

Considerando essa característica em que o pesquisador observa, registra o desenrolar das atividades para posterior análise e interpretação dos dados, a pesquisa também assume um viés interpretativo (Gil, 2009) em que

[...] através de instrumentos de coleta de dados como videoteipes e gravadores, ou um simples bloco de notas; o pesquisador nas fases de observação, seleção, análise e interpretação dos dados coletados, conta com o aspecto do seu próprio subjetivismo, suas interpretações reflexivas do fenômeno. As pesquisas qualitativas são descritivas. [...]. Não é possível compreender o comportamento humano sem levar em conta o quadro referencial e contextual de que os indivíduos se utilizam para interpretar o mundo em volta (Bogdan; Biklen, 2010, p. 36).

Soma-se, também, a natureza interventiva (PNI) dessa pesquisa, pois, como pontuam Teixeira e Megid Neto (2017, p. 1056), envolve o desenvolvimento de “processos formativos, nos quais, os pesquisadores e demais sujeitos envolvidos, atuam na intenção de resolver questões práticas sem deixar de produzir conhecimento sistematizado”. E, dentro dessa modalidade, é possível, ainda, caracterizar essa investigação como uma pesquisa-ação. Nesta, o professor interage efetivamente com o processo ao mesmo tempo que “aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela” (Tripp, 2005, p.446). Teixeira e Megid Neto (2017) comentam que a pesquisa-ação (PA) é muito utilizada nas pesquisas relacionadas à educação.

4.2 Instrumento de coleta e análise dos dados

Um dos instrumentos regulares de coleta de dados da área de ensino/educação é o diário de bordo (DB). De acordo com Zabalza (2004, p. 10), ele é uma ferramenta que permite ao professor avaliar sua própria ação sob uma perspectiva crítica, assim, pode se constituir em uma forma de aprendizado para o próprio docente. O processo de registrar o desenvolvimento de sua prática, permite que ele reflita sobre seus objetivos e proposta pedagógica adotada para a aula e confronte-os com o resultado que emergiu quando colocado em prática. Como Zabalza (2004, p. 10) coloca, o DB “É uma forma de “distanciamento” reflexivo que nos permite ver em perspectiva nosso modo particular de atuar. É, além disso, uma forma de aprender”.

Esses registros fornecem um conjunto valioso de dados que o professor pode analisar, levando em conta suas próprias referências teóricas. Bertoni (2005, p. 4) também destaca a potencialidade do diário de bordo reforçando sua importância como uma ferramenta para a reflexão e o aprimoramento contínuo no ensino

[...] podemos identificar as dificuldades encontradas, os procedimentos utilizados, os sentimentos envolvidos, as situações coincidentes, as situações inéditas e, do ponto de vista pessoal, como se enfrentou o processo, quais foram os bons e maus momentos por que se passou e que tipos de impressões e de sentimentos apareceram ao longo da atividade, ao longo da ação desenvolvida. É uma via de análise de situações, de tomada de decisões e de correção de rumos.

Assim, o DB se constituiu em um importante instrumento de coleta de dados para essa pesquisa, em especial pela sua característica de pesquisa qualitativa, já comentada anteriormente. É uma oportunidade para aprimorar constantemente as estratégias de ensino

buscando o desenvolvimento contínuo do profissional e, conseqüentemente, o sucesso dos estudantes em sua jornada educacional.

Outro importante instrumento de coleta de dados foi o questionário de avaliação diagnóstica, pois permite ao docente identificar estágio de aprendizagem do aluno (Luckesi, 1999). Ela permite ao professor tomar decisões adequadas para impulsionar o avanço no processo de aprendizagem, identificando os pontos que requerem maior atenção durante a aplicação da sequência didática. Massucato e Mayrink (2015, p. 1) reforçam que a avaliação diagnóstica permite

Identificar o que os alunos já sabem antes de começar o trabalho [...] é essencial para iniciar o planejamento docente. [...] Ajuda a identificar as causas das dificuldades específicas dos estudantes na assimilação do conhecimento, refletir sobre as causas das dificuldades recorrentes, definindo assim as ações para sanar os problemas. [...] permite conhecer melhor a realidade do aluno. O professor tem o dever de verificar o conhecimento prévio de cada um, constatando as condições necessárias para garantir a aprendizagem.

A avaliação diagnóstica (pré-teste) já é prevista nas UEPS, na situação inicial (Passo 1), pois, como abordado na TAS, o conhecimento prévio do estudante é um parâmetro fundamental para possibilitar que o novo conhecimento interaja com o anterior. Esse mesmo questionário foi usado como pós-teste para a verificação da aprendizagem. O quadro 8 apresenta os instrumentos de coleta, seus respectivos objetivos e alguns parâmetros para a análise.

Quadro 6 - Instrumentos de coleta e parâmetros de análise

Instrumentos de coleta	Objetivo	Análise (parâmetros)
Avaliação diagnóstica (pré-teste)	Identificar os conhecimentos prévios dos estudantes	adequado (A), parcialmente adequados (PA)* ou inexistente (IN)
Pós-teste	Identificar indícios de aprendizagem	adequadas (A), plausíveis (P)* e ingênuas (I)
Diário de bordo	Refletir sobre o desenvolvimento das atividades desenvolvidas	Participação dos estudantes, interesse pela temática, dificuldades no processo
Mapas mentais	Identificar relevância e associações dadas pelos estudantes em relação aos tópicos trabalhados	sem relação (SR); pouca relação (PR) e grande relação (GR) com os conhecimentos científicos
Atividades solicitadas na proposta	Identificar a interação dos estudantes nas atividades propostas no material didático e o interesse pela temática	Ocorrência ou não de interação; interesse ou não pela temática

* para questões discursivas.

Fonte: Autor, 2023.

A análise dos dados de aprendizagem foi feita comparando as respostas no pré-teste (avaliação diagnóstica) com a do pós-teste de modo a identificar indícios de aprendizagem. Se

utilizou a categorização dos subsunçores, segundo Marin e Vinholi (2020) adotaram para a análise de pré e pós-teste, com base nos trabalhos de Vinholi Junior (2011) e Manassero e Vázquez (2001), respectivamente. Assim, para o pré-teste as categorias foram: adequados, parcialmente adequados ou inexistentes, no que tange ancorar a assimilação da nova informação ou do novo conhecimento. E do pós-teste: adequado, plausível, inexistente, no que tange a evolução conceitual.

Para os mapas mentais se utilizou a categoria dos conhecimentos científicos incorporados no mapa e suas subcategorias, utilizadas por Krasig e Braibante (2017), as quais são: sem relação (SR); pouca relação (PR) e grande relação (GR).

Outros parâmetros que se considerou pertinentes analisar, atendendo a proposta da intervenção e os pressupostos da TAS foram: a interação dos estudantes nas atividades propostas no material didático e o interesse pela temática (Da Ronch, 2016).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesse capítulo, a UEPS desenvolvida como produto educacional dessa dissertação está descrita e analisada. Para sistematizar esse capítulo ele foi dividido segundo os passos da UEPS, ou seja, seguindo sua sequência dos oito passos.

Em etapa anterior ao desenvolvimento da UEPS, o professor-pesquisador solicitou autorização da escola para a aplicação do produto (ANEXO A). Também, explanou aos alunos da turma selecionada, de forma mais geral, que gostaria de desenvolver o trabalho de mestrado junto a eles, comentando que se referia a uma sequência didática para o estudo de proteínas. Em seguida, explicou sobre os Termos de assentimento e consentimento esclarecido (ANEXO A e B, respectivamente), os quais deveriam ser assinados pelos alunos que se interessassem em participar da pesquisa, e pelos seus responsáveis. Os termos deveriam ser entregues ao professor para que ele pudesse dar início a atividade.

5.1 Situação inicial Verificação de conhecimentos prévios

A identificação dos conhecimentos prévios dos alunos desempenha um papel fundamental na teoria da aprendizagem significativa, e no âmbito da unidade de ensino potencialmente significativo. Esse estágio é fundamental para extrair o entendimento que os alunos já possuem sobre o conteúdo que será ensinado, relevante para a aprendizagem significativa do objetivo em questão (Moreira, 2011). Nesse contexto, o professor pode empregar diversas estratégias, como discussões temáticas, questionários, mapas conceituais ou mentais.

Para a aplicação desta UEPS, optou-se pelo uso de questionário do tipo pré-teste. Aos alunos, foi solicitado a responder o mesmo questionário, antes e depois da implementação da unidade. Este procedimento permite identificar os conhecimentos prévios dos estudantes para, posteriormente, fazer a análise da evolução no conhecimento dos alunos ao longo do processo de ensino, proporcionando *insights* valiosos sobre a eficácia da abordagem adotada e os indícios de aprendizagem significativa.

No primeiro momento, o professor-pesquisador explicou, novamente, aos estudantes sobre a importância do comprometimento e seriedade na participação da pesquisa, uma vez que os dados coletados seriam utilizados para verificar a capacidade da SD na produção de uma aprendizagem significativa sobre o conteúdo de proteínas.

Na sequência, foram apresentados os passos da pesquisa que seria desenvolvida junto a eles, agora de forma mais específica, sendo que a produção de tofu deixou a todos muito animados pela possibilidade de executar uma atividade experimental, mesmo com a imensa maioria dos estudantes não conhecendo tofu. O professor-pesquisador buscou imagens na internet para sanar a curiosidade imediata e fomentar o interesse no conteúdo proposto, uma vez que o interesse estimula o engajamento.

Após o momento inicial, dedicado a esclarecer os objetivos da aplicação desta UEPS, os estudantes foram solicitados a acessar o site Socrative para a resolução de pré-teste (APÊNDICE A) que consistiu em um questionário com 10 perguntas objetivas (QUADRO 7), destinadas a verificar os conhecimentos prévios sobre as funções orgânicas, principalmente ácido carboxílico e amina, que constituem os aminoácidos, unidades básicas das proteínas, e algumas propriedades físicas. A etapa final do pré-teste envolveu uma questão discursiva buscando identificar conhecimentos mais gerais relacionados às questões contemporâneas (relação pecuária e meio ambiente; relação ciência-tecnologia com produção de alimento) relacionadas ao que se pretende discutir posteriormente.

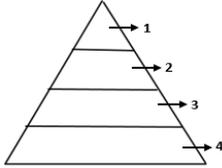
Quadro 7 - Questionário do pré-teste

- 1- Qual é a definição de grupo funcional?
 - a) Uma substância inorgânica.
 - b) Uma mistura de compostos orgânicos semelhantes.
 - c) Conjunto de átomos que caracterizam uma função orgânica.
 - d) Conjunto de átomos diferentes de carbono e hidrogênio.
 - e) Conjunto de moléculas semelhantes em suas propriedades químicas.
- 2- Marque a opção que fornece o grupo funcional presente nos ácidos carboxílicos?
 - a) Amino b) Hidroxila c) Carbonila d) Nitro d) Carboxila
- 3- Marque a opção que fornece a interação intermolecular que confere polaridade aos ácidos carboxílicos?
 - a) íon-dipolo b) dipolo permanente c) dipolo induzido d) ligação de hidrogênio e) Van der Waals
- 4- Marque a opção que fornece o nome da reação que os álcoois podem sofrer para produzir ácidos carboxílicos?
 - a) Redução b) Halogenação c) Oxidação d) Hidrogenação e) Esterificação
- 5- Marque a opção que fornece o nome do átomo do elemento químico presente no grupo funcional das aminas e que caracteriza essa função orgânica?
 - a) Cloro b) Oxigênio c) Carbono d) Nitrogênio e) Hidrogênio
- 6- As aminas são consideradas bases orgânicas devido a:
 - a) Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de cloro.
 - b) Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de carbono.
 - c) Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de nitrogênio.
 - d) Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de oxigênio.
 - e) Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de hidrogênio.
- 7- Marque a opção que fornece o nome da única substância que NÃO é um exemplo de proteína humana.
 - a) Queratina b) Hemoglobina c) Colágeno d) Quitina e) Miosina

8- Marque a classe de compostos orgânicos que apresentam características apolares.

- a) Lipídeo b) Carboidrato c) Proteínas d) Aminoácidos e) Nucleotídeos

9- A seguir está representada uma pirâmide alimentar simplificada, dividida nos grupos de alimentos: energéticos, extra energéticos, construtores, reguladores. Considerando os alimentos proteicos, marque a opção que fornece o número onde esse grupo alimentar deve aparecer na pirâmide.



- a) 1
b) 2
c) 3
d) 4

10- A classe dos aminoácidos apresenta um grupo que recebe a denominação de essenciais. A seguir são apresentadas algumas afirmações sobre esse grupo.

- I. serem de origem natural no organismo humano.
II. não serem sintetizados pelo organismo humano.
III. são obtidos apenas pela alimentação.
IV. são os formadores de ácidos nucleicos, como o DNA.

Marque a opção que fornece as informações corretas quanto a denominação “essenciais”:

- a) Apenas I. b) Apenas IV c) Apenas I e IV. d) Apenas II e III.

11- Questão discursiva: Escreva o que você sabe sobre os seguintes assuntos:

- a) relação pecuária e meio ambiente.
b) relação ciência-tecnologia com produção de alimento.

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

O Socrative, é um aplicativo que permite a elaboração de questionário, podendo ser útil para uma atividade desse tipo, otimizando o tempo do docente (Oliveira; Amaral, 2018) além disso pode dinamizar a interação professor-aluno, especialmente quando o professor utiliza de forma sistemática em suas aulas para acompanhar a compreensão do estudante sobre o que está sendo desenvolvido em sala de aula (Sousa; Paula; Silva, 2022).

Como comenta Soares (2016, p. 2) “o educador pode ser um grande precursor da utilização do smartphone como ferramenta pedagógica para o ensino, utilizando os mais novos aplicativos para o enriquecimento e dinamização dos conteúdos”.

Para a utilização do Socrative não foi necessária uma explicação sobre acesso e funções, uma vez que o professor-pesquisador utiliza esta ferramenta com frequência e os estudantes já a conheciam bem. Após a aplicação do pré-teste, enquanto ainda havia tempo até o final do encontro, o professor-pesquisador iniciou uma série de questionamentos sobre escolha e consumo de alimentos. Uma grande parcela dos estudantes frequenta academia e/ou pratica atividades físicas regularmente, o que levou a respostas que demonstravam conhecimento e preocupação no sentido de construir um hábito saudável de alimentação.

“Treino pesado várias vezes por semana e sei que preciso colocar as proteínas na alimentação” (E2).

“Estou em um processo de mudança pra uma alimentação mais saudável e, por isso, tenho buscado comer mais proteínas e menos carboidratos” (E7).

Quando questionados pelo professor-pesquisador se eles haviam cogitado a possibilidade de substituir o consumo de proteína de origem animal por vegetal, as respostas foram menos consistentes, pois os alunos não recordavam de ter provado algum tipo de proteína vegetal, além daquelas comuns, como feijão e lentilha. E1 relatou que havia ouvido falar em carne de soja, mas que nunca provou; já E12 disse: *“Nunca pensei sobre isso. Se forem boas e eu gostar, posso pensar em substituir algumas vezes, mas carne é carne, né profe”*. Após a realização desse passo da UEPS, o próximo sugerido é trazer uma situação problema (Moreira, 2011), a qual é apresentada a seguir.

5.2 Situação problema

Neste item, o professor iniciou o debate sobre a importância das proteínas na dieta humana, alavancando uma discussão sobre o consumo de carne versus sua produção a nível nacional e mundial, assim como suas interferências no meio ambiente, na perspectiva de inserir discussões que remetiam ao enfoque CTSA. Para tanto, foram elaborados, a partir de notícias veiculadas nas mídias, microtextos (QUADRO 8) para cada tópico, os quais foram impressos, entregues para os estudantes e lidos, integralmente, por eles em sala de aula. A ideia foi trazer a problematização para a sala de aula de modo a permitir que os estudantes externalizassem o que conhecem, ou suas opiniões acerca dos assuntos tratados nas notícias.

Quadro 8 - Trechos de notícias para discussão em sala de aula

- | |
|--|
| <p>1- Desmatamento: a demanda por carne tem sido um importante fator no desmatamento de grandes áreas de florestas principalmente na Amazônia a expansão da pastagem e da produção de ração animal têm destruído ecossistemas importantes reduzindo a biodiversidade e liberando grandes quantidades de seu a CO₂ na atmosfera.</p> <p>2- Emissões de gases de efeito estufa: a maioria das emissões de gases de efeito estufa no mundo é causada pela indústria pecuária a produção de carne produz grandes quantidades de metano um gás que tem um potencial muito maior que o dióxido de carbono para aquecer o planeta além disso a criação de animais para o consumo e o desmatamento contribuem para a liberação de CO₂.</p> <p>3- Consumo e poluição da água: a produção de carne requer muita água, principalmente em regiões de baixo índice pluviométrico, tanto para irrigar os cultivos de alimentação para o gado quanto para o consumo de água pelos próprios animais. A pecuária também está relacionada à poluição de rios e aquíferos por resíduos de animais, como fezes e produtos químicos utilizados na produção animal (fertilizantes e pesticidas para a produção de ração; medicamentos para tratamento do animal).</p> <p>4- Perda de biodiversidade: a perda de habitat e a diminuição de biodiversidade têm sido causadas pela expansão das áreas de pastagem e a conversão de ecossistemas naturais em terras agrícolas para a produção de</p> |
|--|

carne com isso os habitats naturais de muitas espécies estão ameaçados ou em perigo de extinção.

5- Hábitos alimentares: Devido ao impacto que o consumo de carne traz ao meio ambiente, e considerando que ele vem aumentando à medida que a população mundial cresce, uma das recomendações do Painel Intergovernamental contra Mudanças Climáticas da ONU é a mudança de hábitos alimentares da população mundial, adotando dietas saudáveis, balanceada e sustentáveis. Por grama de proteína, a carne vermelha resulta em oito vezes mais gases nocivos jogados ao ambiente que o frango, e 25 vezes a do tofu. Trocar um quinto de nosso consumo de carne por outra fonte de proteínas, reduziria dramaticamente o desmatamento.

Referências:

DIAS, Nilson. **Por que comer menos carne é ecologicamente correto.** 2021. Disponível em: <https://pindorama.org.br/alimentacao-saudavel/por-que-comer-menos-carne-e-ecologicamente-correto/>

GIBBENS, Sarah. **Consumo de carne traz consequências ‘desastrosas’ para o planeta, indica relatório.** 2019. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/01/consumo-de-carne-vermelha-vegano-veganismo-consequencias-desastrosas-planeta>

REYNOLDS, Matt. **Não é preciso desistir da carne para ajudar o planeta - basta comer menos.** 2022. Disponível em: <https://gq.globo.com/um-so-planeta/noticia/2022/05/nao-e-preciso-desistir-da-carne-para-ajudar-o-planeta-basta-comer-menos.html>.

RUETER, Gero; DAMASCENO, Marcio. **Demanda global por carne impulsiona desmatamento no Brasil.** 2021. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/demanda-global-por-carne-impulsiona-desmatamento-no-brasil-diz-relat%C3%B3rio/a-56147225>.

Fonte: Autor, 2023, adaptado.

Sabe-se que a leitura pode aproximar o estudante do conhecimento científico, trazendo gêneros textuais diferentes do livro didático, ampliando seu vocabulário científico, além de possibilitar trabalhar conceitos científicos (Silva; Souza; Fireman, 2019) que estão imersos em assuntos da contemporaneidade. Sendo assim, nas aulas destinadas ao segundo passo da UEPS, o professor-pesquisador disponibilizou os trechos de notícias impressos em folhas individuais. Foi solicitado que os estudantes fizessem a leitura atenta e crítica dos trechos que apontam para os efeitos da produção de carne no meio ambiente.

Como a TAS trata, também, da disposição do aluno em aprender, conforme escreve Moreira (2011), o professor-pesquisador pediu que eles comentassem suas impressões sobre os textos e sobre como ele instigou a reflexão sobre como as necessidades humanas impactam na disponibilidade de recursos naturais e na qualidade do ambiente em que vivemos. Durante a atividade, o professor-pesquisador anotou alguns questionamentos e comentários feitos pelos estudantes.

E3: "Vocês viram que a demanda por carne "tá" destruindo as florestas, principalmente na Amazônia? Será que não dá "pra" resolver isso de outra forma, tipo mudar a produção?"

E8: "A carne "tá" sendo responsável pela maior parte das emissões de gases de efeito estufa, principalmente por soltar muito metano. Será que não podiam diminuir a criação de animais "pra" consumo?"

E9: "A produção de carne usa muita água, tanto "pra" irrigar as plantas que alimentam o gado quanto "pro" próprio gado beber. E "tá" poluindo os rios com resíduos dos animais. Como a gente pode ajudar a diminuir isso?"

E12: "A pecuária "tá" causando a perda de biodiversidade, destruindo habitats e ameaçando várias espécies. Será que não podiam pensar em uma forma de produção que não prejudicasse tanto assim?"

E15: "Falaram que mudar nossos hábitos alimentares ajuda o meio ambiente. Trocar um pouco da carne por outras fontes de proteína, tipo tofu. Será que não vale a pena tentar essa parada de dietas mais sustentáveis e tal?"

Como se pode verificar, os textos levaram a uma reflexão sobre as questões ambientais acarretadas pelo consumo de carne, muitas delas os estudantes não sabiam. Após a leitura desses trechos, o professor-pesquisador abriu uma roda de conversa para que os estudantes expusessem suas opiniões e questionamentos sobre os itens tratados nos textos. A seguir, para ampliar as questões discutidas e adentrar nas alternativas que a ciência tem se debruçado para mitigar os problemas levantados, foi solicitado aos estudantes que assistissem ao vídeo O FUTURO DA CARNE (FIGURA 5a), episódio 3 da 2ª temporada da série "Explicando", disponível na Netflix, acessando o link por meio do QR Code da Figura 5b.

Figura 5 - Imagem do episódio O Futuro da Carne da série "Explicando" da Netflix



Fonte: <https://unaspp.br/blog/explicando-serie-na-netflix/>

Este documentário retrata, não só os efeitos da produção de carne no meio ambiente, mas a dependência da carne vermelha por parte da sociedade. Em um certo ponto do vídeo, são feitos testes de palatabilidade em hambúrgueres comuns e produzidos a partir de fontes vegetais. Eles são servidos a crianças que devem dizer suas impressões sobre aspecto, aroma e sabor dos hambúrgueres, identificando qual é o mais saboroso. Quando descobrem que o hambúrguer escolhido como mais saboroso não é feito de carne, mas de vegetais, uma das

crianças afirma que mesmo assim, não trocaria aquele feito de carne por outro mais sustentável.

Aqui, o professor-pesquisador observou o espanto de diversos estudantes ao ver que, mesmo quando as crianças provavam um hambúrguer vegetal saboroso e que poderia substituir, escolhiam o feito de carne vermelha, pois foram educadas para adotar a carne vermelha como principal fonte de proteína. Os estudantes, conversando entre si, concordaram que não faz sentido deixar de escolher uma fonte de proteína completa, saborosa e de produção sustentável somente por saber que não é carne bovina, como no caso hambúrguer, uma vez que isso pode contribuir positivamente com a manutenção do meio-ambiente. Nesse sentido, sabe-se que diversos fatores influenciam no comportamento do consumidor, dentre eles estão a cultura, a idade, o grau de instrução, entre outros (Secco; Oliveira; Amorin, 2014; Corrêa; Barcellos, 2019), o que remete a necessidade de uma educação para o consumo de modo a auxiliar na mudança de hábitos alimentares.

Quando os estudantes foram questionados sobre a importância da ciência e tecnologia utilizadas na produção de alimentos e se já haviam pensado em todos os fatores ambientais envolvidos na produção de carne, os estudantes, na totalidade daqueles que responderam, disseram que só relacionavam os termos mencionados quando da produção de alimentos industrializados, repletos de conservantes, corante e acidulantes, mas nunca na criação de animais para produção de carne.

Nesse contexto, a atividade se alinhou aos pressupostos da abordagem CTSA, auxiliando o professor a inserir aspectos ambientais impactados pelos outros parâmetros, ou seja, científicos, tecnológicos e sociais para promover uma reflexão crítica dos estudantes (Niezer, 2016; Fernandes; Pires; Delgado-Iglesias, 2018) e até a “apresentá-los” a questões das quais não tinha conhecimento.

Os estudantes também relataram que o vídeo “mexeu” com eles e que as informações disponibilizadas, os preocupou, pois, com a “população crescendo em nível mundial, não há como produzir tanta carne sem graves consequências ao meio-ambiente”. **E16** comentou que, na sua opinião, “*A humanidade precisará decidir se destruirá a natureza para produzir carne suficiente ou se haverá fome*”.

O professor-pesquisador aproveitou o momento e as linhas dos questionamentos e comentários para frisar a importância da ciência e da tecnologia nas linhas de pesquisa para produção de alimentos de qualidade, que supram as necessidades dos seres humanos, mas que sejam produzidos sem consumir tantos recursos naturais quanto os métodos tradicionais. Diante das observações, **E17** relatou sua preocupação com o bem-estar dos animais, pois, sob

a sua ótica: “Os animais têm sentimentos, sentem dor, medo, ansiedade e precisamos nos preocupar com isso também”.

O professor-pesquisador reitera que a utilização de vídeo como ferramenta didática, apresenta a potencialidade de atuar “como um partícipe na produção de conhecimento”, permitindo trabalhar a contextualização do que se pretende abordar (Souza; Oliveira, 2021, p.245). É reconhecido que a aprendizagem multimídia é um foco crucial, com diversos autores debatendo o uso eficaz do vídeo para melhorar a aprendizagem e seu impacto direto no engajamento para o processo educativo (Moraes; Piovesan; Irala, 2022).

5.3 Aprofundando conhecimentos (Exposição dialogada)

Tendo como base os resultados do pré-teste, o professor-pesquisador observou a necessidade de fazer uma revisão sobre conceitos químicos básicos, como estrutura do átomo, cargas elétricas e interações intermoleculares antes de aprofundar o conhecimento, uma vez que o entendimento sobre estes conteúdos constitui pré-requisito para a compreensão das proteínas.

Após a conclusão da revisão, foi iniciado o aprofundamento de conhecimento, abordando o estudo das proteínas a partir da relação entre os grupos funcionais e interações intermoleculares. Ou seja, abordar conceitos como aminoácidos; estruturas primária, secundária e terciária; função no organismo, bem como os processos de desnaturação. Este passo foi dividido em dois momentos:

- Momento 1. Abordagem do conteúdo de Química;
- Momento 2. Produção de tofu.

Para o Momento 1, foi disponibilizado, aos estudantes, material didático cuja função é explorar as proteínas enquanto moléculas. Assim, foram trabalhados os conceitos de formação das proteínas (aminoácidos e ligação peptídica), níveis estruturais, ponto isoelétrico, íon zwitterion e desnaturação das proteínas.

5.3.1 Abordagem do conteúdo de Química

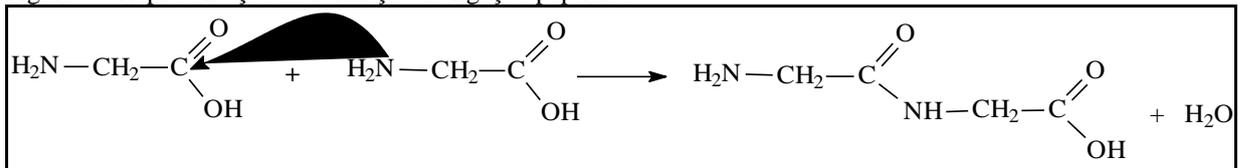
No início da aula, destinada ao aprofundamento sobre proteínas, o professor pesquisador pediu aos estudantes que falassem sobre os grupos funcionais presentes nas proteínas. **E5** mencionou que: “*Aminas tem nitrogênio e o ácidos carboxílicos possuem uma carbonila ligada numa hidroxila*”. Foi questionado, ainda, aos estudantes se a estrutura dos

grupos funcionais citados estava clara e estes afirmaram que sim. **E14** respondeu que: “*Essa parte é bem de boa, professor*”.

Na sequência, o professor pesquisador mostrou imagens das estruturas de diversos aminoácidos e perguntou sobre o que os estudantes observavam ser iguais em todas as estruturas. **E17** levantou a mão e falou que: “*Todos os aminoácidos têm amina e ácido carboxílico*”.

Após isso, o professor pesquisador projetou a imagem de dois aminoácidos ligados através de ligação peptídica (FIGURA 6) e explicou esse tipo de ligação que ocorre pela interação do grupo amina de um aminoácido com o grupo carboxila do outro aminoácido, dando origem a uma nova função orgânica, a amida e, simultaneamente, eliminando uma molécula de água. Neste momento, **E11** comentou que o professor de Biologia havia revisado as ligações peptídicas na semana anterior, o que facilitou o entendimento, segundo ele, da: “*Relação entre Química e Biologia*”. É importante lembrar que a TAS destaca que o estudante deve acionar os subsunçores adequados para que a aprendizagem significativa possa ocorrer (Moreira, 2014), nesse caso, se verificou que o estudante conseguiu relacionar com o subsunçor apropriado e elaborado em outro componente curricular o que auxilia, agora, na ampliação do mesmo à medida que se insere a diferenciação progressiva que o pesquisador está trabalhando.

Figura 6 - Representação da formação da ligação peptídica



Fonte: Autor, 2024.

Para facilitar a compreensão dessa sequência de ligações peptídicas que leva à formação das proteínas, foi entregue aos estudantes uma caixa de clips para papel com diversos tamanhos e solicitado que unissem os clips em sequência. O professor pesquisador pediu para que os estudantes imaginassem cada clipe como sendo um aminoácido e quando dois clips eram unidos, ali haveria uma ligação peptídica. **E16** afirmou: “*Entendi onde o professor quer chegar*”.

Assim, o professor-pesquisador informou que, quando houvesse dezenas de clips juntos em uma longa estrutura, os estudantes poderiam entender que ali haveria a representação de uma proteína em que cada clipe representa um dos vinte aminoácidos

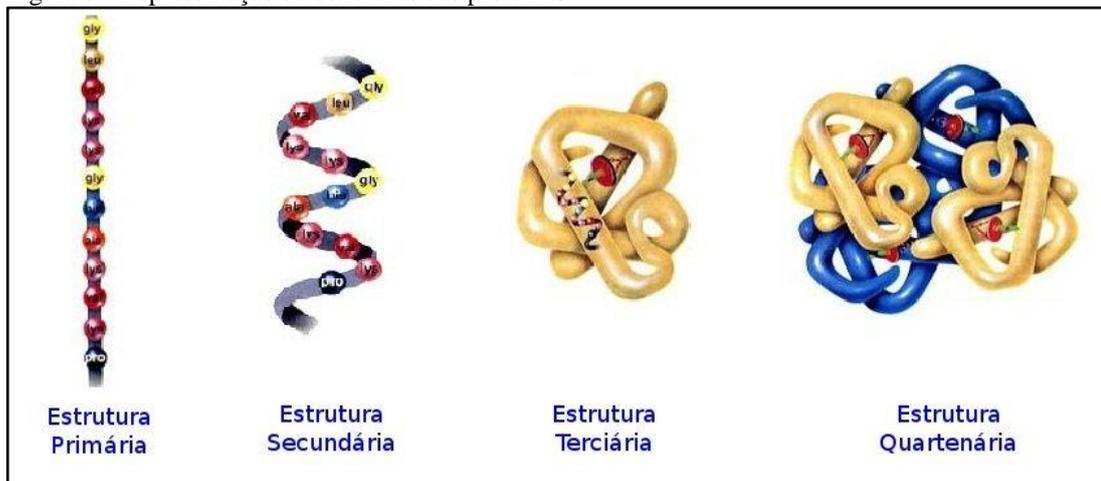
existentes. O uso de analogias no ensino de Ciências auxilia o estudante fazer a “transição de conceitos abstratos para o concreto” (Guimarães; Ribeiro, 2021, p. 3), o que adquire importância na Química, pois trata de muitos conceitos abstratos.

Para continuar a diferenciação progressiva, o professor-pesquisador pediu aos estudantes que revissem as anotações sobre as interações intermoleculares, conteúdo este de primeira série do Ensino Médio, revisado anteriormente, pois o entendimento sobre as interações intermoleculares, além de fornecer alicerce para as propriedades das substâncias, é necessário para compreender sobre as estruturas das proteínas.

Quando todos os clips foram unidos o professor-pesquisador pediu que os estudantes segurassem a sequência estendida e questionou: “*será que essa sequência fica exclusivamente em linha reta ou pode dobrar sobre si mesma?*”, sendo que **E1** respondeu: “*Esses cliques dobram, mas não sei se isso também acontece com moléculas*”.

O professor-pesquisador mostrou uma imagem que continha as quatro estruturas das proteínas (FIGURA 7) explicando que, assim como os cliques, os aminoácidos que formam uma proteína também dobram sobre outros aminoácidos e que esta dobra é única em cada proteína pois: “*a sequência de aminoácidos é determinada pelo DNA, por isso a clara de todos os ovos é igual, a carne da picanha é sempre igual, etc.*”.

Figura 7 - Representação de estruturas das proteínas



Fonte: https://www.researchgate.net/figure/figura-220-Quatro-tipos-de-representacao-das-Estruturas-das-Proteinas_fig3_236962813.

Na sequência, **E11** perguntou se: “*Todas as dobras dos aminoácidos são sempre iguais*”. **E4** respondeu: “*Acho que sim pois se o DNA é que diz qual a sequência de aminoácidos, então os aminoácidos dobram sempre do mesmo jeito*”. O professor pesquisador aproveitou o diálogo para explicar que: “*Essa forma nativa, ou seja, natural das*

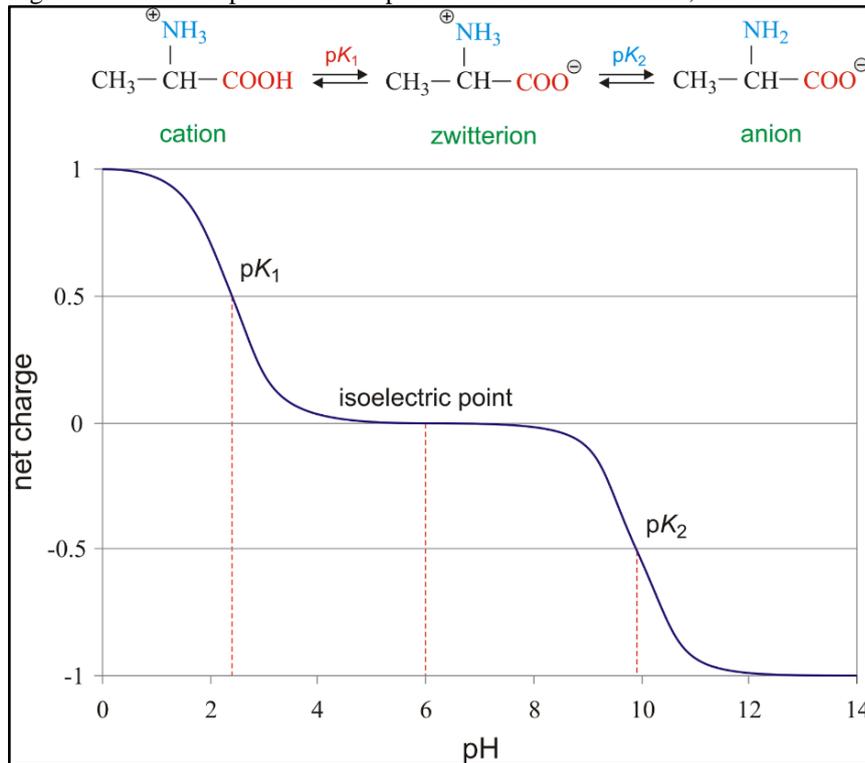
proteínas pode sofrer a alteração. Quando isso ocorre, dizemos que a proteína sofreu desnaturação, ou seja, deixou de ter a forma natural, original". Então, **E9** perguntou: “*e como a gente faz para desnaturar uma proteína? Dá para desnaturar todas as proteínas?*” **E16** respondeu “*aposto que dá*”.

O professor-pesquisador respondeu que a desnaturação ocorre de diversas formas como aumento de temperatura, variação de pH, solventes químicos e força mecânica, dando exemplos de cada um. Neste ponto o professor-pesquisador questionou se os estudantes entendiam sobre o pH e sua importância no corpo humano. O estudante **E3** mencionou já ter ouvido falar sobre o cuidado que as mulheres devem ter ao lavar a região íntima com sabonetes sólidos, pois poderia alterar o pH da região e causar doenças fúngicas e bacterianas. Já **E8** citou o pH do estômago que é ácido e “*a gente sente a acidez quando dá azia*”.

O professor pesquisador aproveitou a participação efetiva dos alunos e questionou a turma se algum deles tinha irmão pequeno. **E15** respondeu que cuidava da sobrinha de 7 meses. Então o professor pesquisador perguntou à estudante o que acontecia quando a sobrinha regurgitava após mamar. **E15** respondeu que o leite “*voltava coalhado*”. Essa estratégia de questionar os estudantes ao longo da abordagem, e com uma turma participativa, favorece que o estudante reflita e resgate em sua estrutura cognitiva questões correlatas, que podem fazer parte da vivência, fazendo a contextualização emergir, sendo que esta é um parâmetro importante na CTS. Além disso, permite ao professor enriquecer o tratamento dos conceitos.

Após essa discussão, aos estudantes, foi mostrada a imagem de um gráfico que representa o ponto isoelétrico (FIGURA 8) de um aminoácido. O professor-pesquisador explicou que isoelétrico significa, de forma simples, eletricidade igual, ou seja, que o ponto isoelétrico é a condição de pH em que a quantidade de cargas elétricas, positivas e negativas, em um aminoácido é igual. Mencionou ainda que o íon que ocorre quando o ponto isoelétrico é atingido chama-se Zwitterion, a palavra que deriva do alemão *zwitter* o que significa “híbrido” ou “andrógino” e foi cunhado pelo químico alemão Johannes Nicolaus Brønsted, em 1920.

Figura 8 - Gráfico representando o ponto isoelétrico da Alanina, um aminoácido



Fonte: <https://mundodabioquimica.blogspot.com/2016/07/ponto-isoelétrico-aminoácidos-e.html>.

Aqui o professor-pesquisador observou que os estudantes ficaram em silêncio, indicando dificuldade para compreender o conceito, uma vez que demonstraram, no pré-teste, possuir dificuldade na compreensão do que é um íon e como ocorrem as cargas elétricas, conceitos trabalhados no 1º ano do Ensino Médio. O professor considera importante resgatar conceitos trabalhados em anos anteriores pois, considerar que os alunos lembram e continuar sem retomá-los pode prejudicar o entendimento dos novos conceitos. Por isso mesmo que o levantamento dos conhecimentos prévios é valorizado na TAS, sendo um parâmetro que Ausubel (2003) considera fundamental. Com isso o professor-pesquisador entendeu ser necessário pontuar que o íon H^+ é derivado do hidrogênio que perde o seu elétron e, portanto, fica positivo, tendendo a aderir em estruturas que possuem cargas opostas ou que possuem “elétrons sobrando, como é o caso do nitrogênio presente nas aminas”. Os estudantes fizeram os seguintes questionamentos:

“os opostos se atraem de verdade então” (E9, com um sorriso).

“Acho que entendi então. O mais (+) do hidrogênio gruda no elétron do nitrogênio e fica estável” (E17).

“e o H^+ deixou o elétron lá naquele Oxigênio que está negativo” (E5).

“essa situação em que os mais e os menos estão iguais, com a mesma quantidade. Ai se você tira H^+ ou põe H^+ desequilibra. Entendi, mas poderiam ter colocado um nome mais fácil” (E17, comentando sobre o ponto isoelétrico).

Após esse trabalho inicial, os estudantes deram início ao Momento 2, descrito no item a seguir, no laboratório de Ciências da escola, devidamente orientados sobre segurança no manuseio de itens de cozinha e vestidos com EPI (Equipamento de Proteção Individual) para a produção de tofu. Ele é um dos produtos da soja e, neste caso, é obtido do extrato de soja pela adição de sais ou ácidos para a precipitação das proteínas, resultando em um gel com textura lisa, macia e elástica (Ciabotti *et al.*, 2009). Com isso, o professor pode dar continuidade aos conceitos, mas agora usando a estratégia de uma atividade prática, tão importante dentro da área de Química.

5.3.2 Produção do tofu - Atividade experimental

A relevância da experimentação no ensino de Ciências está firmemente estabelecida como uma estratégia que facilita a aprendizagem do estudante (Bassoli, 2014) em especial no ensino de Química (Giordan, 1999; Kundlatsch; Agostini; Rodrigues, 2018). Essa abordagem busca promover uma interação mais intensa entre aluno e professor, assim como entre aluno e o conteúdo a ser abordado (Andrade; Massabni, 2011; Silva; Machado; Tunes, 2013).

Em sua dimensão cognitiva, a experimentação pode desempenhar o papel de organizador prévio, agindo como uma ponte entre as concepções prévias do estudante e o novo conhecimento, estimulando a intencionalidade para a aprendizagem significativa (Moreira, 2012).

A escassez de práticas experimentais no ensino de Ciências da natureza pode ser atribuída a diversos fatores, incluindo limitações de recursos, falta de preparação pedagógica dos professores ou concepções tradicionais de ensino. Nesse contexto, estudos como os de Silva e Zanon (2000) fornecem *insights* preciosos sobre as barreiras percebidas pelos educadores e os obstáculos que podem impactar a adoção da experimentação. A compreensão desses desafios pode ser enriquecida por meio de abordagens teóricas que exploram a formação de professores, teorias de aprendizagem e modelos instrucionais oferecendo subsídios para desenvolver estratégias eficazes de incorporação da experimentação no ambiente educacional.

Apesar da sua relevância, a prática da experimentação nem sempre se configura como uma rotina no contexto do trabalho docente, contatação que o professor-pesquisador observa na sua escola. Conforme destaca Zanon e Silva (2000), essa constatação destaca a necessidade

de explorar e compreender os desafios que os professores enfrentam a incorporar a experimentação em suas práticas pedagógicas.

Deve-se ressaltar que a atribuição de atividades experimentais como motivadoras ou capazes de aumentar a participação do estudante, conforme destacado por Galiuzzi (2004), pode ser considerada uma abordagem simplista quando o professor prioriza esse critério em detrimento do efetivo desenvolvimento conceitual e compreensão de significados. Como destacado por Santos e Menezes (2020, p. 182) “A experimentação deve contribuir para a compreensão de conceitos químicos, tanto por meio do manuseio e transformações de substâncias, quanto na atividade teórica, ao explicar os fenômenos ocorridos”.

Diante disso, o professor pesquisador concluiu ser de suma importância adicionar uma atividade experimental a esta sequência didática. Para tanto, propôs a produção de tofu a partir do extrato de soja retirado diretamente do grão. Reitera-se aqui que a escolha desta atividade se deveu, principalmente, à região onde o professor-pesquisador reside, uma vez que o município de Campos Novos, no estado de Santa Catarina, é importante produtor de soja a nível estadual e nacional. É importante afirmar que a mesma UEPS poderia se desenvolver em qualquer região do país, apenas substituindo o extrato de soja, retirado do grão, pelo encontrado em supermercados ou, até mesmo, pelo leite de vaca uma vez que estes produtos possuem elevadas quantidades de proteína.

A importância da inclusão de atividades experimentais dentro da prática pedagógica, a fim de ampliar o engajamento dos estudantes, se mostrou desde o primeiro momento em que os estudantes conheceram as etapas desta sequência didática. O professor identificou a ansiedade deles pela chegada da atividade experimental e, como não poderia deixar de ser, curiosidade para experimentar tofu.

Já no laboratório, o professor fez uma breve explicação sobre a importância da soja na alimentação, sobretudo na culinária asiática, bem como sua relação com a dieta vegetariana e vegana, demonstrando dados nutricionais da soja (FIGURA 9) e do tofu (FIGURA 10), pontuando os valores de proteína, em especial. Na sequência, foi pedido que os estudantes fizessem a leitura da receita de tofu (ANEXO D) a fim de dirimir quaisquer dúvidas iniciais sobre sua produção.

Figura 9 - Dados nutricionais do grão de soja

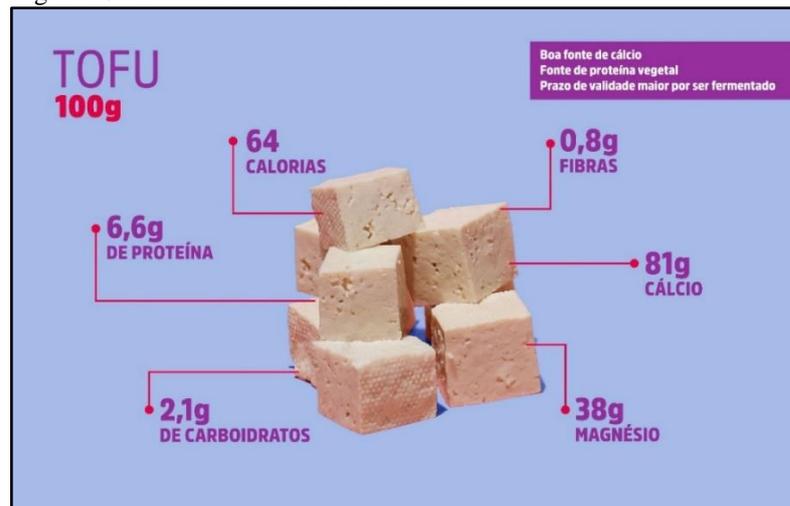
Informação Nutricional		
Porção de 100g (1 Porção)		
Quantidade por porção		% VD (*)
Valor Energético	83 kcal = 349 kj	3 %
Carboidratos	8g	3%
Proteínas	6g	8 %
Gorduras totais	3 g	6 %
Gorduras saturadas	1g	0%
Gorduras trans	0 g	**
Fibra Alimentar	3g	14%
Sódio	72mg	3%

* % Valores Diários com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kj. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.

** Valor Diário não estabelecido

Fonte: Rápido light. Disponível em: <https://rapidolight.com.br/wp-content/uploads/2015/06/Soja-moida.jpg>

Figura 10 - Dados nutricionais sobre o tofu



Fonte: <https://www.livup.com.br/ingredientes/tofu>.

Após a leitura e explicação, os estudantes foram divididos em 5 grupos que deveriam realizar as etapas, independentes e em sequência. Cada grupo deveria, ao final da sua respectiva etapa, limpar o ambiente e os utensílios utilizados, o que produziu um ambiente organizado, uma vez que o laboratório em que a atividade experimental foi realizada estava praticamente vazio, apenas com duas bancadas e uma pia. Como a turma pertence a terceira série do Ensino Médio, estando juntos por mais de dois anos, os estudantes demonstraram grande proximidade, auxiliando uns aos outros, delegando funções e mantendo a organização do espaço e dos utensílios.

A atividade proposta contou com a participação efetiva dos estudantes durante as duas horas de duração, colocando o professor-pesquisador na função de orientador. Desta forma, foi possível observar, com mais atenção, o desenvolvimento da atividade e, conseqüentemente, um acompanhamento mais próximo dos estudantes, questionando e instigando a curiosidade e a observação, pois, segundo Santos e Menezes (2020), é preciso instigar a vontade de aprender, problematizando conceitos para que os estudantes busquem a respostas para o entendimento.

Ao final do processo, ocorreu a sobra do material sólido da soja, não utilizado no tofu. Este subproduto é chamado de “*okara*” ou “casca de soja” (Bowles; Demiate, 2006). Essa parte contém fibras, proteínas e outros nutrientes e pode ser aproveitada de diversas formas (QUADRO 6). Coube ao professor discutir com os estudantes qual a forma que melhor podem destinar o *okara*, que pode foi acondicionado em freezer até o final do encontro. O professor disponibilizou possibilidades de uso desse resíduo (APÊNDICE B).

Ao final do processo, o professor, junto dos estudantes, delimitou um tempo do encontro para fazer a degustação do tofu na forma de ricota de soja, uma vez que é simples e basta triturar os cubos com garfo e passar sobre torradas adquiridas previamente.

Alguns questionamentos feitos pelo professor e as respectivas respostas fornecidas pelos estudantes estão descritas a seguir:

“Após triturada a soja com água, por que extraímos a proteína da parte líquida e não da sólida?”

E7 “A gente tira a proteína da parte líquida porque ela se dissolve na água quando a gente tritura a soja”.

“Qual a função do coagulante no extrato de soja?”

E11 “O coagulante ajuda a juntar as proteínas e formar pedaços sólidos, como se fosse coalhada”.

“O que acontece com o ponto isoelétrico após a adição do coagulante?”

E2 “Depois de colocar o coagulante, o ponto isoelétrico das proteínas muda, fazendo elas se juntarem e formarem pedaços sólidos”.

“Por que a proteína se separa da água quando coagula?”

E11 “A proteína se separa da água porque, quando ela coagula, fica mais pesada e forma pedaços sólidos que afundam”.

Durante toda a atividade experimental, o professor-pesquisador fez a mediação entre a prática, que estava sendo realizada, e os conceitos teóricos abordados anteriormente, tendo a cautela de não fornecer ou induzir respostas. Os estudantes puderam tecer comentários e produzir teorias sobre a atividade e os fenômenos observados com seus colegas. Foi possível observar que os estudantes estavam relacionando com o que foi trabalhado teoricamente, alguns utilizando os termos científicos mais corretamente.

Ausubel (2003) comenta, e Moreira destaca (2011), que o conhecimento novo a ser aprendido deve se relacionar com um aspecto relevante da estrutura cognitiva do estudante, e

de forma substantiva e não arbitrária. Nesse caso, foi possível identificar que os estudantes estavam fazendo uma relação substantiva dos conceitos, já trabalhados teoricamente, com a nova situação trazida pelo professor (atividade experimental), ou seja, fazendo a transposição desse conhecimento. Esse processo, que Moreira (2014) traduz como àquele que não se dá ao pé da letra, já fornece indícios de aprendizagem significativa.

Comentando ainda sobre a atividade, foi possível acompanhar a animação e a empolgação ao realizar a produção do tofu. O professor pesquisador observou que a atividade experimental e a troca de conhecimentos culinários e experiências pessoais, durante todo o tempo, produziu uma memória afetiva nos estudantes. O estudante **E11** mencionou, enquanto fazia a análise sensorial do tofu produzido (FIGURA 11): “*Melhor aula da vida*”,

Figura 11 - Imagem do Tofu produzido



Fonte: Autor, 2023.

Durante a atividade experimental, enquanto os estudantes realizavam a análise sensorial do tofu, o professor-pesquisador observou um misto de opiniões, desde aqueles que detestaram o sabor, até aqueles que comeriam com frequência. Os estudantes foram questionados sobre a possibilidade de substituir definitivamente a fonte animal de proteínas por uma fonte vegetal, a exemplo do tofu. Nenhuma resposta positiva foi observada, o que o professor justificou refletindo que a alimentação de fontes exclusivamente vegetais não faz parte da nossa história evolutiva e do cotidiano. Fundamentando essa justificativa, Recine e Radaelli (s.d., p.4), em seu texto sobre alimentação e cultura comentam que, historicamente, “o homem teria começado a se alimentar de frutos e raízes após observar o comportamento de

outros animais. Depois, teria passado a consumir carne crua e moluscos *in natura*. Mais tarde, aprendeu não se sabe como, a assar e cozinhar.” Entretanto, as autoras destacam que não há provas de que o homem pré-histórico tenha sido vegetariano.

Finalizado esse passo, o professor pode verificar que o engajamento e a motivação ficaram ainda evidentes, uma vez que, após o horário de aula, alguns estudantes enviaram mensagens ao professor-pesquisador para verificar a possibilidade de repetir o experimento em suas residências. Ao final da atividade, o resíduo sólido da soja, chamada *okara*, foi destinada ao setor que cuida da horta da escola para ser incluída no processo de compostagem.

5.4 Nova situação problema

Para aprofundar a discussão sobre uma alimentação baseada unicamente em vegetais, os estudantes fizeram a leitura de um texto que elenca as principais necessidades alimentares do ser humano. O professor-pesquisador forneceu QR Code para a leitura do Texto 1 (ANEXO E) “Como se manter saudável com uma dieta vegana”¹, da BBC News-Brasil, disponível, o qual foi lido integralmente e individualmente pelos estudantes que, na sequência e mediados pelo professor, formaram um círculo a fim de discutir suas percepções sobre o texto. Este momento teve a função de ampliar o entendimento sobre as diferenças entre proteínas que, embora contenham os mesmos aminoácidos, estes estão em quantidades diferenciadas e em ordens que possuem bioatividade e digestão diferenciadas, criando um momento de ainda de diferenciação progressiva, aliada a reconciliação integrativa, conforme cita Moreira (2020).

Sobre a inserção de leitura de textos na proposta aqui apresentada, se traz o comentário de Wenzel et al. (2018, p. 109), os quais colocam que há “a necessidade de práticas de ensino que possibilitem aos estudantes fazer uso da linguagem específica química em diferentes contextos por meio de diferentes gêneros discursivos.” Os autores ainda comentam que o professor deve mediar a atividade “uma vez que a linguagem química possui particularidades e características específicas e essas, muitas vezes, tornam-na estranha e de difícil compreensão para quem não é iniciado na área”.

Desse modo, o professor pesquisador visualizou a pertinência desse recurso para colocar o estudante na situação de ler outros tipos de textos e que tratam de assuntos

¹ Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37617223>.

contemporâneos que permitam discussões em sala de aula, alinhando-se aos pressupostos da CTS.

Assim, o texto selecionado pontua o que deve ser feito para compensar as diferenças entre as fontes de proteínas que os alimentos fornecem, sem incentivar algum tipo de alimentação. A discussão sobre ele pode se estabelecer entre os participantes, possibilitando ao professor identificar os argumentos que os estudantes têm/optam em seguir. Ao final, puderam realizar uma roda de conversa para discussão sobre a diferença entre as proteínas vegetais e animais.

Foi de suma importância, nesse momento, explorar as falas dos estudantes por meio de questionamentos que exigiram conhecimentos científicos específicos para respondê-las ou que, na sua ausência, permitissem que eles reconhecessem limitações no seu conhecimento, cabendo ao professor, elevar falas que estimulem a busca individual pelo conhecimento. Ainda, de acordo com Gómez (2015, p. 103):

[...] o objetivo principal da atividade escolar não será o mesmo que foi até agora, quando o aluno acumula a maior quantidade de dados ou informações na sua memória em curto prazo, para reproduzi-las fielmente em uma prova, mas, sim, que construa ideias, esboços, modelos e mapas mentais, e quando for possível, teorias contrastadas que lhe permitam pesquisar, selecionar e utilizar a quantidade infinita de dados acumulados nas redes de informação, para interpretar e intervir da melhor maneira possível na realidade.

O professor retomou o estudo sobre os aminoácidos, comentando suas estruturas químicas de modo que os estudantes identificassem os aminoácidos citados no texto, promovendo a reconciliação integrativa, ou seja, o processo em que o estudante identifica relações entre ideias/conceitos existentes e as recombina. Como citado no referencial teórico, é o um processo “que consiste em eliminar diferenças aparentes, resolver inconsistências, integrar significados, fazer superordenações” (Moreira, 2020, p. 6).

Quando questionados se haviam diferenças estruturais entre os dois tipos de proteínas ou discrepância na quantidade de aminoácidos essenciais, os seguintes comentários foram colocados:

“a estrutura é diferente, porque o DNA é diferente, mas entendi que as duas proteínas possuem todos os aminoácidos, só que em quantidades diferentes” (E11).

“não trocava carne por tofu, ainda mais se o tofu tem menos aminoácidos” (E7).

“se fizessem um aditivo com gosto de carne para colocar no tofu, eu até comeria, mas trocar totalmente é osso” (E14).

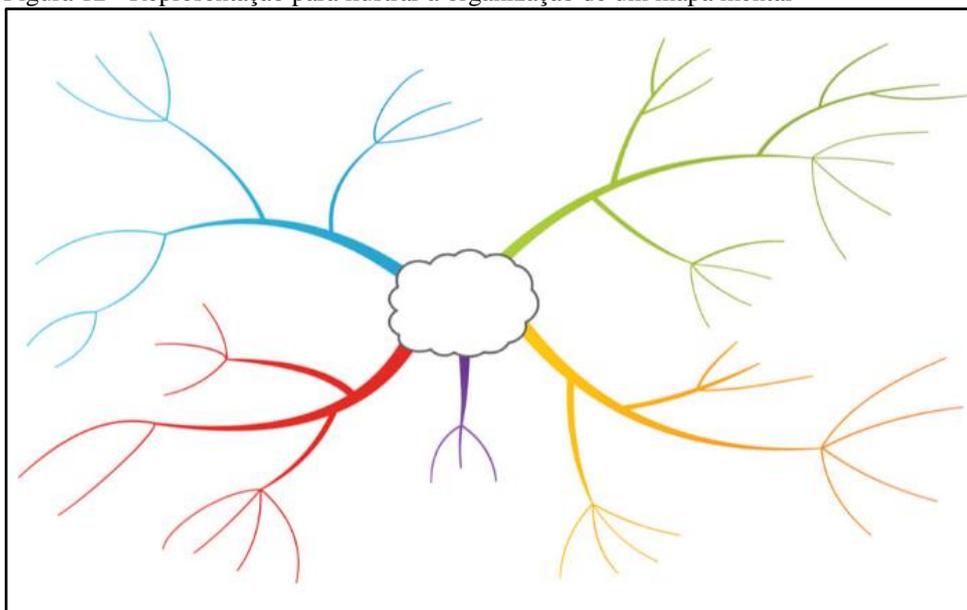
Para o professor pesquisador, ficou evidente que a grande maioria dos estudantes continuaria consumindo carnes, embora a ideia não fosse fazer com que eles tirassem a carne de sua alimentação. É importante ressaltar que este momento foi significativo para revisar alguns conceitos previamente aprendidos pelos estudantes durante o processo de reconciliação que, segundo Ausubel (2003), serve para dirimir dúvidas relacionadas a conceitos essenciais, estabelecer relações de modo a compreender o conteúdo que foi abordado.

5.5 Avaliação somativa individual

Os mapas mentais são ferramentas visuais que representam de forma organizada as informações, ideias e conceitos relacionados a um determinado tema (Kraisig; Braibante, 2017). Essas representações gráficas auxiliam na compreensão e síntese de informações, tornando-se valiosas no contexto do processo pedagógico.

Os mapas mentais também se apresentam como uma ferramenta gráfica como os mapas conceituais, porém diferem destes últimos por não apresentar as frases de conexão entre as caixas que trazem os conceitos/ideias. Ele apresenta uma estrutura de palavras-chave que se irradia, a partir a partir de uma palavra central, em ramificações, Figura 12, como uma teia (Marques, 2008). Ele comporta tanto palavras como desenhos, ícones, e cores diferentes, caso o aluno preferir, o que confere maior criatividade em expressar suas ideias.

Figura 12 - Representação para ilustrar a organização de um mapa mental



Fonte: <https://fia.com.br/blog/mapas-mentais-beneficios-como-construir-dicas-e-modelos/>

Reconhecendo isso, o professor pesquisador incorporou os mapas mentais à UEPS, aqui como ferramenta na etapa de Avaliação somativa individual, pelo seu potencial de organizar conceitos e facilitar a identificação das ideias centrais formuladas mentalmente pelos estudantes (Kraisig; Braibante, 2017).

Nesta aula, os estudantes tiveram a oportunidade de criar um mapa mental sobre os assuntos tratados ao longo da intervenção didática a fim de que o professor tivesse a oportunidade de verificar como organizam o conhecimento sobre as proteínas. Pois, o professor-pesquisador reconhece que o mapa mental se constitui em uma ferramenta pedagógica para sistematizar ideias (Buzan, 2009), fornecendo uma visão de hierarquia estabelecida pelo estudante, dependendo de como for elaborado.

Com o mapa mental o professor pôde identificar as associações que o estudante estabeleceu, quais os pontos que julgou relevantes e suas relações, tornando-se assim um instrumento avaliativo diferenciado (Kraisig; Braibante, 2017).

Assim, o professor-pesquisador orientou que os estudantes utilizassem a ferramenta digital baseada na internet, Creately² (FIGURA 13a), construída para diversas utilizações, possuindo uma função específica para criar mapas mentais. O professor disponibilizou o QR CODE que reproduz um vídeo que ensina como utilizar a plataforma (FIGURA 13b).

Figura 13 - Imagem representativa da plataforma Creately e o QR Code para acessar tutorial da plataforma



Fonte: (a) <https://creatly.com/pt/lp/software-online-de-organograma/>; (b) Autor, 2023.

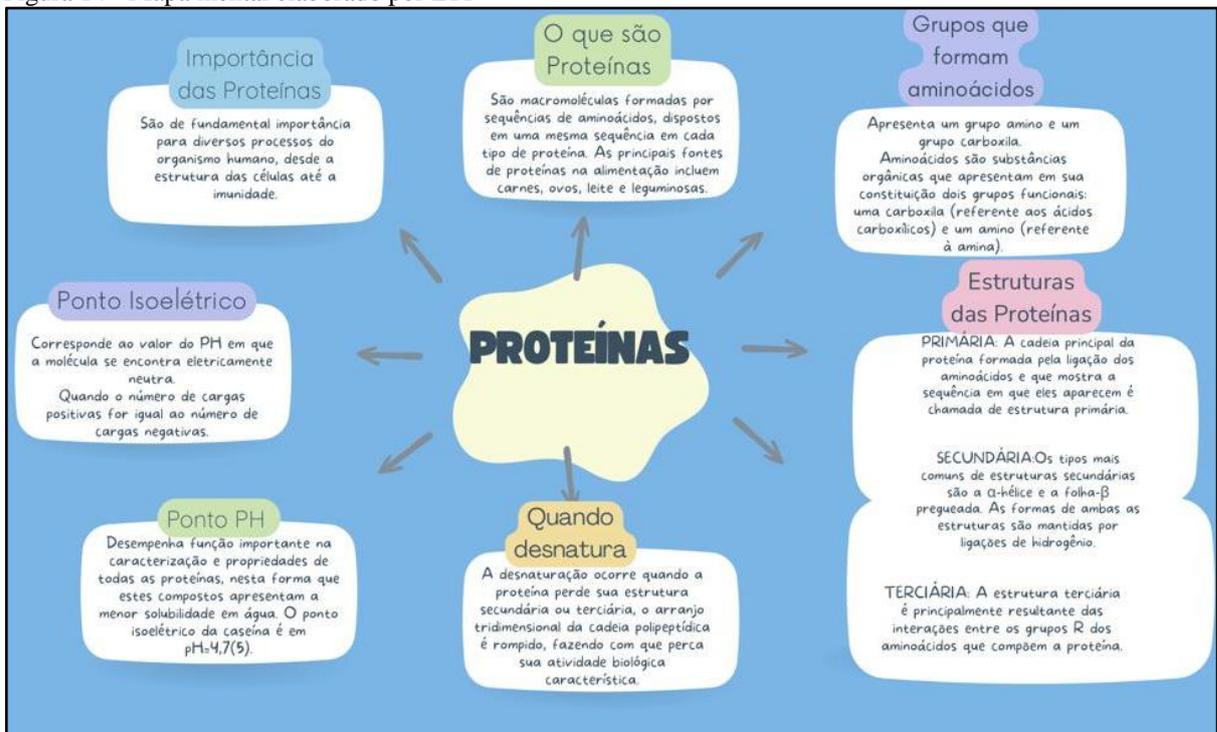
Todavia, sua utilização dessa ferramenta digital mostrou-se complexa para os estudantes que demonstraram dificuldade na criação dos mapas e, aqueles que concluíram a produção, não conseguiam salvar a imagem do mapa. Portanto o professor-pesquisador achou

² Tutorial disponível em: <http://bit.ly/3rLOUaa>.

por bem deixar que os próprios estudantes buscassem as plataformas que melhor atendessem às suas necessidades, sendo que a maioria produziu seus mapas através do Canva³.

Em todos os mapas mentais produzidos, o tema central foi proteínas, com diferenças na exploração dos conteúdos, entretanto, o professor-pesquisador considerou que nenhum foi classificado como SR (sem relação), seguindo a proposta de categoria de Kraisig e Braibante (2017). A Figura 14 ilustra um dos mapas construídos, o qual foi considerado com GR (grande relação) pois o aluno incorporou todos os itens tratados.

Figura 14 - Mapa mental elaborado por E11



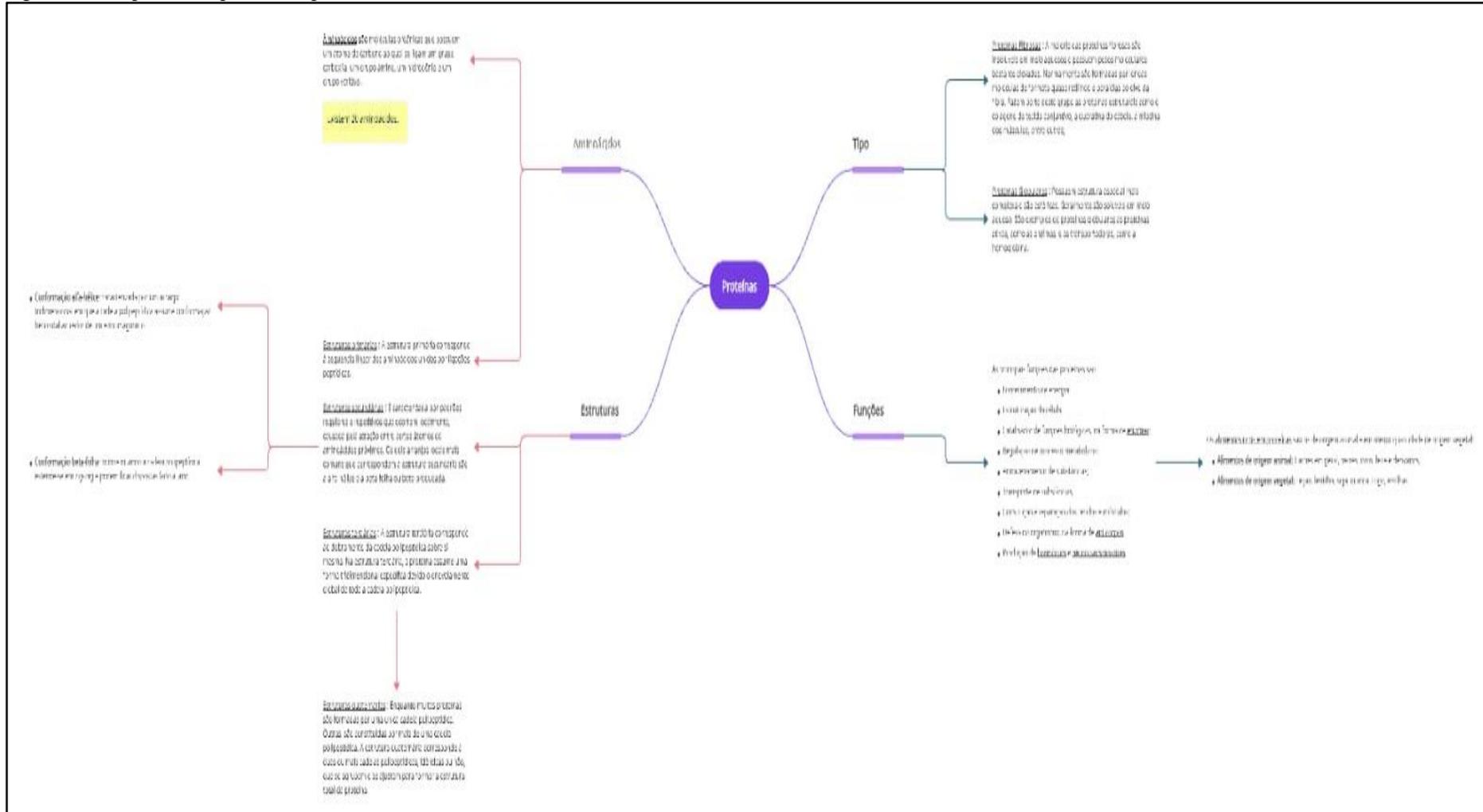
Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Importante destacar que os estudantes contaram com a possibilidade de pesquisar na internet, porém foi solicitado que buscassem produzir os mapas mentais somente com informações aprendidos durante as aulas.

Como a escolha sobre qual plataforma utilizar ficou a critério dos estudantes, houve uma grande variação de estilos. Alguns mapas ficaram grandes e com muitas informações, como de **E18** (FIGURA 15). Após o download do documento, baixa a qualidade fazendo com que ficassem praticamente ilegíveis, dificultando a visualização.

³ Disponível em: Canva: um Kit de Criação Visual para todo mundo.

Figura 15 - Mapa mental produzido por E18



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Entretanto, foi possível para o professor identificar os assuntos abordados dentro do tópico de proteínas, destacados pelos estudantes (QUADRO 9). Com estes o professor criou categorias de tópicos, de modo a verificar quais deles foram mais pontuados pelos estudantes.

E, também, estabeleceu que de 2 a 3 relações foram classificadas como PR e de 4 a 6 de GR. Com isso, 61% dos estudantes tiveram seus mapas classificados como PR e 39% como GR, ou seja, a maioria teve dificuldade em pontuar os itens trabalhados, as quais se relacionavam com a categoria central. É possível verificar que todos utilizaram o conceito de proteínas, como era esperado, já que era o tópico base da intervenção.

Quadro 9 - Categorias identificadas na análise dos assuntos abordados nos mapas mentais

Tópico abordado	Identificação dos estudantes	%
Proteínas	Todos	100,0
Grupos funcionais	E2, E7, E9, E10, E11	27,7
Ligação peptídica	E1, E11	11,1
Estruturas	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E9, E11, E12, E13, E14, E15, E16 E17, E18	94,4
Ponto isoelétrico	E1, E2, E7, E9, E11, E12, E13	38,9
Desnaturação	E1, E2, E7, E9, E10, E11, E12, E13	44,4

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Depois, o próximo tópico que apresentou mais menções (94,4%) foi sobre as estruturas das proteínas (1^a, 2^a, 3^a e 4^a), identificando o resultado positivo na revisão sobre interações intermoleculares que foi feita durante a aplicação do produto e, possivelmente, também, a atividade com os cliques em que puderam ver que as proteínas podem se enovelar. Reitera-se que, neste assunto, os estudantes apenas apresentaram a existência de quatro estruturas, não explicando cada uma delas, sem relatar a relação entre a mudança de pH e a alteração de estruturas.

O tópico de ligações peptídicas foi o que obteve o menor número de menções. A possível explicação pode ser a brevidade com que se trabalhou esse assunto, uma vez que os alunos mencionaram uma revisão por parte do professor de Biologia. Embora eles tenham feito relação com o que viram na Biologia, como comentado antes, não significa que tenham compreendido, assim, o professor-pesquisador deveria não ter tratado como já assimilado, então, pelos alunos.

Grupos funcionais presentes nos aminoácidos e proteínas foram mencionados nos mapas mentais de apenas 27,7% dos alunos. Tal valor pode ser explicado pela pouca relação feita entre as propriedades químicas e os grupos que caracterizam as funções orgânicas. Ficou evidente a dificuldade dos estudantes em relacionar conceitos de ácidos e bases às propriedades dos compostos, problema já identificado por Souza e Silva (2018). Aliás, um

dos obstáculos apontados no ensino de química, é o de o aluno não conseguir acessar todos os níveis de abstração: macroscópico, microscópico e o simbólico ou representacional (Halfen *et al.*, 2020; Fernandes; Locatelli, 2021).

O nível macro representa os fenômenos que são observáveis como, experimentos e fenômenos sensoriais. Já o nível submicro envolve modelos e construções em nível molecular para explicar os aspectos macro, como moléculas, átomos, íons e elétrons. Por fim, o nível simbólico compreende a linguagem empregada pelos químicos como equações químicas e símbolos de elementos (Fernandes; Locatelli, 2021, p. 4).

Sobre as menções dos assuntos de ponto isoelétrico e desnaturação, apesar de valores razoavelmente baixos, verificou-se que os estudantes entenderam a correlação existente entre eles, uma vez que a alteração de pH muda o ponto isoelétrico, causando a desnaturação da proteína. Também, o professor-pesquisador pode identificar a dificuldade de alguns estudantes como **E3**, **E4**, **E5** e **E6**, que fizeram mapas com pouca sistematização, relacionado apenas as estruturas com as proteínas.

5.6 Aula expositiva final

Aqui o professor fez a análise dos mapas mentais produzidos na avaliação somativa individual, a fim de verificar a profundidade e amplitude dos conhecimentos científicos que foram incorporados ao tema central, pelos estudantes.

Uma vez identificadas essas áreas, o professor-pesquisador pôde se engajar em atividades de discussão e feedback, abordando os tópicos que necessitaram de maior atenção, uma vez que estavam presentes em um menor número de mapas. Pode-se destacar o retorno aos conteúdos relacionados às ligações peptídicas, pois somente dois estudantes adicionaram este tópico aos seus mapas mentais.

Essa interação direta com os estudantes, ao elucidar dúvidas e corrigir mal-entendidos, foi uma parte crucial do processo educacional. Ao fornecer esclarecimentos adicionais, exemplos práticos e discussões aprofundadas, o professor-pesquisador auxiliou aos estudantes na construção de uma compreensão mais sólida e coerente dos conceitos científicos. Assim, a análise dos mapas não apenas informa o quanto de conceitos o estudante conseguiu enriquecer a partir do ponto central (proteínas), mas também se tornou uma oportunidade de ensino personalizado e de qualidade.

5.7 Avaliação da aprendizagem

Neste passo, foi realizado o pós-teste, com as mesmas perguntas do pré-teste e uma avaliação que contou com três perguntas descritivas disponibilizadas no Socrative, as quais envolviam as relações do conteúdo trabalhado e a temática selecionada, além do enfoque CTS. As respostas necessitavam dos conhecimentos científicos abordados durante a aplicação da UEPS. Esse item foi dividido em dois subitens para tratar desses instrumentos avaliativos separadamente.

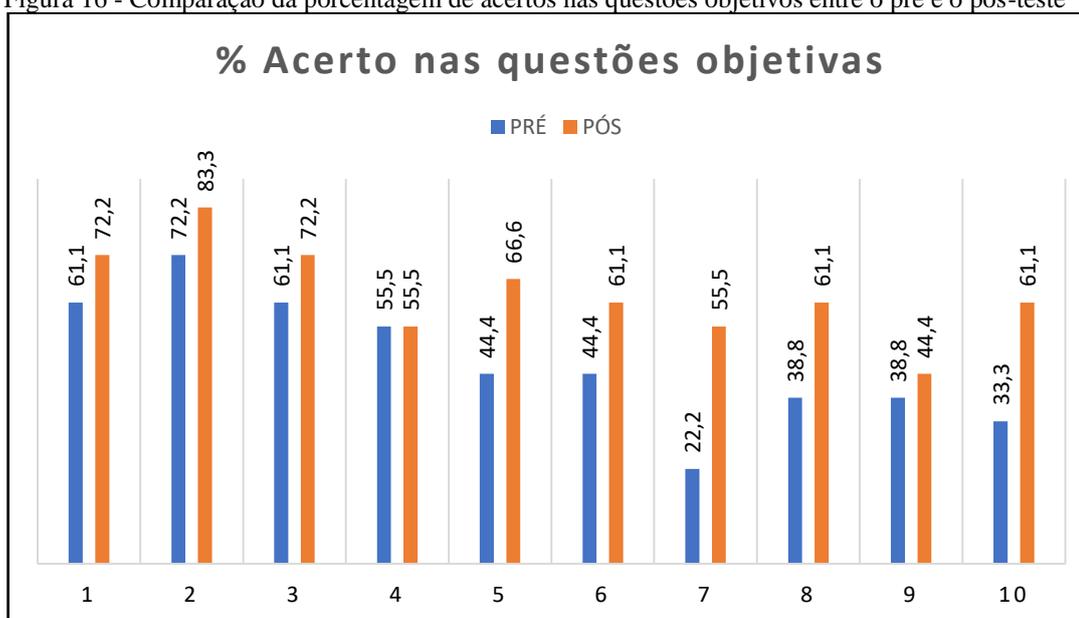
Primeiramente, se apresenta a análise comparativa entre o pré-teste e o pós-teste para, na sequência analisar as respostas das perguntas descritivas.

Cabe destacar que a avaliação foi realizada durante toda a intervenção didática, conforme propõe Moreira (2011), por meio dos questionamentos feitos pelos estudantes, pelo engajamento nas atividades, entre outras possibilidades de observação. Os dados de cada questionário estão descritos a seguir.

5.7.1 Análise do pré e pós-teste

Para a aplicação desta UEPS, optou-se pelo uso de questionários do tipo pré e pós-teste como etapa avaliativa da aprendizagem. Aos alunos, foi solicitado a responder o mesmo questionário, antes e depois da implementação da unidade. A análise comparativa dos resultados é apresentada no gráfico da Figura 16, o qual apresenta a porcentagem de respostas corretas nos questionários. Este procedimento permite avaliar a evolução do conhecimento dos alunos ao longo do processo de ensino, proporcionando *insights* valiosos sobre a eficácia da abordagem adotada.

Figura 16 - Comparação da porcentagem de acertos nas questões objetivos entre o pré e o pós-teste



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Na sequência, se analisa a intencionalidade de cada questão, correlacionando o índice de acertos em cada questão, evidenciando uma evolução no aprendizado dos estudantes. No geral, observa-se que as questões de 5 a 10, no pré-teste, foram as que obtiveram índices inferiores a 50% de acerto, mas no pós-teste houve uma evolução no índice de acertos em todas as questões objetivas, com exceção da questão 9, que não ultrapassou os 50% de acerto. No geral, foi obtido um índice de 47,2% de acerto no pré-teste e de 63,3% no pós-teste.

A **questão 1** busca avaliar o conhecimento dos estudantes sobre a definição de grupo funcional em moléculas orgânicas e a resposta destaca a compreensão de que um grupo funcional é um conjunto de átomos que caracteriza uma função orgânica evidenciando uma visão dos conceitos relacionados às funções orgânicas. No pré-teste, o total de acertos foi 61,1%, enquanto no pós-teste, o resultado obtido foi de 72,2%. O índice de acertos melhorou um pouco, mas o professor-pesquisador observou que os estudantes possuíam carência de conhecimento de Química básica, uma vez que demonstraram dificuldade em diferenciar átomo e molécula. Outros mostraram alguma dificuldade em diferenciar a função orgânica de grupo funcional, ambos problemas já comentados na literatura (Halfen et al. 2020). De qualquer modo, o índice no pré-teste, maior do que 50% de acertos foi considerado positivo pelo professor-pesquisador uma vez que ele tinha trabalhado esses conceitos no início do ano e os alunos ainda lembravam.

A **questão 2** procurou verificar o entendimento sobre o grupo funcional específico encontrado nos ácidos carboxílicos reconhecendo o grupo carboxila bem como sua estrutura

atômica. O resultado demonstrou uma evolução, o valor passou de 72,2% no pré-teste para 83,3% no pós-teste, embora eles já apresentassem um bom conhecimento no pré-teste. Aqui, vale os mesmos apontamentos citados anteriormente.

A **questão 3** avaliou o conhecimento sobre a interação intermolecular responsável pela polaridade e propriedades físicas e químicas dos ácidos carboxílicos uma vez que a ligação de hidrogênio é uma interação intermolecular relevante dentro do conhecimento químico e bioquímico. Os valores obtidos repetiram os alcançados na questão 1, mais uma vez trazendo a dificuldade em compreender conceitos básicos sobre o que é uma interação intermolecular. Isto trouxe questionamentos durante as aulas subsequentes, necessitando revisão de conteúdos estudados na primeira série do Ensino Médio. Fernandes e Lacatelli (2021, p. 5, grifo nosso) destacam sobre esse assunto

Conceitos químicos, que se pautam principalmente em aspectos do submicro, são aqueles que necessitam de uma relevância em relação a criação e elaboração de modelos, **como o conceito de interações intermoleculares**. Compreender de fato as interações que ocorrem entre as moléculas de um ou mais compostos, com a finalidade de prever uma propriedade química ou física, por exemplo, é algo difícil e que demanda níveis de abstração muito específicos, sendo muitas vezes ainda mais complicado devido as diversas concepções criadas ao longo da vida escolar. Esse é um conceito que não é muito compreendido, por se tratar de um ensino que exige abstração e que depende da habilidade visual.

A **questão 4** buscou verificar o conhecimento sobre a reação de conversão de álcool em ácidos carboxílicos e a compreensão da oxidação como uma reação relevante tanto no cotidiano enquanto em laboratórios e indústrias. Como destaca Klein e Braibante (2017, p. 35) “as reações de oxidação-redução estão presentes em diversas situações fundamentais para o processo evolutivo da tecnologia e indispensáveis para a vida [...]”, desse modo, considera-se importante verificar se os estudantes têm conhecimento; esse tópico começa a ser abordado já no 1º ano, mas com compostos inorgânicos. A passagem dos inorgânicos para os compostos orgânicos não é muito facilmente assimilada pelo aluno (Anselme, 1997).

Como se pode observar, os estudantes mantiveram a média de acertos em 55,5% em ambos os testes, mesmo sendo instigados a pensar sobre reações orgânicas que ocorrem no vinho para formar vinagre, bem como os compostos presentes no vinho que permitem tal transformação.

A **questão 5** buscou avaliar o conhecimento sobre o elemento químico presente nas aminas, uma vez que a estrutura eletrônica dos átomos deste elemento participa de propriedades importantes no estudo e compreensão das proteínas, suas estruturas e funções. O

índice de acertos passou de 44,4% para 66,6%, indicando melhora na compreensão da estrutura das aminas.

A **questão 6** verifica o entendimento sobre porque as aminas são consideradas bases orgânicas, sendo que a presença de um par eletrônico no átomo de nitrogênio interliga suas propriedades básicas, segundo a teoria eletrônica de Lewis. Os resultados foram de 44,4% no pré-teste e 61,1% no pós-teste. Durante a aplicação do produto educacional, os estudantes fizeram muitas perguntas sobre estrutura eletrônica e sua relação com as propriedades dos átomos e, conseqüentemente, das moléculas e substâncias como um todo. Demonstraram surpresa em diversos momentos da discussão, mencionando que não recordavam de terem relacionado, durante as aulas de Química das séries anteriores. Novamente, se identifica os problemas semelhantes nesta e na questão anterior, especialmente com o nível microscópico, que é fundamental para explicar observações macro (Fernandes; Locatelli, 2021).

A **questão 7** explorou o conhecimento sobre os diferentes tipos de biomoléculas com cadeia longa como as proteínas e polissacarídeos. Aqui, os estudantes apresentaram valores baixos de acerto, passando de 22,2% para apenas 55,5%. Apesar de haver evolução nos valores, os estudantes demonstraram dificuldade em reconhecer as substâncias elencadas na questão. Nesse caso argumenta-se que nomes específicos de substâncias, mesmo que apresentem papel importante para o organismo. Os estudantes podem ter uma boa visão geral das biomoléculas, ou seja, proteínas, carboidratos, lipídeos (Vieira, 2022), já que são estudadas no ensino de Biologia, 9º ano, mas a associação da nomenclatura específica da substância com a da classe a que pertence pode se constituir em uma dificuldade, aqui observada com o baixo índice no pré-teste.

Por sua vez, a **questão 8** buscou verificar o entendimento sobre a polaridade de diferentes biomoléculas. O professor-pesquisador identificou uma boa evolução nos resultados, que passaram de 38,8% para 61,1%, demonstrando que eles assimilaram as explicações sobre a polaridade de diferentes classes de compostos que o professor comentou utilizando observações cotidianas comuns, contextualizando, ou seja, identificou-se o já bem documentado interesse dos estudantes quando os conceitos científicos são trabalhados trazendo algo faz parte da vivência do estudante (Finger; Bedin, 2019).

A **questão 9** teve o objetivo de avaliar o conhecimento dos estudantes sobre a correta alimentação, identificando a posição das proteínas em uma pirâmide alimentar. Do grupo de estudantes incluídos na pesquisa, uma grande parcela cuida da saúde e pratica esportes com frequência. Mesmo assim, houve divergência nas respostas sobre qual a quantidade de

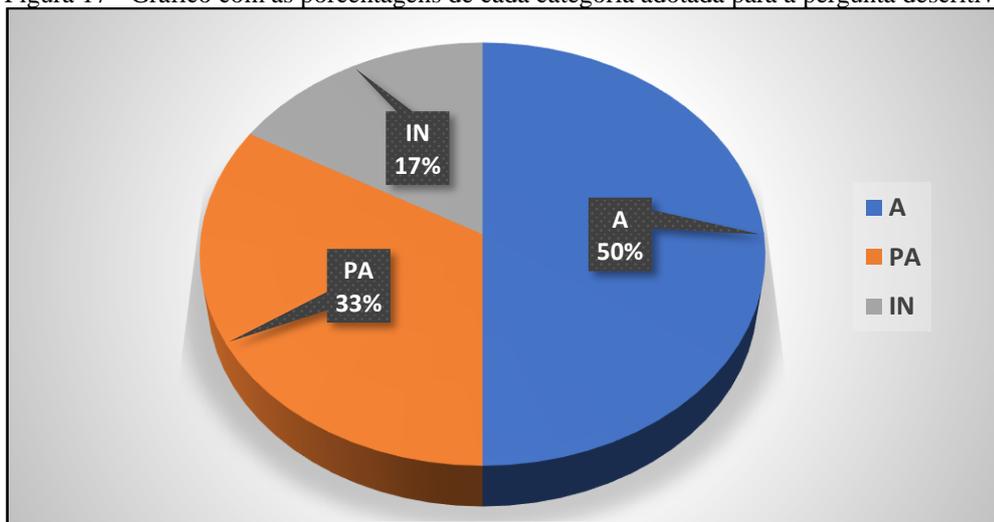
proteína que deve ser incluída da dieta. O índice de acertos no pré-teste foi de 38,8% e, no pós-teste, 44,4%, sendo a única questão que não atingiu o mínimo de 50% de acertos.

A **questão 10** buscou evidenciar o conhecimento sobre a classificação dos aminoácidos entre essenciais e não essenciais relacionando-os com a capacidade do organismo em sintetizá-los. 33,3% dos estudantes assinalaram a resposta correta no pré-teste, já no pós-teste, o valor obtido foi de 61,1%, mostrando uma boa evolução.

Por fim a **questão 11**, que é descritiva, buscou avaliar a capacidade do aluno em articular conhecimentos sobre as relações entre a pecuária e meio ambiente e da ciência com a tecnologia na produção de alimentos. A ideia foi levar a uma reflexão que associava os aspectos que se alinham a CTS. As respostas fornecidas pelos alunos foram avaliadas quanto à capacidade de apresentar informações coerentes e contextualizadas sobre as relações mencionadas, indicando aprendizagem na aplicação de conhecimentos em conceitos contextos específicos.

A análise utilizou parâmetros que foram divididos entre adequada (A), parcialmente adequada (PA) ou inexistente (IN). A seguir (FIGURA 17), se apresenta a porcentagem de cada parâmetro para as respostas analisadas no pré-teste. Se observa que a metade das respostas foram consideradas adequadas, esses estudantes conseguiram apresentar relações sobre os aspectos comentados na questão, mostrando conhecimento que os permitiu externalizar de forma adequada.

Figura 17 - Gráfico com as porcentagens de cada categoria adotada para a pergunta descritiva



Legenda das categorias: A- Adequado; PA- Parcialmente adequada; IN- Inadequada.

Fonte: dados da pesquisa, 2023.

No Quadro 10, seguem as respostas individuais de cada estudante, indicando o parâmetro alcançado

Quadro 10 - Respostas fornecidas pelos estudantes na questão 11 do pré-teste, na sua respectiva categorização

Estudante	Respostas categorizadas como adequada (A)
E1	<p><i>“A relação entre a pecuária e o meio ambiente é assunto notório, onde a pecuária com sua larga escala de produção e necessidade espacial devasta o meio ambiente, não apenas desmatando floresta, mas também emitindo grandes quantidades de gases poluentes, agravando a situação da eminente ameaça climática”.</i></p> <p><i>“Já a ciência-tecnologia e a produção de alimentos estão intrinsecamente ligadas, assim como a pecuária está para eles. A produção alimentícia na era da industrialização ostenta uma grande variedade de alimentos que não são alimentos, ou que ao menos não”.</i></p>
E4	<p><i>“a) A criação de animais e o meio ambiente estão completamente ligados, onde a pecuária depende da produção de alimentos”.</i></p> <p><i>“b) Conforme o avanço tecnológico a produção alimentícia foi sendo melhorado e otimizado, aumentando a produção”.</i></p>
E7	<p><i>a) Exploração de diferentes técnicas de alimentação e cuidados para garantir a saúde e o bem-estar dos animais, visando sua sobrevivência e produtividade.</i></p> <p><i>b) Desenvolvimento e implementação de práticas inovadoras para otimizar os processos de cultivo agrícola e criação de gado, com foco na melhoria da qualidade dos produtos e na eficiência da produção”.</i></p>
E11	<p><i>“a) A pecuária é o que mais prejudica o meio ambiente em relação ao consumo de água e a emissão de gases tóxicos”.</i></p> <p><i>“b) o avanço tecnológico permite melhoraram a produção de alimentos e testar novas técnicas, mas também existe a criação de alimentos que não são saudáveis, vendidos como produto instantâneo e mais barato”.</i></p>
E13	<p><i>“a) a pecuária é desenvolvida em áreas rurais e consiste na criação de animais com objetivo de comercializá-los. O meio ambiente envolve tudo que está em redor de algo ou alguém ele inclui os seres vivos e as forças naturais”</i></p> <p><i>“b) hoje em dia a com tecnologia as coisas estão cada vez mais fáceis para produção”.</i></p>
E14	<p><i>“a) em certas atividades pecuárias o meio ambiente é prejudicado por meio do desmatamento, e poluição”.</i></p> <p><i>“b) hoje em dia a tecnologia é imprescindível para produzir alimentos, pelo uso de máquinas na linha de fabricação; e a ciência para desenvolver alimentos mais seguros e saudáveis para o consumo”.</i></p>
E15	<p><i>“a) a pecuária a muito importante para produção de alimentos, porém como a muita criação de gado o metano que é solto pela vaga e extremamente prejudicial”.</i></p> <p><i>“b) com a tecnologia e muito mais fácil produção de alimentos pois além de facilitar, ajuda na medição correta de produtos químicos etc.”.</i></p>
E17	<p><i>“a) A causa da extinção de espécies, territórios mortos, poluição da água e destruição de ambientes”.</i></p> <p><i>“b) A ciência e tecnologia de alimentos têm um papel fundamental na garantia da qualidade e segurança dos produtos alimentícios”.</i></p>
E18	<p><i>“a) a pecuária gera bastante emprego, renda e alimento, mas causa impactos negativos no meio ambiente como por exemplo um deles seria o desmatamento”.</i></p> <p><i>“b) a relação entre os dois é fundamental para a indústria, elas continuem para inovações e melhorias nesses meios, tentando sempre ter inovações e aumentar a qualidades deles”.</i></p>
Respostas categorizadas como parcialmente adequada (PA)	
E2	<p><i>“a) causa o efeito estufa, uso da água”.</i></p> <p><i>“b) criando comidas artificiais, comidas que são feitas em poucos minutos, fazendo carnes sem usar nenhum tipo de animal, com o mesmo sabor e textura”.</i></p>
E3	<p><i>“a) tem várias relações como desmatamento, emissão de gases, poluição...”.</i></p> <p><i>“b) desempenham um papel crucial na produção de alimentos”.</i></p>
E6	<p><i>“a) os métodos de alimentar e manter os animais vivos”.</i></p> <p><i>“b) formas para facilitar o cultivo e a pecuária, e melhorar a qualidade”.</i></p>
E10	<p><i>“a) relação pecuária: terras, produção de carne e leite, plantio de verduras. Meio ambiente: natureza, praias, animais”.</i></p>

	<i>“b) ciência-tecnológica: fabricas facilitam as produções de alimentos que um dia foram manuais”.</i>
E12	<i>“a) a pecuária e desenvolvida em áreas rurais e consiste na criação de animais com objetivo de comercializá-los. O meio ambiente envolve tudo que está em redor de algo ou alguém ele inclui os seres vivos e as forças naturais”.</i> <i>“b) hoje em dia com tecnologia as coisas estão cada vez mais fáceis para produção”.</i>
E16	<i>“a pecuária é em relação ao animal que polui muito pra poder alimentar todo mundo. Muitos animais prejudicam o planeta, aumentando o efeito estufa”.</i>

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Os estudantes E5, E8 e E9 não relacionaram nada entre pecuária e meio-ambiente. As respostas dos estudantes na questão 11 do pré-teste refletiram uma variedade de opiniões sobre a relação entre a pecuária e o meio ambiente, incluindo preocupações ambientais, considerações econômicas e reconhecimento da importância da ciência e tecnologia na produção de alimentos. O professor-pesquisador considerou as respostas classificadas como PA àquelas que não desenvolveram de forma clara a ideia ou não responderam um dos itens. Por exemplo, E10 e E12 que buscaram definir pecuária e meio ambiente, sem fazer o que foi solicitado, ou seja, a relação entre eles. As classificadas como IN foram àquelas em que os estudantes não responderam, deixando em branco. De qualquer modo, se observou que os apresentaram subsunçores relevantes para que os assuntos que emergiriam do tema pudessem ser ancorados, segundo o pressuposto da TAS, ou seja, que propiciassem uma ancoragem substantiva (Moreira, 2014).

Já no pós-teste (QUADRO 11), os estudantes demonstraram maior compreensão do tema, uma vez que forneceram respostas com maior nível de complexidade e profundidade para a mesma questão. Na TAS se interpreta como uma ampliação do subsunçor inicial (Moreira, 2011).

Embora numericamente, as porcentagens das categorias não tenham sido muito diferentes, mas, como citado, as respostas melhoraram, sendo mais completas. Entre os estudantes que não haviam respondido no pré-teste, E5 e E8 não apresentaram, novamente uma resposta, apenas E9, mesmo que parcialmente adequada.

Quadro 11 - Respostas fornecidas pelos estudantes na questão 11 do pós-teste, na sua respectiva categorização

Estudante	Respostas categorizadas como adequada (A)
E1	<i>“a) A relação entre a pecuária e o meio ambiente é amplamente reconhecida como uma interdependência complexa. A pecuária, com sua produção em larga escala, muitas vezes requer grandes extensões de terra, levando ao desmatamento e à emissão de gases poluentes, contribuindo assim para a crescente ameaça climática que enfrentamos. Esses impactos não apenas afetam os ecossistemas locais, mas também têm repercussões globais, tornando-se uma questão de preocupação global.</i> <i>b) A ciência e a tecnologia desempenham um papel fundamental na produção de alimentos, e a pecuária está intrinsecamente ligada a esses avanços. À medida que avançamos para a era da industrialização, vemos uma diversificação significativa na oferta de alimentos, muitos dos quais</i>

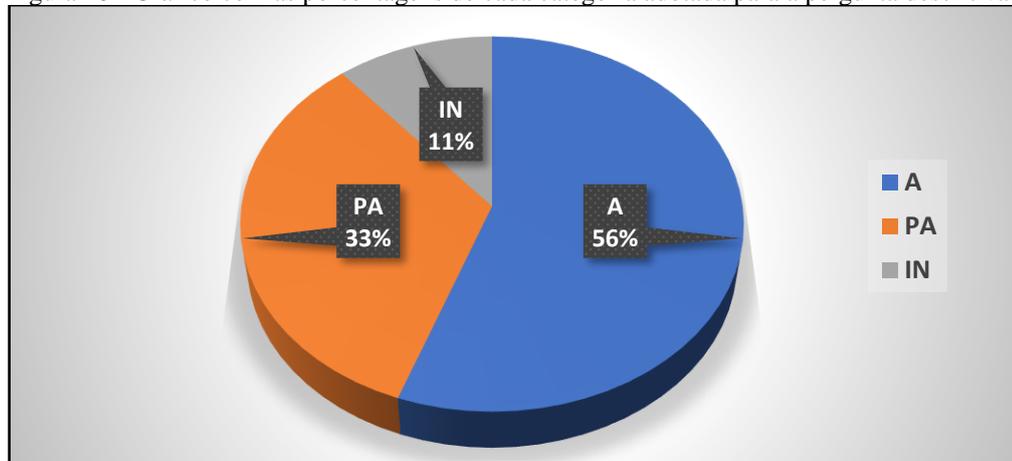
	<i>desafiam nossa definição tradicional de alimentos. Isso destaca a necessidade de um debate contínuo sobre os métodos de produção e consumo alimentar, em consonância com os desenvolvimentos tecnológicos".</i>
E2	<i>"a) em certas atividades pecuárias o meio ambiente é prejudicado por meio do desmatamento, e poluição". "b) hoje em dia a tecnologia é imprescindível para produzir alimentos, pelo uso de máquinas na linha de fabricação; e a ciência para desenvolver alimentos mais seguros e saudáveis para o consumo".</i>
E4	<i>"a) A criação de animais e seu impacto no meio ambiente estão entrelaçados de maneira complexa. A pecuária depende diretamente da disponibilidade de alimentos para sustentar seu ciclo de produção. No entanto, essa interdependência muitas vezes resulta em pressões ambientais, como o desmatamento e a competição por recursos naturais. b) À medida que avançamos tecnologicamente, somos capazes de otimizar e melhorar os métodos de produção alimentar. Isso não apenas aumenta a eficiência da produção, mas também abre caminho para a experimentação de novas abordagens que visam a sustentabilidade e a qualidade dos alimentos".</i>
E7	<i>"a) A exploração de diversas técnicas para alimentação e cuidados animais é crucial para garantir não apenas sua sobrevivência, mas também seu bem-estar e produtividade. Isso envolve um esforço contínuo para compreender as necessidades específicas de cada espécie e aplicar práticas que promovam sua saúde e qualidade de vida. b) O desenvolvimento e implementação de práticas inovadoras na agricultura e na criação de gado são essenciais para enfrentar os desafios contemporâneos. À medida que buscamos melhorar a qualidade dos produtos agrícolas e pecuários, também estamos nos esforçando para tornar esses processos mais eficientes e sustentáveis, em linha com as demandas de um mundo em constante mudança".</i>
E11	<i>"a) A pecuária é frequentemente apontada como uma das principais causas de degradação ambiental, especialmente devido ao seu elevado consumo de recursos naturais e à emissão de gases de efeito estufa. Esses impactos têm implicações significativas para a saúde do planeta e para a sustentabilidade dos sistemas de produção de alimentos. b) Embora o avanço tecnológico tenha trazido melhorias substanciais na produção de alimentos, também é importante reconhecer os desafios que surgem. A proliferação de alimentos altamente processados e de baixo valor nutricional é um exemplo disso, destacando a necessidade de abordagens mais equilibradas e sustentáveis para a produção e consumo alimentar".</i>
E13	<i>"a) A pecuária, enraizada nas áreas rurais, desempenha um papel fundamental na economia e no fornecimento de alimentos. No entanto, essa atividade não está isenta de impactos ambientais, que variam desde o desmatamento até a poluição dos recursos hídricos. b) O avanço tecnológico está remodelando os processos de produção agrícola e pecuária, tornando-os mais eficientes e acessíveis. Isso representa uma oportunidade para integrar práticas sustentáveis que minimizem o impacto negativo no meio ambiente".</i>
E14	<i>"a) Em muitas regiões, a pecuária é associada a impactos ambientais significativos, incluindo desmatamento, degradação do solo e poluição. Estes desafios destacam a necessidade urgente de adotar práticas mais sustentáveis na produção animal. b) A tecnologia desempenha um papel crucial na produção de alimentos, oferecendo não apenas métodos mais eficientes de produção, mas também possibilitando a pesquisa e desenvolvimento de alimentos mais seguros e nutritivos. No entanto, é importante garantir que esses avanços tecnológicos estejam alinhados com princípios de sustentabilidade e saúde pública".</i>
E15	<i>"a) A pecuária, embora essencial para a produção de alimentos, enfrenta críticas devido à sua contribuição para as emissões de gases de efeito estufa, particularmente o metano. Isso ressalta a necessidade de abordagens mais sustentáveis e eficientes na criação de animais. b) Os avanços tecnológicos têm desempenhado um papel significativo na evolução dos sistemas de produção de alimentos. Da automação à biotecnologia, essas inovações estão transformando a maneira como produzimos, processamos e consumimos alimentos, tornando o processo global de alimentação mais eficiente e adaptável".</i>
E17	<i>"a) A pecuária é frequentemente associada a uma série de impactos ambientais adversos, incluindo a perda de biodiversidade, a poluição da água e a degradação dos ecossistemas. Esses efeitos destacam a importância de adotar práticas mais sustentáveis e responsáveis na produção animal. b) A ciência e tecnologia de alimentos desempenham um papel crucial na garantia da segurança e qualidade dos produtos alimentícios. Por meio de pesquisa e inovação contínuas, podemos desenvolver soluções que minimizem os impactos negativos da produção de alimentos na saúde</i>

	<i>humana e no meio ambiente".</i>
E18	<i>"a) A pecuária é uma importante fonte de emprego, renda e alimentos em muitas comunidades ao redor do mundo. No entanto, é importante reconhecer os impactos negativos que essa atividade pode ter no meio ambiente, incluindo o desmatamento e a poluição. b) A relação entre a pecuária e a indústria alimentícia é fundamental para impulsionar inovações e melhorias nos métodos de produção. Ao trabalharmos juntos para promover práticas mais sustentáveis e eficientes, podemos garantir que a produção de alimentos atenda às necessidades presentes sem comprometer as futuras gerações".</i>
Respostas categorizadas como parcialmente adequada (PA)	
E3	<i>a) O uso da água contribui para o efeito estufa. b) Produzindo alimentos sintéticos que replicam o sabor e a textura da carne sem a necessidade de usar animais, e que podem ser preparados em poucos minutos.</i>
E6	<i>a) O desmatamento, a emissão de gases e a poluição estão entre as várias relações envolvidas. b) A produção de alimentos desempenha um papel crucial.</i>
E9	<i>"a) A produção de alimentos influencia diretamente o meio ambiente, impactando recursos naturais como a água e contribuindo para o efeito estufa através das emissões de gases". "b) A inovação na produção alimentar está revolucionando a forma como nos alimentamos, oferecendo alternativas sustentáveis e eficientes, como a criação de alimentos artificiais e substitutos de carne que minimizam o impacto ambiental".</i>
E10	<i>a) Métodos de alimentação e manutenção dos animais. b) Estratégias para facilitar o cultivo e a pecuária, visando melhorar a qualidade.</i>
E12	<i>a) A pecuária está relacionada com a ocupação de terras, a produção de carne e leite, e o cultivo de verduras, enquanto o meio ambiente inclui a natureza, praias e animais. b) Avanços científico-tecnológicos, como fábricas que facilitam a produção de alimentos que antes eram feitos manualmente.</i>
E16	<i>a) A pecuária é desenvolvida em áreas rurais, envolvendo a criação de animais com propósitos comerciais. O meio ambiente abrange todos os elementos naturais que cercam os seres vivos. b) Com os avanços tecnológicos atuais, a produção tornou-se mais fácil.</i>

Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

A Figura 11 apresenta as porcentagens alcançadas no pós-teste em cada categoria adotada. Comparativamente, percebe-se que houve pequena evolução no número de respostas adequadas (50% antes e 56% depois) e redução de respostas inadequadas (11% antes e 17% depois), conforme gráfico Figura 18.

Figura 18 - Gráfico com as porcentagens de cada categoria adotada para a pergunta descritiva



Fonte: Dados da pesquisa, 2023.

Essas questões remetem aos textos lidos ao longo da UEPS, os quais permitiram uma discussão efetiva junto com os alunos. Segundo Alves e Leite (2018) as “atividades de leitura, escrita, produção e interpretação textual, são fundamentais nas demandas e exigências das práticas sociais. [...]” porém, “uma parcela significativa de alunos brasileiros tem grandes dificuldades para ler e muito mais, para produzir textos. Por isso, a importância de que os diferentes componentes curriculares, e não apenas a Língua Portuguesa, introduzam nas suas práticas pedagógicas tanto a escrita como a leitura, de modo a ir desenvolvendo essas habilidades tão importantes.

A articulação das ideias sobre os assuntos solicitados, que remetem a demandas no campo social, influenciadas pelos avanços científicos e tecnológicos, e à problemáticas no campo ambiental, as quais sofrem a mesma influência dos mesmos aspectos, permite o desenvolvimento da reflexão crítica almejada pelo enfoque CTS. Como se sabe, os avanços científicos e tecnológicos têm aumentado a qualidade de vida, porém a desigualdade social é um problema que se perpetua. Moreira (2006, p. 11) comenta

Falar de inclusão social no domínio da difusão ampla dos conhecimentos científicos e tecnológicos e de suas aplicações compreende, portanto, atingir não só as populações pobres, as dezenas de milhões de brasileiros em tal situação, mas também outras parcelas da população que se encontram excluídas no que se refere a um conhecimento científico e tecnológico básico.

Deste modo, o professor trabalhando em uma proposta de incentivar os estudantes a refletir sobre os aspectos abarcados pela CTS, fornecendo subsídios para embasarem suas opiniões e escolhas, está fazendo o seu papel de formação para a cidadania.

5.7.2 Análise das questões discursivas

Nesse item se apresenta os dados em relação às questões discursivas utilizadas no Passo 7 (QUADRO 12). Como se pode ver, essas questões também buscaram fazer os estudantes fazer as relações dos conhecimentos científicos trabalhados com a CTS. As respostas foram categorizadas entre adequadas (A), plausíveis (P)* e ingênuas (I), tendo como base em Marin e Vinholi (2020).

Quadro 12 - Questionário avaliativo do passo 7

- | |
|--|
| <p>1. Qual é a composição química das proteínas presentes tanto na carne convencional quanto no tofu, e como essas informações podem contribuir para a busca de alternativas sustentáveis na produção de alimentos?</p> <p>2. Como a pesquisa em química de alimentos está direcionando esforços para desenvolver métodos de produção de carne cultivada em laboratório, visando a redução do impacto ambiental e a utilização eficiente de recursos naturais em comparação com a produção convencional de carne animal?</p> |
|--|

Fonte: Autor, 2023.

Em relação à questão 1, 27,7% dos estudantes não responderam (**E10, E12, E13, E16 e E17**); considerando as 16,6% das respostas categorizadas como ingênuas, tem-se 44,3% que tiveram dificuldade em desenvolver uma relação adequada ou plausível entre os conceitos trabalhados e os aspectos de sustentabilidade em relação as alternativas de alimentação, os quais foram discutidos em aula. Os demais 55,7% conseguiram fazer a relação e transpor para uma ideia mais ampla, o que pode se considerar como terem conseguido fazer a reconciliação integrativa que é um parâmetro importante para a aprendizagem significativa (Moreira, 2020). Mas, observa-se a dificuldade que uma boa parcela apresentou, as quais podem ser porque não atingiram a aprendizagem desejada.

Quadro 13 - Respostas categorizadas para a questão 1 do passo 7

Estudante	Respostas categorizadas como adequada (A)
E1	<i>são compostas por aminoácidos que são moléculas orgânicas contendo carbono hidrogênio oxigênio e nitrogênio a carne e uma fonte rica em proteínas 20% de proteínas em sua composição, o tofu e uma fonte de proteína e contém todos os aminoácidos essenciais que o corpo humano precisa 100 gramas de tofu contém cerca de 8 gramas de proteínas.</i>
E2	<i>A carne apresenta todas as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K), as hidrossolúveis do complexo B (tiamina, riboflavina, nicotinamida, piridoxina, ácido pantotênico, ácido fólico, niacina, cobalamina e biotina) e um pouco de vitamina C. (perdão prof. não vou saber). O conhecimento das composições da carne e do tofu são essenciais para o desenvolvimento de uma "carne" mais sustentável, pois a produção da carne tradicional afeta nosso meio ambiente de forma impactante e uma nova alternativa se faz necessária. (essa parte eu meio que sei responder).</i>
E5	<i>"são os aminoácidos, as proteínas e as ligações que fazem a soja ser um bom substituto mesmo que contenha quantidades diferentes a soja contém menos dessas coisas que a carne, como o ferro, o zinco etc. Ela é uma boa substituta porque podem ser usadas as mesmas terras onde os animais ficariam porque onde se cria por exemplo duas vacas pode se criar vários quilos de soja e também preserva a florestas nativas, se produz menos gás carbônico e na produção da carne acaba se gastando muita água então também diminuiria o gasto com água.</i>
E6	<i>tanto na carne quanto no tofu existem aminoácidos essenciais e não essenciais entendendo isso podemos fazer uma dieta a base de tofu para tentar diminuir a produção de carne assim impactando positivamente o meio ambiente.</i>
E9	<i>São aminoácidos essenciais presentes tanto na carne quanto na soja, essas informações podem ser úteis para buscar uma alternativa a pecuária e a produção desenfreada de carne, mas, é um processo que leva tempo e avanço tecnológico".</i>
E11	<i>As proteínas vegetais não oferecem tantos aminoácidos essenciais, nas apresentam quantidades de não essenciais. As informações contribuem para a busca pois mostra que é possível e que instiga a ir atrás de melhorias.</i>
E18	<i>" As proteínas presentes tanto na carne convencional quanto no tofu são compostas por aminoácidos. No entanto, a composição específica de aminoácidos pode variar entre os alimentos. A carne convencional é uma fonte rica em proteínas completas, que contém todos os aminoácidos essenciais necessários para o funcionamento do nosso corpo. Já o tofu, que é feito a</i>

	<i>partir da soja, também é uma boa fonte de proteínas, mas pode ter uma composição de aminoácidos um pouco diferente".</i>
Respostas categorizadas como plausível (P)	
E3	<i>são o componente feito de proteínas, são polímeros naturais formados orla reação de polimerização por condensação entre aminoácidos.</i>
E8	<i>a soja é o principal componente do tofu, é muito nutritiva e capaz de substituir a carne em questões de proteínas, talvez no futuro se alimentar de carne seja algo que raramente precisaremos fazer e não maltrataremos tanto os animais e o meio ambiente.</i>
E14	<i>São compostas por carbono, hidrogênio, nitrogênio e oxigênio. Pode contribuir para a produção de uma proteína mais sustentável.</i>
Respostas categorizadas como ingênua (I)	
E4	<i>As duas são proteínas completas, possuem os 20 aminoácidos, com isso as alternativas para uma vida saudável e sustentável aumentam.</i>
E7	<i>20 aminoácidos.</i>
E15	<i>proteína tem diversos elementos como carbono, hidrogênio, oxigênio e enxofre distribuídas em grupos como os do ácido carbônico.</i>

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

A questão 2 também foi na linha de buscar relação, agora entre a pesquisa e os aspectos ambientais. Novamente, os estudantes **E12**, **E16** e **E17** não responderam, além de **E11**, totalizando 22,2%.

Quadro 14 - Respostas categorizadas para a questão 2 do passo 7

Estudante	Respostas categorizadas como adequada (A)
E1	<i>a carne convencional ainda é a melhor no mercado por conta do seu preço e sabor. a carne de laboratório é uma proposta boa, porém ela tem um custo muito elevado além do gosto não ser saboroso evitando as pessoas de consumir.</i>
E2	<i>Sob minha perspectiva, a pesquisa química está buscando uma forma de tornar uma proteína alternativa mais acessível e agradável ao paladar das pessoas acostumadas à carne tradicional. (acho que eu posso ter entendido a pergunta errado).</i>
E5	<i>e para oferecer alternativas que sejam sustentáveis e éticas, tentando visar a diminuição do desmatamento, os gases do efeito estufa, a poluição da água e do solo, etc. A carne que é produzida em laboratório reduz os impactos na natureza, porque ela é produzida em um meio de cultura que faz com que as células de carne que foram retiradas sei lá do boi de qualquer animal que seja irá crescer e se tornar algum tipo de tecido que o corpo tenha, como o tecido do musculo por exemplo o que mais usado comumente na indústria de carne, e se espera que as pessoas aceitem mais esses tipos de carne do que a carne vegetal.</i>
E6	<i>Eles estão mantendo esforços para que a carne vegetal consiga ser fiel a carne de origem animal pois é mais algo mental do que físico em si pois se colocarem as duas carnes uma do lado da outra você não teria como diferenciar qual é qual então eles estão tentando ao máximo deixar até o gosto parecido pois o visual já é idêntico.</i>
E8	<i>Está sendo buscado novas formas de se alimentar, consumindo menos carne e mais nutrientes, já que a própria indústria de carnes é por si um grande desperdício de espaço e alimentos, o espaço que poderia ser usado como plantação de árvores frutíferas é destruído para criar pastos para o gado e a alimentação do gado é de certa forma desperdício energético para nós, quanto mais longe na cadeia energética estamos dos produtores menos energia consumimos.</i>
E9	<i>A tempos a ciência vem tentando convencer as pessoas de que, a carne cultivada em laboratório é a mesma coisa de uma carne de origem animal, porém é algo mais visual do que gosto ou textura, em minha opinião o visual pode ser semelhante, mas há coisas na carne que dão um gosto característico, em que a maioria das pessoas talvez nem entendam que é o que faz ela "melhor".</i>
E10	<i>A pesquisa química consiste no uso de tecnologias e de esforço contínuo pois visa a redução do impacto ambiental, já a produção convencional segue o método padrão que não é sustentável, porém mais acessível".</i>
E13	<i>As pesquisas estão avançando muito no campo da produção de carnes cultivadas em laboratório,</i>

	<i>o que é muito bom para a questão ambiental, a vantagem principal é a redução dos recursos naturais utilizados para a fabricação, e redução de gases do efeito estufa ocasionados pela atividade pecuária.</i>
E18	<i>A pesquisa em química de alimentos está realmente avançando no desenvolvimento de métodos de produção de carne cultivada em laboratório. Essa abordagem inovadora visa reduzir o impacto ambiental e utilizar de forma mais eficiente os recursos naturais em comparação com a produção convencional de carne animal.</i>
E4	<i>Esse tipo de pesquisa ajuda a entender e a achar soluções para um mundo mais sustentável, já que o consumo de proteínas por meio da soja por exemplo é mais benéfica ao planeta em comparação a proteína animal para consumo.</i>
Respostas categorizadas como plausível (P)	
E14	<i>A produção de carne cultivada é apresentada como uma alternativa mais sustentável, pois produz menos gases de efeito estufa, além de consumir menos água e menos terra.</i>
Respostas categorizadas como ingênua (I)	
E3	<i>não tem uma comparação exata , mas a carne feita em laboratório muita das vezes , parece a carne animal mesmo.</i>
E7	<i>Não sei.</i>
E15	<i>Carne bovina é dez vezes mais custosa ao meio ambiente.</i>

Fonte: Dados da pesquisa, 2024.

Mas, nessa questão, as respostas consideradas adequadas ou plausíveis foram em maior proporção, 61,1%. Ainda se pondera que os resultados podem refletir a dificuldade que os estudantes têm com questões discursivas, visto que nos testes com objetivas os resultados foram mais satisfatórios.

5.8 Avaliação da UEPS

Neste passo, o professor deve, segundo Moreira (2011), fazer uma análise crítica de toda a intervenção para corrigir eventuais pontos fracos existentes. Durante toda a aplicação da UEPS é fundamental que o professor analise os registros feitos ao longo do processo, buscando identificar indícios de aprendizagem significativa e avaliar a interação dos estudantes com as atividades propostas.

A análise dos registros permite ao professor acompanhar o desenvolvimento dos alunos, identificar suas conquistas e desafios, bem como verificar se os objetivos de aprendizagem estão sendo alcançados de forma significativa. O professor pode observar como os estudantes se apropriam dos conceitos e habilidades trabalhados, se conseguem fazer conexões com seus conhecimentos prévios e se demonstram interesse e motivação em relação ao conteúdo.

Como citado, a interação dos estudantes com as atividades propostas também é um aspecto importante a ser avaliado em uma UEPS. Observar a participação ativa o engajamento a troca de ideias em sala de aula e o uso dos recursos oferecidos contribui para entender como

a UEPS está sendo assimilada pelos alunos e quais aspectos podem ser aprimorados para que a potencialidade em fazer emergir uma aprendizagem significativa, que o material didático busca, seja efetivamente alcançada, pois como Moreira (2011) destaca, o aluno é que vai determinar a potencialidade do material.

A aprendizagem de química tem sido amplamente discutida devido à complexidade dos conteúdos atribuída à abstração necessária para compreender alguns conceitos dentro desta disciplina (Silva; Machado; Tunes, 2011). A incorporação de termos técnicos da Ciência também representa um desafio para estudantes iniciantes desta área, embora sejam importantes representar gradualmente (Oliveira, 2015).

Entre os tópicos considerados mais abstratos estão aqueles relacionados a bioquímica abrangendo as biomoléculas conhecidas como carboidratos lipídios e proteínas. Deste modo, buscando facilitar a assimilação desses conceitos e promover indícios de aprendizagem significativa foi selecionada uma atividade prática, a produção de tofu, como estratégia base da UEPS. E nos seus passos, com objetivos embasados na proposta de seu idealizador, Moreira (2011), foram elencadas outras atividades como assistir vídeos, ler textos informativos, discussões em grupo, de modo a contemplar os pressupostos da TAS para uma aprendizagem significativa, ou seja, considerar os conhecimentos prévios dos estudantes, não só e um teste específico, mas nos momentos de discussão em sala de aula; a diferenciação progressiva, tratando de assuntos mais gerais no início para ir avançando para os mais específicos; e a reconciliação integrativa, tentando integrar os conhecimentos específicos entre si e com as questões que envolviam a CTS.

Considerando que, na TAS, a disposição do estudante para aprender é crucial para o processo de aprendizagem, o professor pesquisador planejou incorporar a experimentação como estratégia base. Essa decisão foi motivada pela observação de sua capacidade de dinamizar as aulas e influenciar diversos aspectos cognitivos proporcionando “possibilidades múltiplas de difusão de conhecimento” e aprendizado (Costa; Mattos, 2016). Com os dados obtidos, o professor-pesquisador pôde observar que a organização da UEPS, unida à atividade experimental de produção do tofu, levou a uma aprendizagem satisfatória, considerando que no cômputo geral, foi obtido um índice de 47,2% de acerto no pré-teste e depois da aplicação este passou a 63,3%. Além disso, desenvolveu uma boa aceitação por parte dos alunos, ampliando no engajamento e aumentando a motivação.

A de se pontuar que nem todos os estudantes tiveram o envolvimento esperado, deixando de responder algumas avaliações, mas foi um percentual baixo. As avaliações antes e depois do processo indicaram que houve avanços na aprendizagem dos conceitos

específicos, como citado anteriormente, também foi possível verificar que os mapas mentais como recurso didático precisa ser mais explorado em sala de aula, pois os estudantes mostraram dificuldades em sistematizar o que foi trabalhado, o que pode sinalizar também, problemas em planejar os estudo uma vez que esses mapas auxiliam, igualmente, na organização para estudar para avaliações (Buzan, 2009).

Conforme discutido no referencial teórico, metodologias como a UEPS, que se centralizam no estudante, pois ao ter fundamentação na TAS, se empenha em trabalhar com os conhecimentos prévios dos estudantes e em promover sua pré-disposição em aprender (Ausubel, 2003; Moreira, 2020, indicam que o professor deve criar momentos de aprendizagem nos quais os alunos precisam pensar, externalizar e construir conhecimento sobre os conceitos presentes nas atividades e interagir entre si.

Deste modo, atividades planejadas, muitas delas pensadas na execução com alunos que apresentavam um conhecimento advindo das séries anteriores, promoveram uma significativa interação entre alunos e professor. Quando enfrentavam dificuldades em resolver suas dúvidas, os estudantes buscavam esclarecimentos. Inicialmente, observou-se a necessidade de questionar os alunos para estimular a participação na aula. Com o tempo, notou-se que a maioria deles se envolvia ativamente na proposta de trabalho, interagindo com o material elaborado, auxiliando-se mutuamente e compreendendo os conceitos discutidos. Ao término da aplicação da UEPS, todos demonstraram maior abertura, evidenciando que a turma adquiriu habilidades para trabalhar em conjunto e apresentaram indícios de aprendizagem significativa.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo desta pesquisa, foram empreendidos esforços para elaborar e aplicar uma sequência didática do tipo UEPS, embasada nos princípios fundamentais da TAS de Ausubel (2003) e, aliada ao enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), visando promover a aprendizagem dos conceitos de proteínas, tópico que faz parte dos estudos de bioquímica do 3º ano do Ensino Médio, e utilizando a produção do tofu como uma ponte para a compreensão desses conceitos.

Nesse sentido, o objetivo específico de elaborar e aplicar, em sala de aula, uma sequência didática, estruturada como uma UEPS, que tenha a capacidade de conectar aspectos científicos a atividades tecnológicas foi alcançado, pois todas as atividades elencadas tiveram esse foco para fomentar a identificação de que conhecimento científico é importante para o avanço da Ciência, da Tecnologia e da Sociedade na qual estamos inseridos, além da influência destes em questões ambientais contemporâneas. Pelas discussões ao longo da proposta foi possível identificar a potencialidade da sequência didática elaborada, outro objetivo específico elencado, em promover nos educandos essa percepção sobre o papel da Ciência e da Tecnologia em relação ao consumo de alimentos e sua influência tanto no que tange as escolhas/demandas da Sociedade quanto nos aspectos ambientais que advém desse panorama.

A análise crítica conduzida durante a aplicação do produto educacional desempenhou um papel fundamental ao identificar tanto os pontos fortes quanto os pontos fracos do processo. Essa análise contínua, por parte do professor, possibilitou ajustes e correções ao longo do desenvolvimento da intervenção, garantindo uma abordagem mais eficaz e alinhada às necessidades e características dos estudantes envolvidos, pois são concludentes do Ensino Médio, já com o pensamento na etapa seguinte da sua formação. Mas, foi notável a participação ativa deles nas atividades propostas, evidenciando não apenas interesse, mas também motivação em relação aos conteúdos abordados.

A inserção de atividades práticas, outro objetivo específico nessa dissertação, revelou-se uma estratégia eficaz para dinamizar o processo de ensino-aprendizagem, estimulando o engajamento dos alunos e facilitando a compreensão de conceitos complexos da bioquímica. Essas atividades não apenas permitiram uma melhor assimilação dos conteúdos, mas também estimularam a reflexão sobre o papel da Ciência e da Tecnologia na sociedade contemporânea, promovendo uma visão mais ampla e contextualizada do conhecimento científico.

Considerou-se que essa integração da atividade prática foi um ponto chave para o sucesso da intervenção, pois proporcionou aos alunos a oportunidade de vivenciarem na prática os conceitos teóricos discutidos em sala de aula. Essa abordagem não apenas tornou os conteúdos mais tangíveis e acessíveis, mas também estimulou o pensamento crítico e a resolução de problemas, habilidades essenciais para o desenvolvimento acadêmico e profissional dos estudantes.

Além disso, a aplicação do produto educacional permitiu uma maior compreensão dos desafios enfrentados no Ensino de química, especialmente no que diz respeito a complexidade dos objetos de conhecimento e a abstração necessária para a sua compreensão. A incorporação de termos técnicos da Ciência, muitas vezes intimidadoras para os alunos, representou um desafio que foi gradualmente superado ao longo do processo de ensino-aprendizagem.

A escolha de abordar tópicos mais abstratos, como os relacionados às biomoléculas, por meio de atividades que incentivavam a reflexão e discussão sobre temáticas contemporâneas e a atividade prática, revelou-se uma estratégia acertada em promover uma aprendizagem em que o estudante pode identificar como importante para a sua formação enquanto cidadão. Os conceitos tratados, apesar da sua complexidade, são essenciais para a compreensão dos processos biológicos e químicos que acontecem no mundo natural e que tem aplicações práticas em diversas áreas da vida em sociedade.

Apesar dos desafios enfrentados, como a necessidade de adaptação às características da turma e a ocorrência de faltas por parte de alguns estudantes, a aplicação do produto educacional mostrou-se como uma estratégia promissora para promover uma aprendizagem significativa e engajadora. A interação dos estudantes entre si e com o professor, durante a aplicação do produto educacional, permitiram o desenvolvimento de habilidades colaborativas e a construção coletiva do conhecimento. A troca de ideias e o trabalho em equipe foram essenciais para enriquecer a experiência de aprendizagem e consolidar os conceitos abordados.

Portanto, os resultados obtidos nesta pesquisa corroboram a importância de estratégias pedagógicas inovadoras e contextualizadas que visam não apenas transmitir conhecimentos, mas também desenvolver habilidades e competências essenciais para a formação integral dos estudantes. A continuidade e o aprimoramento dessas práticas são fundamentais para garantir uma educação de qualidade e preparar os alunos para os desafios e oportunidades do século XXI.

REFERÊNCIAS

- AULER, Décio. Enfoque ciência, tecnologia e sociedade, pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, p. 1-20, 2008.
- AULER, Décio. **Interações entre Ciência-Tecnologia-Sociedade no contexto da formação de professores de Ciências**. 2002. 257 f. Tese (Doutorado em Educação: Ensino de Ciências) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.
- AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Trad. Lígia Teopisto. Lisboa: Plátano, 2003.
- BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo**. Tradução de Luís Antero Reto e Augusto Pinheiro. Lisboa: Edições 70, 2006.
- BENASSI, Vera de Toledo; FELBERG, Ilana; ALVARENGA, André Luis Bonnet; MANDARINO, José Marcos Gontijo. **Tofu**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/123424/1/00081760.pdf>. Acesso em: 18 dez. 2023.
- BOWLES, Simone; DEMIATE, Ivo Motin. Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, SP, v. 26, n. 3, p. 652-659, jul./set., 2006.
- BRASIL. Companhia Nacional de Abastecimento (Conab). Agência.gov de notícias. **Estimativa para safra de grãos 2023/2024 é de 306,4 milhões de toneladas**. 2024. Disponível em: <https://agenciagov.ebc.com.br/noticias/202401/estimativa-para-safra-de-graos-2023-2024-e-de-306-4-milhoes-de-toneladas>. Acesso em: 5 fev. 2024.
- BRASIL. Ministério da Educação . Secretaria de Educação Básica. **Orientações Curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEB, v. 2, 2006.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Parte III. Brasília: MEC/Semtec, 2000.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica. **Orientações curriculares para o Ensino Médio: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. v. 2, Brasília, 2006. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/book_volume_02_internet.pdf. Acesso em: 20 ago. 2021.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518-versaofinal_site.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Temas contemporâneos e transversais na BNCC**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

CARVALHO, Rodrigo Clementino de; MOREIRA, Júnnia Maria. Níveis de concordância com regras descritivas sobre comportamentos alimentares entre veg(etari)anos. **Psico-USF**, v. 25, n. 3, p. 533-545, jul./set., 2020.

CIABOTTI, Sueli; BARCELOS, Maria de Fátima; CIRILLO, Marcelo Angel; PINHEIRO, Ana Carla Marques. Propriedades tecnológicas e sensoriais de produto similar ao tofu obtido pela adição de soro de leite ao extrato de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, p. 346-353, 2009.

CORRÊA, Bruna Caroline Cerva; BARCELLOS, Marcia Dutra de. A educação para o consumo sustentável e sua relação com a decisão de compra de produtos a granel. *In*: ENCONTRO INTERNACIONAL SOBRE GESTÃO EMPRESARIAL E MEIO AMBIENTE, 21, 2019, São Paulo. **Anais [...]**. São Paulo: USP, p. 1-15.

DA RONCH, Sthefen Fernando Andrade. **Utilização do tema Vitaminas em uma UEPS para abordagem interdisciplinar de Química e Biologia**. 2016. 186 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2016.

FERNANDES, Bruno Gumiere; LOCATELLI, Solange Wagner. Acesso e transição nos níveis representacionais durante a construção de modelos explicativos acerca de interações intermoleculares. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 21, p. 1-29, jan./dez. 2021.

FERNANDES, Isabel Marília Borges; PIRES, Delmina Maria; DELGADO-IGLESIAS, Jaime. Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 24, n. 4, p. 875-890, 2018.

FINGER, Isadora; BEDIN, Everton. Contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da Ciência Química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 2, n. 1, p. 8-24, jan./jul., 2019.

FRANCISCO JUNIOR, Wilmo Ernesto; FRANCISCO, Wellington. Proteínas: hidrólise, precipitação e um tema para o ensino de Química. **Química Nova na Escola**, n. 24, nov. 2006.

GIBIN, Gustavo Bizarria; FERREIRA, Luiz Henrique. Avaliação dos estudantes sobre o uso de imagens como recurso auxiliar no ensino de conceitos químicos. **Química Nova na Escola**, São Paulo, v. 35, n. 1, p. 19-26, 2013.

GIL, Antonio Carlos. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 6. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

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

GOULART, Joender Luiz. Desinteresse escolar: em busca de uma compreensão. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**, a. 7, v. 4, p. 89-110, 2022. Disponível em: <https://www.nucleodoconhecimento.com.br/educacao/desinteresse-escolar>. Acesso: 9 ago. 2023.

GUARALDO, Maria Clara; REYNOL, Fábio. **Ciência e tecnologia tornaram o Brasil um dos maiores produtores mundiais de alimentos**, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/75085849/ciencia-e-tecnologia-tornaram-o-brasil-um-dos-maiores-produtores-mundiais-de-alimentos>. Acesso: 20 ago. 2023.

GUIMARÃES, Rosiane Alexandre Pena; RIBEIRO, Marcel Thiago Damasceno. Química com analogias: o estudo da viabilidade de um guia didático, a partir de reflexões docentes. **Revista REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, Cuiabá, v. 9, n. 1, p. e21012, 2021.

HERGENHAHN, Baldwin Ross; OLSON, Matthew H. **An Introduction to theories of learning**. 9th edition. Psychology Press, 2014. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?id=prA6CgAAQBAJ&lpg=PP1&dq=hergenhahn%20olson%20%22theories%20of%20learning%22&lr&hl=pt-BR&pg=PR4#v=onepage&q=hergenhahn%20olson%20%22theories%20of%20learning%22&f=false>. Acesso em: 9 ago. 2023.

KRAISIG, Ângela Renata; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. Mapas mentais: instrumento para a construção do conhecimento científico relacionado à temática “cores”. **Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n. 2, p. 70-83, 2017.

KUNDLATSCH, Aline; AGOSTINI, Gabriela; RODRIGUES, Gabriela Leonel. Conteúdos curriculares no ensino de química: analisando artigos da Química Nova na Escola sobre experimentação. **Educação Química em Ponto de Vista**, v. 2, n. 1, p. 102-124, 2018.

LORENZETTI, Leonir. A alfabetização científica e tecnológica: pressupostos, promoção e avaliação na Educação em Ciências. In. MILARÉ, Tathiane; RICHETTI, Graziela Piccoli; LORENZETTI, Leonir; ALVES FILHO, Jose de Pinho (Orgs.). **Alfabetização Científica e Tecnológica na Educação em Ciências: fundamentos e práticas**. São Paulo: Livraria da Física, 2021. p. 47-71.

MACEDO, Aline Pereira. **Rótulos de alimentos para o ensino de bioquímica**: proposta de ensino para professores de Química e de Biologia da Educação Básica. 2017. 106 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2017.

MANASSERO MAS, Maria Antonia; VÁSQUEZ ALONSO, Ángel. Instrumentos y métodos para la evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad. **Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v. 1, n. 13, p. 15-27, 2001.

MARIN, Glaucia Rosely Barbosa; VINHOLI, Airton José. Avaliação da aprendizagem significativa em uma sequência didática sobre conteúdos de sistemas sanguíneos. **Revista de Estudios y Experiencias en Educación**, v. 20, n. 42, p. 367-387, 2021.

MARQUES, António Manoel de Miranda. **Utilização pedagógica de mapas mentais e conceituais**. 2008. 155 f. Dissertação (Mestrado em expressão gráfica, cor e imagem) - Universidade Aberta, Lisboa, Portugal, 2008.

MASSUCATO, Muriele; MAYRINK, Eduarda Diniz. A importância da avaliação diagnóstica inicial. **Nova Escola Gestão**, p. 1, 2015. Disponível em: <https://gestaoescolar.org.br/conteudo/1486/a-importancia-da-avaliacao-diagnostica-inicial>. Acesso em: 15 dez. 2023.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. **Biologia**: proposta curricular. Educação Básica. Belo Horizonte, 2007b.

MINAS GERAIS. Secretaria de Estado da Educação. **Química**: proposta curricular. Educação Básica. Belo Horizonte, 2007a.

MINAYO, Maria Cecília de Souza. **Teoria, método e criatividade**. 18. ed. Petrópolis: Vozes, 2001.

MORAES, Viviane Carvalho; PIOVESAN, Sandra Dutra; IRALA, Valesca Brasil. A importância do engajamento estudantil em vídeos educacionais: uma revisão bibliométrica, **Revista Educa Mais**, v. 6, p. 355-371, 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. **A teoria da aprendizagem significativa e sua implementação em sala de aula**. Brasília: Universidade de Brasília, 2006.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa, Organizadores Prévios, Mapas Conceituais, Diagramas V e Unidades de Ensino Potencialmente Significativas**. Material de apoio para o curso Aprendizagem Significativa no Ensino Superior: Teorias e Estratégias Facilitadoras. Porto Alegre: PUCPR, 2012.

MOREIRA, Marco Antonio. **O que é afinal aprendizagem significativa?** Porto Alegre, 2010. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/oqueefinal.pdf>. Acesso em: 20 out. 2022.

MOREIRA, Marco Antonio. **Subsídios teóricos para o professor pesquisador em ensino de Ciências: a Teoria da Aprendizagem Significativa**. Porto Alegre, 2009. Disponível em: <https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:krnOZie99swJ:https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Subsidios5.pdf+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br>. Acesso em: 26 fev. 2020.

MOREIRA, Marco Antonio. **Teorias da aprendizagem**. 2 ed. São Paulo: E.P.U., 2009.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de enseñanza potencialmente significativas–UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf. Acesso em: 14 out. 2016.

MOREIRA, Patrícia Flavia da Silva Dias. **A bioquímica e a Lei Federal 10639/03 em espaços formais e não formais de educação**. 2012. 179 f. Tese (Doutorado em Química – Educação em Química) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2012.

NICOLA, Jéssica Anese; PANIZ, Catiane Mazocco. A importância da utilização de diferentes recursos didáticos no ensino de Ciências e Biologia. **Revista Infor - Inovação e Formação**, v. 2, n. 1, p. 355-381, 2016.

OLIVEIRA, Esteves Fernandes de; LIMA, Maria Consuelo Alves. Ciência-Tecnologia-Sociedade em discursos da estrutura curricular e de docentes de uma licenciatura em Física. **Ensaio - Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 24, p. 1-19, 2022.

OLIVEIRA, Terezinha Marisa Ribeiro de; AMARAL, Carmem Lúcia Costa. O uso do aplicativo Socrative como ferramenta de diagnóstico e intervenção no ensino da Matemática. *In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE EDUCAÇÃO E TECNOLOGIAS*, 2018, São Carlos, SP. **Anais [...]**. São Carlos, SP: UFSCar, 2018. p. 1-8.

PAULETTO, Fernanda Bortoluzzi; FOGAÇA, Aline de Oliveira. Avaliação da composição centesimal de tofu e *okara*. **Disciplinarum Scientia: Série Ciências da Saúde**, Santa Maria, v. 13, n. 1, p. 85-95, 2012.

PINHEIRO, Nilcéia Aparecida Maciel; MATOS, Eloiza Aparecida Silva Ávila; BAZZO, Walter Antonio. Refletindo acerca da Ciência, Tecnologia e Sociedade: enfocando o Ensino Médio. **Revista Iberoamericana de Educação**, n. 44, p. 147-165, 2007.

PLURAL FOODS. Disponível em: <https://www.pluralfs.com.br/blog/proteinas-vegetais-pts-tofu-tempe-e-carnevale-wut/>. Acesso em: 5 fev. 2024.

RECINE, Elisabetta; RADAELLI, Patrícia. **Alimentação e cultura**. Disponível em: https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/alimentacao_cultura.pdf. Acesso em: 22 jan. 2024.

RODRÍGUEZ, Andrei Steven Moreno; DEL PINO, José Claudio. Abordagem Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS): perspectivas teóricas sobre educação científica e desenvolvimento na América Latina. **Tear: Revista de Educação Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 1-21, 2017. Disponível em: <https://rieoei.org/historico/documentos/rie44a08.pdf>. Acesso em: 21 out. 2021.

ROEHRIG, Silmara Alessi Guebur; CAMARGO, Sérgio. A educação com enfoque CTS no quadro das tendências de pesquisa em ensino de Ciências: algumas reflexões sobre o contexto brasileiro atual. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6, n. 2, p. 117-131, maio-ago., 2013.

ROSADO, Vagner Darlane Fortes. **Tecnologias digitais como ferramentas auxiliares para o ensino de Bioquímica e Química Orgânica na Educação Básica**. 2020. 96 f. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) - Universidade Federal do Pampa, Uruguaiana, 2020. Disponível em: https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/consultas/coleta/trabalhoConclusao/viewTrabalhoConclusao.jsf?popUp=true&id_trabalho=10396852. Acesso em: 20 set. 2022.

SANTOS, Bárbara Cristina Dias dos; FERREIRA, Maira. Contextualização como Princípio para o Ensino de Química no Âmbito de um Curso de Educação Popular. **Experiências em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 5, p. 497-511, 2018.

SANTOS, Lucelia Rodrigues; MENEZES, Jorge Almeida de. A experimentação no ensino de Química: principais abordagens, problemas e desafios. **Revista Eletrônica Pesquiseduca**, v. 12, n. 26, p. 180-207, jan./abr., 2020.

SANTOS, Vanessa Freitas. **Educação de Jovens e Adultos: identidades, diários e práticas no ensino de Bioquímica**. 2018. 203 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; SCHNETZLER, Roseli Pacheco. **Educação em Química: compromisso com a cidadania**. 3. ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2003.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira; MORTIMER, Eduardo Fleury. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem C-T-S (Ciência – Tecnologia – Sociedade) no contexto da educação brasileira. **Ensaio**, v. 2, n. 2, p. 1-23, jul./dez., 2002.

SILVA, Larissa Albuquerque Rosa; NASCIMENTO, SOUZA, Karina Márcia Ribeiro de; KIEFER, Charles; BONIN, Marina de Nadai; ROSA, Maurício Silva; MACIE, Violeta Andre; SILVA, Thiago Rodrigues da; CHAVES, Nathália Ramos Batista. Exigências de metionina para poedeiras comerciais. *In*: MOSTRA CIENTÍFICA FAMEZ/UFMS, 10, 2017, Campo Grande. **Anais [...]**. Campo Grande: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2017. p. 193-198.

SILVA, Mozart Linhares da. A urgência do tempo: novas tecnologias e educação contemporânea. *In*: SILVA, Mozart Linhares da (Org.). **Novas Tecnologias: educação e sociedade na era da informática**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001. p. 11-37.

SILVA, Roberto Ribeiro; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; TUNES, Elizabeth. Experimentar sem medo de errar. *In*: SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MALDANER, Otávio Aloisio; MACHADO, Patrícia Fernandes (Orgs.). **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2013. p. 195-216.

SILVA, Sebastião Franco; NÚÑEZ, Isauro Beltran. O ensino por problemas e Trabalho experimental dos estudantes - reflexões teórico-metodológicas. **Química Nova**, v. 25, n. 6, p. 1197-1203, ago., 2002. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/qn/v25n6b/13138.pdf>. Acesso em: 14 set. 2019.

SILVA, Tamiris de Almeida; SOUZA, Silvana Paulina de; FIREMAN, Elton Casado. Ensino de Ciências por investigação: contribuições da leitura para a alfabetização científica nos anos iniciais. **ACTIO: Docência em Ciências**, Curitiba, v. 4, n. 3, p. 346-366, set./dez., 2019.

SILVA, Virgínia Teodoro da; MENEZES, João Paulo Cunha. Avaliação de uma oficina orientada a “Síntese Proteica”: contribuições e possibilidades para o ensino de Bioquímica no Ensino Médio. **Revista de Ensino de Bioquímica**, v. 18, n. 2, p. 1-16, 2020.

SOUSA, Lazaro Luis de Lima; PAULA, Carlos Ronelli Freitas de; SILVA, Jusciane da Costa e. Uso do aplicativo Socrative para dinamizar a interação professor-aluno. **Brazilian Journal of Development**, v. 8, n. 9, p. 63811–63821, 2022.

SOUSA, Melícia Cardoso de; RIBEIRO, Laryssa Freitas. Boas práticas na produção de alimentos a importância de diretrizes e manuais de boas práticas na produção alimentícia e

gestão da qualidade do produto final. **Revista Gestão, Tecnologia e Ciências**, v. 11, n. 36, p. 110-133, 2022.

SOUZA, Alexandra Geronimo Lopes de; CARDOSO, Sheila Pressentin. Ensino, aprendizagem e o ambiente escolar na abordagem de conceitos de química. **Research, Society and Development**, v. 8, n. 11, p. 1-14, 2019.

SOUZA, Marília Franceschinelli de; OLIVEIRA, Samuel Rocha de. Um olhar para as pesquisas sobre o uso de vídeo no ensino de Matemática. **Educação Matemática e Pesquisa**, v. 23, n. 2, p. 245-277, 2021.

SOUZA, Paulo Henrique de. **Temas geradores no ensino de Bioquímica: o caso do queijo e do doce de leite**. 2020. 115 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) - Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2020.

SOUZA, Vinícius Wellington dos Santos de; RODRIGUES, Vanessa Bolzan; FERREIRA, Luiz Henrique. Estudo do favorecimento da aprendizagem significativa a partir da metodologia CTSA. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 8, n. 2, p. 118-132, 2021.

TEIXEIRA, Paulo Marcelo Marini; MEGID NETO, Jorge. Uma proposta de tipologia para pesquisas de natureza interventiva. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 23, n. 4, p. 1055-1076, 2017.

TRINDADE, José Odair da; HARTWIG, Dácio Rodney. Uso combinado de mapas conceituais e estratégias diversificadas de ensino: uma análise inicial das ligações químicas. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 2, p. 83-91, 2012.

WARTHA, Edson José; FALJONI-ALÁRIO, Adelaide. A contextualização no Ensino de Química através do Livro Didático. **Química Nova na Escola**, n. 22, p. 42-47, nov., 2005.

XAVIER, Regina Patrícia de Souza; QUINTELLA, Solange Assunção; JACINTO JUNIOR, Silvio Gentil; PIRES, Andreza Maria Lima. Análise das dificuldades dos alunos no componente curricular de Química a partir dos conteúdos abordados no ENEM. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 15, p. e555101523523, 2021.

ZABALZA, Miguel Angel. **Diários de aula: um instrumento de pesquisa e desenvolvimento profissional**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

ZANETTE, Marcos Samuel. Pesquisa qualitativa no contexto da Educação no Brasil. **Educar em Revista**, n. 65, p. 149-166, jul./set., 2017.

APÊNDICE A - Pré-teste

- 1- Qual é a definição de grupo funcional?
- Uma substância inorgânica.
 - Uma mistura de compostos orgânicos semelhantes.
 - Conjunto de átomos que caracterizam uma função orgânica.
 - Conjunto de átomos diferentes de carbono e hidrogênio.
 - Conjunto de moléculas semelhantes em suas propriedades químicas.
- 2- Marque a opção que fornece o grupo funcional presente nos ácidos carboxílicos?
- Amino
 - Hidroxila
 - Carbonila
 - Nitro
 - Carboxila
- 3- Marque a opção que fornece a interação intermolecular que confere polaridade aos ácidos carboxílicos?
- íon-dipolo
 - dipolo permanente
 - dipolo induzido
 - ligação de hidrogênio
 - Van der Waals
- 4- Marque a opção que fornece o nome da reação que os álcoois podem sofrer para produzir ácidos carboxílicos?
- Redução
 - Halogenação
 - Oxidação
 - Hidrogenação
 - Esterificação
- 5- Marque a opção que fornece o nome do átomo do elemento químico presente no grupo funcional das aminas e que caracteriza essa função orgânica?
- Cloro
 - Oxigênio
 - Carbono
 - Nitrogênio
 - Hidrogênio
- 6- As aminas são consideradas bases orgânicas devido a:
- Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de cloro.
 - Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de carbono.
 - Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de nitrogênio.
 - Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de oxigênio.
 - Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de hidrogênio.

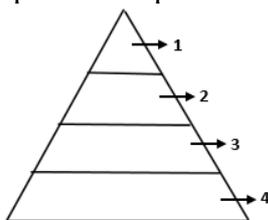
7- Marque a opção que fornece o nome da única substância que NÃO é um exemplo de proteína humana.

- a) Queratina
- b) Hemoglobina
- c) Colágeno
- d) Quitina
- e) Miosina

8- Marque a classe de compostos orgânicos que apresentam características apolares.

- a) Lipídeos
- b) Carboidratos
- c) Proteínas
- d) Aminoácidos
- e) Nucleotídeos

9- A seguir está representada uma pirâmide alimentar simplificada, dividida nos grupos de alimentos: energéticos, extra energéticos, construtores, reguladores. Considerando os alimentos proteicos, marque a opção que fornece o número onde esse grupo alimentar deve aparecer na pirâmide.



- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

10- A classe dos aminoácidos apresenta um grupo que recebe a denominação de essenciais. A seguir são apresentadas algumas afirmações sobre esse grupo.

- I. serem de origem natural no organismo humano.
- II. não serem sintetizados pelo organismo humano.
- III. são obtidos apenas pela alimentação.
- IV. são os formadores de ácidos nucleicos, como o DNA.

Marque a opção que fornece as informações corretas quanto a denominação “essenciais”:

- a) Apenas I.
- b) Apenas IV.
- c) Apenas I e IV.
- d) Apenas II e III.

11- Questão discursiva: Escreva o que você sabe sobre os seguintes assuntos:

- a) relação pecuária e meio ambiente.
- b) relação ciência-tecnologia com produção de alimento.

APÊNDICE B - Possibilidades de utilização do resíduo de soja – okara

Receitas de Culinária:

Adicione *okara* a sopas, ensopados ou molhos para aumentar a textura e o valor nutricional.

Misture *okara* em massas de bolos, muffins, pães ou panquecas para aumentar a proteína e a umidade.

Use-o como substituto de parte da farinha em receitas de biscoitos ou bolos para adicionar nutrição extra.

Leite ou Bebida de okara:

Misture o *okara* com água para fazer uma bebida semelhante ao leite de soja. Adicione adoçantes, como mel ou açúcar, e sabores como baunilha, se desejar.

Smoothies e Batidas:

Adicione *okara* aos seus smoothies e batidos para aumentar o teor de proteína e fibras.

Hambúrgueres e Nuggets Vegetais:

Use o *okara* como base para hambúrgueres vegetais ou nuggets, misturando-o com outros vegetais, temperos e ingredientes ligantes.

Receitas Salgadas:

Adicione *okara* a receitas de pratos salgados, como almôndegas, recheios de tortas ou empadas, ou até mesmo como enchimento para tacos.

Comida para Animais:

Se você tem animais de estimação, como cães ou gatos, o *okara* pode ser uma adição nutritiva à comida deles. Verifique com um veterinário antes de introduzir novos alimentos na dieta dos seus animais de estimação.

Compostagem:

Se nenhuma das opções acima lhe interessar, o *okara* pode ser compostado para enriquecer o solo da horta escolar.

ANEXO A - Termo de Consentimento Livre e Esclarecido - TCLE



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – TCLE

Seu(sua) filho(a) está sendo convidado a participar da pesquisa “UEPS voltada ao ensino de proteínas com base na produção de tofu”, de responsabilidade do pesquisador Angelo Pinto de Souza e orientação da Dra. Alana Neto Zoch. Esta pesquisa apresenta como objetivo desenvolver, como produto educacional, uma sequência didática (SD) do tipo UEPS, para trabalhar proteínas. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente x encontros no componente curricular química, na turma do 1º ano do Ensino Médio, no espaço escolar. Serão feitos registros escritos dos encontros, aplicação de questionários e avaliação.

Esclarecemos que sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu assentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

Sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo.

Caso tenham dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com a orientadora do trabalho Dra. Alana Neto Zoch, pelo e-mail alana@upf.br, ou com o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, pelo e-mail ppgecm@upf.br, ou ainda com o Comitê de ética da UPF, e-mail cep@upf.br.

Dessa forma, se concordam em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também assinado pelas pesquisadoras responsáveis.

Passo Fundo, ____ de _____ de 2023.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Assinatura do responsável: _____

Assinaturas dos pesquisadores: _____

ANEXO B - Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE



Termo de Assentimento Livre e Esclarecido - TALE

Você está sendo convidado(a) a participar da pesquisa “UEPS voltada ao ensino de proteínas com base na produção de tofu”, de responsabilidade do pesquisador Angelo Pinto de Souza e orientação da Dra. Alana Neto Zoch. Esta pesquisa apresenta como objetivo desenvolver, como produto educacional, uma sequência didática (SD) do tipo UEPS, para trabalhar proteínas. As atividades serão desenvolvidas durante aproximadamente x encontros no componente curricular química, na turma do 1º ano do Ensino Médio, no espaço escolar. Serão feitos registros escritos dos encontros, aplicação de questionários e avaliação.

Esclarecemos que sua participação não é obrigatória e, portanto, poderá desistir a qualquer momento, retirando seu assentimento. Além disso, garantimos que você receberá esclarecimentos sobre qualquer dúvida relacionada à pesquisa e poderá ter acesso aos seus dados em qualquer etapa do estudo. As informações serão transcritas e não envolvem a identificação do nome dos participantes. Tais dados serão utilizados apenas para fins acadêmicos, sendo garantido o sigilo das informações.

Sua participação nesta pesquisa não traz complicações legais, não envolve nenhum tipo de risco físico, material, moral e/ou psicológico. Caso for identificado algum sinal de desconforto psicológico referente à sua participação na pesquisa, pedimos que nos avise. Além disso, lembramos que você não terá qualquer despesa para participar da presente pesquisa e não receberá pagamento pela participação no estudo.

Caso tenham dúvida sobre a pesquisa e seus procedimentos, você pode entrar em contato com a orientadora do trabalho Dra. Alana Neto Zoch, pelo e-mail alana@upf.br, ou com o Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade de Passo Fundo, pelo e-mail ppgecm@upf.br, ou ainda com o Comitê de ética da UPF, e-mail cep@upf.br.

Dessa forma, se concordam em participar da pesquisa, em conformidade com as explicações e orientações registradas neste Termo, pedimos que registre abaixo a sua autorização. Informamos que este Termo, também assinado pelas pesquisadoras responsáveis.

Passo Fundo, ____ de _____ de 2023.

Nome do participante: _____

Data de nascimento: ____/____/____

Assinatura: _____

Assinaturas dos pesquisadores: _____

ANEXO C - Carta de Autorização do Estabelecimento de Ensino**ESCOLA DE EDUCAÇÃO BÁSICA PROFESSOR EUGÊNIO MARCHETTI**

Município: Horval d'Oeste - SC CEP: 89310-000

Telefone: (040) 3527-9550

AUTORIZAÇÃO

Autorizo Angelo Pinto de Souza, CPF 027.379.399-33, a realizar a aplicação de seu produto educacional vinculado ao seu trabalho do mestrado intitulado UEPS VOLTADA AO ENSINO DE PROTEÍNAS COM BASE NA PRODUÇÃO DE TOFU na Escola de Educação Básica Professor Eugênio Marchetti, situada na Rua José Bonifácio, 118, bairro Vila Rica, município de Horval D'Oeste, Santa Catarina.

Elisângela Scalabrín - Diretora

Elisângela F. Scalabrín

Diretora Escola

Portaria 028 de 09/03/2011

Matrícula 269.818.872

ANEXO D - Receita para a produção de tofu

<p>Ingredientes:</p> <p>1 xícara de grãos de soja 3-4 xícaras de água (para demolhar) 4 xícaras de água (para a mistura de soja) Coagulante (cloreto de magnésio) Sal (opcional)</p>	<p>Equipamento:</p> <p>Liquidificador Panela grande Termômetro de cozinha Pano de musselina ou coador de tofu Forma de tofu Peso (para pressionar o tofu)</p>
Etapas	
<p>Demolhar os grãos de soja: (feito anteriormente pelo professor) Lavar os grãos de soja em água fria. Colocar os grãos de soja em uma tigela grande e cubra com 3-4 vezes a quantidade de água. Deixar os grãos de molho por 8-12 horas (ou durante a noite).</p> <p>1- Preparar a mistura de soja: Escorrer e enxaguar bem os grãos de soja demolhados. Colocar os grãos de soja no liquidificador e adicione 4 xícaras de água. Misturar até obter uma pasta lisa e homogênea.</p> <p>2- Coar a mistura: Colocar uma panela grande no fogão e um coador de tofu ou um pano de musselina sobre ela. Aquecer a mistura de soja no fogo médio, mexendo ocasionalmente, até que alcance uma temperatura de cerca de 80°C. Usar um termômetro de cozinha para medir a temperatura.</p> <p>3- Preparo do coagulante: A concentração adequada de cloreto de magnésio (ou qualquer outro coagulante) para fazer tofu pode variar um pouco, dependendo das preferências pessoais e da textura desejada para o tofu. Uma concentração de cloreto de magnésio entre 0,1% e 0,3% é considerada comum e adequada para coagular a mistura de soja.</p> <p>Fórmula geral para calcular a quantidade de cloreto de magnésio com base na concentração: Quantidade de Cloreto de Magnésio (em gramas) = Peso da Mistura de Soja (em gramas) x Concentração Desejada (%) / 100 Por exemplo, 500 gramas de mistura de soja, usar uma concentração de 0,2% de cloreto de magnésio: Quantidade de Cloreto de Magnésio = 500 g x 0,2 / 100 = 1 g Dissolva o coagulante (cloreto de magnésio) em um pouco de água quente. Adicione a solução de coagulante à mistura de soja quente, mexendo delicadamente. A mistura começará a coalhar e formar pequenos pedaços de tofu.</p> <p>4- Descanso e formação do tofu: Deixe a mistura repousar por cerca de 15-20 minutos para permitir que o coagulante faça seu trabalho. Colocar o pano de musselina ou o coador em uma forma e despejar a mistura coagulada sobre ele.</p> <p>Preparação do tofu: Dobre o pano de musselina sobre a mistura coagulada e coloque um peso suavemente sobre o tofu para drenar o excesso de líquido. Deixe descansar por cerca de 15-30 minutos.</p> <p>Cortar e armazenamento: Desenformar o tofu e corte-o em pedaços do tamanho desejado. Se preferir, você pode mergulhar os pedaços de tofu em uma solução de água salgada para adicionar sabor.</p>	

ANEXO E - Texto 1: Como se manter saudável com uma dieta vegana - Ciência aponta riscos e benefícios da dieta vegana

(Adaptado de: BBC News- 2016.
Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37617223>)

A dieta vegana, que exclui a carne ou qualquer alimento de origem animal, tem ganhado cada vez mais seguidores no mundo - a diferença entre veganos e vegetarianos é que os últimos não se alimentam de carne, mas consomem produtos de origem animal como ovos e laticínios. Não existe um dado oficial sobre o total de veganos no Brasil, mas uma pesquisa do Ibope, em 2012, revelou que 8% da população brasileira se declarou vegetariana, ou seja mais de 15 milhões de pessoas. A Sociedade Vegetariana Brasileira tem um programa para certificar e valorizar o mercado vegano. Recebem o selo produtos que não contêm nenhum ingrediente de origem animal e que não tenham tido contato com animais durante a fabricação.

Adotar o estilo vegano é uma escolha pessoal, mas grande parte dos seguidores atribuem a opção a questões éticas e à preocupação com o meio ambiente. E há quem cite questões de saúde. O cantor Stevie Wonder, por exemplo, declarou ser vegano porque não gosta de comer carne. Já o ex-presidente americano Bill Clinton disse: "poderia não estar vivo se não tivesse me tornado vegano".

Como estão excluídos da dieta os derivados de animal, muitos nutrientes acabam ficando de fora e precisam ser compensados de alguma forma. Está pensando em aderir a esse estilo de vida? Confira, a seguir, os riscos e benefícios para a saúde:

Nutrientes indispensáveis

FERRO

O ferro é fundamental para a saúde do sangue, já que ajuda a transportar o oxigênio pelo organismo. Tanto vegetarianos como veganos absorvem menos quantidade de ferro e apresentam uma concentração menor do nutriente no sangue, quando comparados com as pessoas que comem carne. Isso porque o ferro está presente na carne, sobretudo a vermelha - veganos geralmente consomem mais ferro do que os carnívoros, mas de um tipo menos absorvido pelo organismo. A deficiência deste nutriente pode levar à anemia, caracterizada pela fraqueza e cansaço, que afeta muitas mulheres em idade reprodutiva, inclusive carnívoras. Para driblar essa falta, os veganos devem recorrer a outras fontes de ferro como o trigo, os cereais, as leguminosas, os vegetais verde-escuros - especialmente a couve -, e as frutas secas.

AMINOÁCIDOS

Os aminoácidos são compostos que se juntam para formar as proteínas, necessárias para quase todas as funções do organismo. As carnes e os peixes contêm todos os aminoácidos que precisamos, assim como o leite e os ovos, e por isso são chamados de proteínas completas. Os veganos encontram nos cereais, nas castanhas e nas leguminosas as principais fontes de proteína, mas nelas a quantidade de aminoácidos é diferente em relação à encontrada na proteína animal. Sendo assim, eles precisam variar mais a dieta para assegurar uma completa absorção dos aminoácidos.

VITAMINA D

A vitamina D é necessária para a absorção do cálcio, importante para manter os ossos fortes. Os veganos têm níveis relativamente mais baixos dessa vitamina no sangue,

comparados à população em geral, porém não a ponto de provocar raquitismo em crianças ou osteoporose em adultos. A vitamina D está presente no óleo de peixe, nos ovos e na carne. A maior parte, contudo, provém da ação do sol na pele. Por isso, a população é aconselhada a tomar suplemento nos meses de inverno e os veganos também precisam comer mais alimentos ricos em cálcio nesse período.

VITAMINA B12

A vitamina B12 é vital para a formação do sangue e o funcionamento do sistema nervoso - e é encontrada em carnes e peixes. Os veganos encontram outras opções: os alimentos enriquecidos como cereais, extratos de levedura e substitutos de carne. Mesmo assim, a vitamina B12 costuma estar em falta na dieta de veganos e vegetarianos, o que foi comprovado por um estudo recente que concluiu que mais da metade dos veganos apresentam péssimos níveis dessa vitamina no sangue. A deficiência pode causar anemia e até problemas no sistema nervoso, inclusive paralisia, mas são casos raros. Os veganos precisam buscar suprir tal falta com o uso de suplementos.

ÁCIDOS GRAXOS ÔMEGA-3

Os ácidos graxos ômega-3 são um tipo de gordura fundamental para a saúde, mas não são produzidos pelo nosso organismo e, portanto, precisam ser adquiridos através dos alimentos. A melhor fonte é o peixe, sobretudo a sardinha e o salmão. E, como o alimento não está presente na dieta vegana, os seguidores dependem de uma fonte alternativa, a conversão do ácido linoleico em ácidos graxos ômega-3. O ácido linoleico, por sua vez, é encontrado na soja, na linhaça, nas nozes. Ainda que os níveis sejam baixos no sangue dos veganos, não foi encontrado nenhum efeito colateral. Além disso, estudos não conseguiram comprovar o benefício de recorrer a suplementos para amenizar a carência na dieta vegana.

VITAMINA A

A vitamina A é proveniente do fígado, leite e dos ovos. Para os veganos, a solução é consumir frutas e vegetais que contenham *carotenos*, que são convertidos em vitamina A no organismo. A laranja, os vegetais verde-escuros, os vegetais de folhas verde, a batata doce e a abóbora são fontes ricas em *carotenos*. A deficiência da vitamina A pode afetar a visão e a imunidade, mas são improváveis de acontecer com os veganos.

As estratégias para manter uma dieta saudável

PLANEJAMENTO

Os veganos devem prestar atenção no que consomem e assegurar que estão adquirindo uma grande variedade de alimentos, entre frutas, vegetais, leguminosas, nozes e sementes. Precisam comer também alimentos enriquecidos como cereais e pães.

COMBINAÇÕES

Muitos vegetais contêm aminoácidos necessários para a formação das proteínas, como vimos anteriormente. A maioria, no entanto, possui apenas uma parte dos aminoácidos essenciais para a saúde. A solução, então, é combinar os alimentos. Cereais, por exemplo, são fracos em lisina, porém ricos em aminoácido que contém enxofre. Já o feijão representa o contrário.

Sendo assim, feijão cozido têm a mesma proteína que uma carne. Um dos segredos dos veganos é combinar vários tipos de alimentos para ter uma dieta rica em nutrientes

PREPARAÇÃO DO ALIMENTO

Alguns vegetais possuem uma substância que atrapalha o sistema digestivo ao restringir que o mesmo absorva nutrientes específicos do alimento. O grão de bico é um exemplo, pois reduz a capacidade do organismo de extrair a proteína do alimento. Existe uma dica: quando eles são cozidos, esses inibidores são desativados.

SUPLEMENTOS

Uma dieta vegana, quando bem-organizada, consegue incluir uma boa variedade de vitaminas e minerais e não vai trazer carências para quem a adota. Mas há duas exceções: a vitamina B12 e o cálcio. Esse último, como vimos, é importante para a saúde dos ossos. Os vegetarianos recorrem ao leite e alguns veganos, no leite de soja, que muitas vezes contém cálcio. Se a quantidade não for suficiente, os veganos podem buscar nos suplementos (seja nos alimentos enriquecidos ou em pílulas) o cálcio e a vitamina B12 necessários para complementar a alimentação.



PPGECM

Programa de pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática
Instituto de Humanidades, Ciências, Educação e Criatividade - IHCEC

ENSINANDO PROTEÍNAS ATRAVÉS DA PRODUÇÃO DE TOFU

Angelo Pinto de Souza
Dra. Alana Neto Zoch

CIP – Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

S729e Souza, Angelo Pinto de
Ensinando proteínas através da produção de tofu
[recurso eletrônico] / Angelo Pinto de Souza, Alana
Neto Zoch. – Passo Fundo: EDIUPF, 2024.
1.2 MB ; PDF. – (Produtos Educacionais do PPGECM).

Inclui
bibliografia.
ISSN 2595-
3672

Modo de acesso gratuito: <http://www.upf.br/ppgecm>.
Este material integra os estudos desenvolvidos
junto ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de
Ciências e Matemática (PPGECM), na Universidade
de Passo Fundo (UPF), sob orientação do Profa.
Dra. Alana Neto Zoch.

1. Química (Ensino médio) - Estudo e ensino. 2. Proteínas.
3. Bioquímica. 4. Aprendizagem significativa. 5. Prática
de ensino. I. Zoch, Alana Neto. II. Título. III. Série.

CDU: 372.854

Bibliotecária responsável Juliana Langaro Silveira – CRB 10/2427

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	2
APORTES TEÓRICOS.....	4
DIÁRIO DE BORDO	6
A PROPOSTA DIDÁTICA	7
PASSO 1 - SITUAÇÃO INICIAL.....	7
PASSO 2 - SITUAÇÃO PROBLEMA	8
PASSO 3 - APROFUNDANDO CONHECIMENTOS	11
PASSO 4 - NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA	18
PASSO 5 - AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL	19
PASSO 6 - AULA EXPOSITIVA FINAL.....	21
PASSO 7 - AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM.....	22
PASSO 8 - AVALIAÇÃO DA UEPS.....	23
CARO PROFESSOR.....	25
REFERÊNCIAS	26
APÊNDICE A - Pré-teste	27
APÊNDICE B - Possibilidades de utilização do resíduo de soja - okara.....	29
APRESENTAÇÃO DOS AUTORES.....	30

APRESENTAÇÃO

Bem-vindo ao nosso produto educacional, uma sequência didática formatada como Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS). Desenvolvido dentro da linha de pesquisa Inovações Pedagógicas para o Ensino de Ciências e Matemática, do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM) da Universidade de Passo Fundo (UPF), este produto está associado à dissertação intitulada "UEPS voltada ao ensino de proteínas com base na produção de tofu", conduzida no referido programa sob a orientação da Profa. Dra. Alana Neto Zoch.

Sua aplicação foi realizada em uma turma de terceiro ano do Ensino Médio na Escola de Educação Básica Professor Eugênio Marchetti, em Herval D'Oeste, situada na região centro-oeste de Santa Catarina, conhecida por sua expressiva produção agrícola, razão pela qual a produção de tofu a partir da soja foi selecionada.

Durante a descrição dos passos é sugerido o uso de tecnologias digitais em diversos momentos, mas cabe ao professor adaptar conforme julgar adequado, até mesmo substituindo a produção de tofu por outra atividade experimental, mantendo os objetivos.

Ao longo dos anos, foi observado que a dificuldade de abstração dos conceitos e a falta de envolvimento dos alunos têm afetado negativamente sua compreensão nos componentes curriculares. Em resposta a esses desafios, a educação tem se adaptado, priorizando o estudante.

No contexto específico do Ensino de Química e Bioquímica, a compreensão das proteínas desempenha um papel crucial, sendo fundamentais para os organismos vivos. A BNCC destaca a importância de explorar conceitos de biologia molecular e celular na Química, fornecendo informações essenciais para entender processos vitais,

doenças e a evolução da vida, enquanto promove o desenvolvimento de competências científicas.

A produção de alimentos ricos em proteínas e de forma sustentável é um tema relevante, que envolve aspectos científicos, tecnológicos e sociais, influenciando padrões de consumo e a indústria alimentícia. A proposta didática aqui apresentada busca envolver ativamente os estudantes por meio de estratégias e recursos selecionados, especialmente pela produção de tofu, o qual é uma atividade rica em conceitos e de fácil realização em sala de aula.

Embora tenha sido desenvolvida para o terceiro ano do Ensino Médio, esta proposta pode ser adaptada para outros níveis de ensino, pois envolve diversos objetos de conhecimento. Além disso, materiais complementares como textos informativos e vídeos proporcionam discussões sobre questões ambientais e de saúde, alinhadas aos temas transversais contemporâneos da BNCC.

Este produto educacional, estruturado em uma sequência didática do tipo Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), é de livre acesso no portal do Educapes e também no site do PPGECM – UPF, no endereço <https://www.upf.br/ppgecm/dissertacoes-teses/produtos-educacionais>.

APORTES TEÓRICOS

A UEPS é uma sequência didática que tem como fundamentação a Teoria de Aprendizagem Significativa (TAS) de Ausubel (2003). Essa teoria busca explicar como o conhecimento pode ser construído e de forma significativa. Um dos fatores essenciais da TAS é identificar o conhecimento prévio (subsunçores) existentes na estrutura cognitiva do estudante. Isto porque, estes subsunçores vão ter o papel de ancorar o novo conhecimento que vai ser apresentado ao aprendiz.

Outro fator importante na TAS é que o estudante tenha predisposição em aprender, no sentido de que ele se empenhe em relacionar o novo conhecimento com os conhecimentos prévios. Esses dois fatores colocam o estudante como ponto central no processo de ensino e demandam do professor uma atuação em sala de aula que propicie a relação entre tais conhecimentos, auxiliando, assim, que a aprendizagem significativa possa ocorrer.

Dois parâmetros são fundamentais na TAS: a diferenciação progressiva, ou seja, que o conteúdo a ser trabalhado percorra o caminho do mais geral para o mais específico; e a reconciliação integradora, ou seja, que exista esse caminho de retorno entre as especificidades e o mais geral, de modo a identificar as relações entre os conceitos.

Considerando esses pontos, Moreira (2011) elaborou um tipo de sequência didática, a UEPS, dividida em 8 passos, os quais têm objetivos específicos e que contemplam os três fundamentos da TAS: levantamento dos conhecimentos prévios, diferenciação progressiva e reconciliação integradora. A proposta de Moreira (2011) apresenta oito passos, os quais também envolvem avaliação. Moreira sugere o uso de diferentes estratégias e recursos para elaboração do material didático

visando dar significado aos conceitos estudados, ou seja, que o material tenha a potencialidade de ser significativo para o estudante.

Levando em conta o que foi pontuado até aqui, surge a abordagem da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS), a qual tem como pressupostos promover a formação de um estudante que atue no seu contexto de forma crítico-reflexiva, tomando suas decisões embasadas no conhecimento estabelecido, ou seja, uma formação para a cidadania (Auler, 2008).

Um dos parâmetros para essa abordagem é contextualizar os conceitos, trazendo a influência da tríade CTS no desenvolvimento da sociedade. Adicionalmente, os aspectos ambientais decorrentes desse desenvolvimento podem ser inseridos, enriquecendo as discussões. A contextualização também é sugerida na BNCC (Brasil, 2017), portanto, permear o planejamento didático com esse parâmetro, contempla essa orientação.

Assim, os educadores podem fomentar uma aprendizagem que prima pela característica de ser significativa, quando planejam uma sequência didática tendo como base os aspectos de cognição tratados na TAS, quando desenvolvem uma abordagem que traz questões contemporâneas para trabalhar os conceitos - como a CTS - e quando adotam uma base metodológica como a da UEPS.

Professor, se quiser conhecer mais sobre a TAS, acesse o QR Code ao lado. É um tutorial em vídeo sobre esta teoria.



DIÁRIO DE BORDO

Professor, para que a avaliação da UEPS possa ser realizada com sucesso, será necessário que você produza um diário de bordo durante a aplicação da sequência.

Um diário de bordo, também conhecido como registro de classe ou registro de aula, é uma ferramenta essencial para professores em todos os níveis de ensino. É um documento onde os educadores registram informações relevantes sobre o progresso das aulas, o desempenho dos alunos, observações importantes e reflexões sobre o processo de ensino e aprendizagem.

O diário de bordo pode assumir diferentes formas, desde um caderno físico até uma planilha digital, dependendo das preferências e da praticidade de cada professor. Independentemente do formato, sua função é a mesma: documentar e acompanhar a jornada educativa.

Existem tutoriais explicando o que é um diário de bordo e tutoriais de como fazê-lo, até mesmo em ferramentas digitais. Uma busca na internet vai ajudar muito se você não faz uso desta ferramenta com frequência.

A PROPOSTA DIDÁTICA

Nesse capítulo a UEPS descreve as atividades propostas em cada passo que ela contempla, os quais são:

1. Situação inicial;
2. Lançamento de uma situação problema;
3. Exposição dialogada;
4. Nova situação problema;
5. Avaliação somativa;
6. Aula expositiva final;
7. Avaliação da aprendizagem;
8. Avaliação da UEPS.

**O TEMPO É APENAS
APROXIMADO.
FAÇA AS ADAPTAÇÕES
NECESSÁRIAS.**



PASSO 1- SITUAÇÃO INICIAL

Objetivo: Apresentação dos objetivos da sequência didática e aplicação do pré-teste para o levantamento dos conhecimentos prévios. Esta etapa é importante para que o professor identifique debilidades nos conhecimentos que são pré-requisitos para o entendimento de proteínas.

Recursos: smartphones com acesso à internet

**PROFESSOR... se NÃO
TIVER CELULAR, PODE
USAR MATERIAL
IMPRESSO...**



Tempo: 45 minutos

Desenvolvimento: Após o momento inicial dedicado a esclarecer os objetivos da aplicação desta sequência, os estudantes serão solicitados a acessar o site Socrative para a resolução de pré-teste (Apêndice A) que consiste em questionário com 10 perguntas objetivas destinadas a verificar os conhecimentos prévios sobre as funções orgânicas, principalmente ácido carboxílico e amina, e algumas propriedades físicas. Uma questão do pré-teste é discursiva, buscando identificar conhecimentos mais gerais relacionados às questões contemporâneas, as quais se pretende discutir posteriormente.

Com a aplicação do pré-teste, identificamos a existência de uma lacuna no conhecimento dos alunos em conteúdos necessários para a compreensão do tópico de proteínas. Com isso, foi necessário fazer revisão sobre íons, polaridade e interações intermoleculares. Pode ser que você encontre necessidades parecidas.

PASSO 2 - SITUAÇÃO PROBLEMA

Objetivo: Explorar a relação entre pecuária e meio ambiente

Recursos: TV ou projetor com som

Tempo: 90 minutos

Desenvolvimento: O professor iniciará o debate sobre a importância das proteínas na dieta humana, alavancando uma discussão sobre o consumo de carne versus sua produção a nível nacional e mundial, assim como suas interferências no meio ambiente, na perspectiva de inserir discussões que remetem ao enfoque CTS.

Para tanto, se propõe o uso de "microtextos" para cada tópico que se deseja discutir em sala de aula. Esses microtextos são trechos elaborados a partir de notícias veiculadas nas mídias. A ideia é trazer a problematização para a sala de aula de modo a permitir que os estudantes externalizem o que conhecem, ou suas opiniões acerca dos assuntos tratados nas notícias. Você pode dividir os estudantes em grupo e cada um fica responsável por ler um texto, depois se discute no grande grupo.

"Microtextos" para discussão em sala de aula

1- Desmatamento: a demanda por carne tem sido um importante fator no desmatamento de grandes áreas de florestas principalmente na Amazônia a expansão da pastagem e da produção de ração animal têm destruído ecossistemas importantes reduzindo a biodiversidade e liberando grandes quantidades de seu a CO₂ na atmosfera.

2- Emissões de gases de efeito estufa: a maioria das emissões de gases de efeito estufa no mundo é causada pela indústria pecuária a produção de carne produz grandes quantidades de metano um gás que tem um potencial muito maior que o dióxido de carbono para aquecer o planeta, além disso, a criação de animais para o consumo e o desmatamento contribuem para a liberação de CO₂.

3- Consumo e poluição da água: a produção de carne requer muita água, principalmente em regiões de baixo índice pluviométrico, tanto para irrigar os cultivos de alimentação para o gado quanto para o consumo de água pelos próprios animais. A pecuária também está relacionada à poluição de rios e aquíferos por resíduos de animais, como fezes e produtos químicos utilizados na produção animal (fertilizantes e pesticidas para a produção de ração; medicamentos para tratamento do animal).

4- Perda de biodiversidade: a perda de habitat e a diminuição de biodiversidade têm sido causadas pela expansão das áreas de pastagem e a

conversão de ecossistemas naturais em terras agrícolas para a produção de carne com isso os habitats naturais de muitas espécies estão ameaçados ou em perigo de extinção.

5- Hábitos alimentares: Devido ao impacto que o consumo de carne traz ao meio ambiente, e considerando que ele vem aumentando à medida que a população mundial cresce, uma das recomendações do Painel Intergovernamental contra Mudanças Climáticas da ONU é a mudança de hábitos alimentares da população mundial, adotando dietas saudáveis, balanceadas e sustentáveis. Por grama de proteína, a carne vermelha resulta em oito vezes mais gases nocivos jogados ao ambiente que o frango, e 25 vezes a do tofu. Trocando Trocar um quinto de nosso consumo de carne por outra fonte de proteínas, reduziria dramaticamente o desmatamento.

Referências:

DIAS, Nilson. Por que comer menos carne é ecologicamente correto. 2021. Disponível em: <https://pindorama.org.br/alimentacao-saudavel/por-que-comer-menos-carne-e-ecologicamente-correto>.

GIBBENS, Sarah. Consumo de carne traz consequências 'desastrosas' para o planeta, indica relatório. 2019. Disponível em: <https://www.nationalgeographicbrasil.com/meio-ambiente/2019/01/consumo-de-carne-vermelha-vegano-veganismo-consequencias-desastrosas-planeta>.

REYNOLDS, Matt. Não é preciso desistir da carne para ajudar o planeta - basta comer menos. 2022. Disponível em: <https://gq.globo.com/um-so-planeta/noticia/2022/05/nao-e-preciso-desistir-da-carne-para-ajudar-o-planeta-basta-comer-menos.html>.

RUETER, Gero; DAMASCENO, Marcio. Demanda global por carne impulsiona desmatamento no Brasil. 2021. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/demanda-global-por-carne-impulsiona-desmatamento-no-brasil-diz-relat%C3%B3rio/a-56147225>.

Em seguida, sugere-se assistir ao vídeo “O Futuro da Carne” (Figura 1a).

Figura 1 - Imagem do episódio O Futuro da Carne da série “Explicando” da Netflix.



Fonte: <https://unasp.br/blog/explicando-serie-na-netflix/>

O vídeo episódio 3 faz parte da 2ª temporada da série “Explicando”, disponível na Netflix. Ele pode ser acessado por meio do QR Code da Figura 1b ou no link disponibilizado na fonte.

Entendemos que os textos são atualizados e as plataformas de “streaming” modificam seus catálogos com frequência, portanto pode ser necessário buscar outros textos ou vídeo sobre o assunto. O importante é que ele proporcione discussão sobre como a ciência e a tecnologia interferem estão atreladas à produção de alimentos, buscando formas mais sustentáveis de obtenção.

PASSO 3 - APROFUNDANDO CONHECIMENTOS

Objetivo: Retomar os conceitos de funções orgânicas, estudar as proteínas e produzir tofu.

Recursos: material didático e espaço com utensílios de cozinha

Tempo: 180 minutos

Desenvolvimento: Neste passo, o objetivo é abordar os conteúdos que se deseja tratar, desta maneira, pretende-se trabalhar as proteínas: conceito; estruturas primária, secundária e terciária; função no organismo, bem como os processos de desnaturação. Este passo será dividido em dois momentos: Momento 1. Abordagem do conteúdo de Química; Momento 2. Produção de tofu.

Para o **Momento 1**, o aluno receberá um material cuja função é explorar as proteínas enquanto moléculas. Assim, serão trabalhados os conceitos de formação das proteínas (aminoácidos, ligação peptídica), níveis estruturais, ponto isoelétrico, íon zwitterion e desnaturação das proteínas.

Após o trabalho inicial, os estudantes darão início ao **Momento 2**, na cozinha da escola, devidamente orientados sobre segurança no manuseio de itens de cozinha e vestidos com EPI (Equipamento de Proteção Individual), para a produção de tofu. Ele é um dos produtos da soja, obtido do extrato de soja pela adição de sais ou ácidos para a precipitação das proteínas, resultando em um gel com textura lisa, macia e elástica (Ciabotti *et al.*, 2009).

Já na cozinha, o professor fará uma breve explicação sobre a importância da soja na alimentação, sobretudo na culinária asiática, bem como sua relação com a dieta vegetariana e vegana, demonstrando dados nutricionais da soja (Figura 2) e do tofu (Figura 3). Na sequência, os estudantes devem fazer a leitura da receita de tofu a fim de dirimir quaisquer dúvidas iniciais sobre a produção do tofu.

Figura 2 - Dados nutricionais do grão de soja

Informação Nutricional		
Porção de 100g (1 Porção)		
Quantidade por porção		% VD (*)
Valor Energético	83 kcal = 349 kj	3 %
Carboidratos	8g	3%
Proteínas	6g	8 %
Gorduras totais	3 g	6 %
Gorduras saturadas	1g	0%
Gorduras trans	0 g	**
Fibra Alimentar	3g	14%
Sódio	72mg	3%

* % Valores Diários com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kj. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.
** Valor Diário não estabelecido

Fonte: Rápido light. Disponível em: <https://rapidolight.com.br/wp-content/uploads/2015/06/Soja-moida.jpg>

Figura 3 - Dados nutricionais sobre o tofu



Fonte:

https://livupcms.imgix.net/tabela_nutricional_tofu_f582addf17.jpg?auto=compress,format

Após a leitura e explicação, os estudantes serão divididos em 5 grupos que deverão realizar as etapas independentes e em sequência da produção do tofu. Cada grupo deverá, ao final da sua respectiva etapa, limpar o ambiente e os utensílios utilizados. A seguir as etapas para a produção do tofu.

Acreditamos ser importante lembrar que para a produção do tofu, é necessário adequar o tempo com os colegas, uma vez que exige mais tempo do que a duração de uma ou duas aulas, como é a carga horária de uma disciplina, para um único período. Ajustar com os demais professores é fundamental para atingir o objetivo proposto neste passo.

Ingredientes:

- 1 xícara de grãos de soja
- 3-4 xícaras de água (para demolhar)
- 4 xícaras de água (para a mistura de soja)
- Coagulante (cloreto de magnésio)
- Sal (opcional)

Equipamento:

- Liquidificador
- Panela grande
- Termômetro de cozinha
- Pano de musselina ou coador de tofu
- Forma de tofu
- Peso (para pressionar o tofu)

Etapas

Demolhar os grãos de soja: (o professor faz anteriormente)

Lavar os grãos de soja em água fria. Coloque os grãos de soja em uma tigela grande e cubra com 3-4 vezes a quantidade de água.

Deixar os grãos de molho por 8-12 horas (ou durante a noite). O grão irá dobrar de tamanho (Figura 5).

Figura 5 – Comparação do grão de soja antes e depois de ficar de molho em água



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

1- Obtenção do extrato de soja:

Escorrer e enxaguar bem os grãos de soja demolhados e colocar no liquidificador; adicionar 4 xícaras de água.

Bater no liquidificador até obter uma pasta lisa e homogênea.

2- Coar a mistura:



Colocar uma panela grande no fogão e um coador de tofu ou um pano de musselina sobre ela e coar, separando a parte sólida do extrato.

Aquecer o extrato de soja em fogo médio, mexendo ocasionalmente, até que alcance uma temperatura de cerca de 80°C. Use um termômetro de cozinha para medir a temperatura. Se não tiver um termômetro, pode observar a formação de bolhas grandes pela lateral da panela. Esta não é uma forma precisa, mas fornece resultado aproximando de temperatura.

3 - Preparo do coagulante:



A concentração adequada de cloreto de magnésio (ou qualquer outro coagulante) para fazer tofu pode variar um pouco, dependendo das preferências pessoais e da textura desejada para o tofu. Uma concentração de cloreto de magnésio entre 0,1% e 0,3% é considerada comum e adequada para coagular a mistura de soja.

Fórmula geral para calcular a quantidade de cloreto de magnésio com base na concentração:

Quantidade de Cloreto de Magnésio (em gramas) = Massa da Mistura de Soja (em gramas) x Concentração Desejada (%) / 100

Por exemplo, para 500 gramas de mistura de soja, usar uma concentração de 0,2% de cloreto de magnésio:

Quantidade de Cloreto de Magnésio = $500 \text{ g} \times 0,2 / 100 = 1 \text{ g}$

Dissolver o coagulante (cloreto de magnésio) em um pouco de água quente.

**É AQUI ONDE OS ESTUDANTES
PODERÃO VER A INFLUÊNCIA DA
ACIDEZ NO PONTO ISOELÉTRICO DAS
PROTEÍNAS**



Adicionar a solução de coagulante à mistura de soja quente, mexendo cuidadosamente. A mistura começará a coagular e formar pequenos pedaços de tofu (Figura 6).

**A ACIDEZ ELEVA A CONCENTRAÇÃO DE
ÍONS HIDROGÊNIO, ALTERANDO A
POLARIDADE DA PROTEÍNA E,
CONSEQUENTEMENTE, SEPARANDO A
ÁGUA**



Figura 6 - Flocos de tofu



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

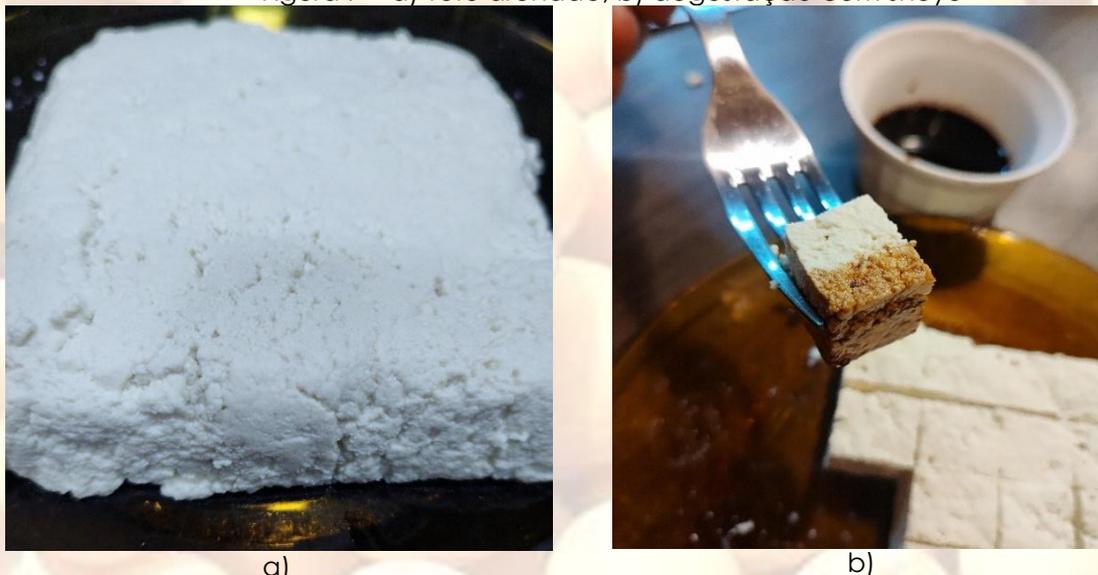
4 - Descanso e formação do tofu:

- Deixar a mistura repousar por cerca de 15-20 minutos para permitir que o coagulante faça seu trabalho.
- Colocar o pano de musselina ou o coador em uma forma e verter a mistura coagulada sobre ele.
- Dobrar o pano de musselina sobre a mistura coagulada e colocar um peso suavemente sobre o tofu para drenar o excesso de líquido.
- Deixar descansar por cerca de 15-30 minutos.

5 - Corte e armazenamento:

Desenformar o tofu (Figura 7a) e cortar em pedaços do tamanho desejado. Se preferir, você pode mergulhar os pedaços de tofu em uma solução de água salgada para adicionar sabor. Pode utilizar shoyu para provar o tofu (Figura 7b)

Figura 7 – a) Tofu drenado; b) degustação com shoyu



Fonte: Arquivo pessoal, 2024.

Ao final da produção, existirá sobra do material sólido da soja, não utilizado no tofu. Este subproduto é chamado de "okara" ou "casca de soja" (Bowles; Demiate, 2006). Essa parte contém fibras, proteínas e outros nutrientes e pode ser aproveitada de diversas formas (Apêndice B). Cabe ao professor discutir com os estudantes qual a forma que melhor podem destinar o okara, que pode ser acondicionado em freezer para um momento posterior. O professor disponibilizará possibilidades de uso desse resíduo.

Ao final do processo, o professor irá, junto dos estudantes, delimitar um tempo do encontro para fazer a degustação do tofu. Sugerimos a forma de ricota de soja, que exige menos preparação, uma vez que é simples e basta triturar os cubos com garfo e passar sobre torradas adquiridas previamente.

PASSO 4 - NOVA SITUAÇÃO PROBLEMA

Objetivo: Discutir a variabilidade aminoácidos em proteínas vegetais e animais

Recursos: material didático do professor e smartphones com acesso à internet.

Tempo: 120 minutos

Desenvolvimento: Para este passo, o professor fornecerá o link do texto “Como se manter saudável com uma dieta vegana”, da BBC News-Brasil, disponível em <https://www.bbc.com/portuguese/geral-37617223>. O texto pontua o que deve ser feito para compensar as diferenças entre fontes de proteínas, sem incentivar algum tipo de alimentação.

O texto deve ser lido integralmente e individualmente pelos estudantes que irão, na sequência, mediados pelo professor, formar um círculo a fim de discutir suas percepções sobre o texto. Este momento deve ampliar o entendimento sobre as diferenças entre proteínas que, embora contenham os mesmos aminoácidos, estes estão em quantidades diferenciadas e em ordens que possuem bioatividade e digestão diferenciadas, aspectos discutidos no texto.

É de suma importância, nesse momento, explorar as falas dos estudantes por meio de questionamentos que exijam conhecimentos científicos específicos para respondê-las ou que, na sua ausência, permita que eles reconheçam limitações no seu conhecimento, cabendo ao professor, elevar falas que estimulem a busca individual pelo conhecimento.

O professor retomará os aminoácidos, comentando suas estruturas químicas de modo a identificarem os aminoácidos citados no texto.

PASSO 5 - AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL

Objetivo: Produção de mapa mental

Recursos: computador ou notebook com acesso à internet.

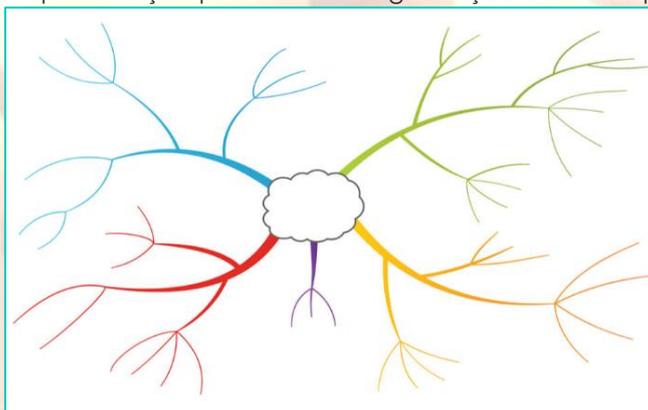
Tempo: 90 minutos

Desenvolvimento: Nesta aula, os estudantes terão a oportunidade de criar um mapa mental sobre os assuntos tratados ao longo da

intervenção didática a fim de que o professor possa verificar a assimilação do que foi estudado.

O mapa mental é um recurso pedagógico para sistematizar ideias (Buzan, 2009). Eles são uma ferramenta gráfica que apresenta uma estrutura de palavras-chave que se irradia, a partir a partir de uma palavra central, em ramificações, Figura 4, como uma teia (Marques, 2008).

Figura 4 - Representação para ilustrar a organização de um mapa mental



Fonte: <https://fia.com.br/blog/mapas-mentais-beneficios-como-construir-dicas-e-modelos/>

Com o mapa mental o professor poderá identificar a associações que o estudante estabeleceu, quais os pontos que julgou relevantes e suas relações, tornando-se assim um instrumento avaliativo diferenciado (Kraisig; Braibante, 2017).

Os estudantes poderão utilizar o Creately (Figura 5a) para a confecção do mapa, o professor disponibilizará o QR CODE da que reproduz um vídeo que ensina como utilizar a plataforma (Figura 5b)¹

¹ Tutorial disponível em: <http://bit.ly/3rL0Uaa>.

Figura 4 - Imagem representativa da plataforma Creately e o QR Code para acessar tutorial da plataforma

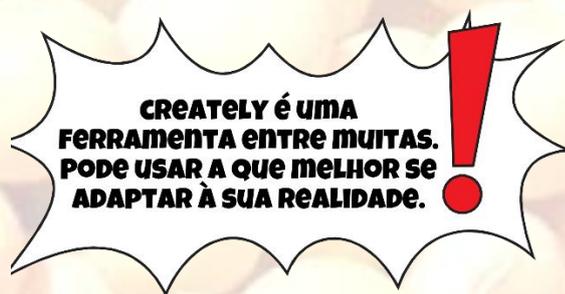


(a)

(b)

Fonte: (a) <https://creately.com/pt/lp/software-online-de-organograma/>; (b) Autor, 2023.

Professor acesse o link <http://bit.ly/3rL0Uaa>, é um tutorial que explica como usar o aplicativo Creately.



PASSO 6 - AULA EXPOSITIVA FINAL

Objetivo: análise dos mapas mentais

Recursos: mapas mentais

Tempo: 90 minutos

Desenvolvimento: Aqui o professor deve fazer a análise dos mapas mentais produzidos na avaliação somativa individual, a fim de verificar a os conhecimentos científicos sistematizados pelos estudantes. Os critérios adotados pelo professor para fazer a avaliação podem ser adequados à realidade do professor.

Após a conclusão da análise dos mapas, o professor pode se engajar em atividades de discussão e feedback, abordando os tópicos que requerem maior atenção. Essa interação direta com os estudantes, ao elucidar dúvidas e corrigir mal-entendidos, é uma parte crucial do processo educacional.

Ao fornecer esclarecimentos adicionais, exemplos práticos e discussões aprofundadas, o educador auxilia aos estudantes na construção de uma compreensão mais sólida e coerente dos conceitos científicos associados às proteínas.

PASSO 7 - AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM

Objetivo: realização do pós-teste

Recursos: smartphones com acesso à internet

Tempo: 90 minutos

Desenvolvimento: Neste passo será realizado o pós-teste, com as mesmas perguntas do pré-teste (Apêndice A), e uma avaliação que contará com cinco perguntas descritivas que podem ser disponibilizadas no Socrative ou entregues impressas para o estudante. Estas questões discursivas envolvem as relações do conteúdo trabalhado e o tema selecionado, além do enfoque CTS. As respostas necessitarão de conhecimentos científicos abordados durante a aplicação da UEPS.

Questionário com questões discursivas

1- Qual é a composição química das proteínas presentes tanto na carne convencional quanto no tofu, e como essas informações podem contribuir para a busca de alternativas sustentáveis na produção de alimentos?

2- Como a pesquisa em química de alimentos está direcionando esforços para desenvolver métodos de produção de carne cultivada em laboratório, visando a redução do impacto ambiental e a utilização eficiente de recursos naturais em comparação com a produção convencional de carne animal?

Fonte: Autor, 2023.

Cabe destacar que a avaliação deve ser realizada durante toda a intervenção didática, conforme propõe Moreira (2011), por meio dos questionamentos feitos pelos estudantes, pelo engajamento nas atividades, entre outras possibilidades de observação. Ou seja, deve ser priorizada a avaliação formativa.

PASSO 8 - AVALIAÇÃO DA UEPS

Objetivo: avaliar a viabilidade da UEPS

Recursos: diário de bordo do professor

Desenvolvimento: Neste passo, o professor deve, segundo Moreira (2011), fazer uma análise crítica de toda a intervenção para corrigir eventuais pontos fracos existentes. Durante toda a aplicação da sequência didática é fundamental que o professor analise os registros feitos ao longo do processo, buscando identificar indícios de aprendizagem significativa e avaliar a interação dos estudantes com as atividades propostas.

A análise dos registros permite ao professor acompanhar o desenvolvimento dos alunos, identificar suas conquistas e desafios, bem como verificar se os objetivos de aprendizagem estão sendo alcançados de forma significativa. O professor pode observar como os estudantes se apropriam dos conceitos e habilidades trabalhados, se conseguem fazer conexões com seus conhecimentos prévios e se demonstram interesse e motivação em relação ao conteúdo.

CARO PROFESSOR

Agradecemos por escolher nosso produto educacional. Ele foi desenvolvido visando proporcionar uma estrutura que promova uma aprendizagem significativa sobre proteínas. A concepção surgiu durante uma aula de uma disciplina eletiva para o Novo Ensino Médio, intitulada Química dos Alimentos, em um colégio na cidade de Joaçaba, SC. Após sua elaboração, foi aplicado com uma turma de 20 estudantes do 3º ano do Ensino Médio em uma escola pública de Herval d'Oeste - SC.

Os resultados demonstraram não apenas a importância, mas também o impacto positivo de abordagens pedagógicas que buscam estabelecer conexões entre os conhecimentos científicos e a realidade dos estudantes. A UEPS se tornou uma base metodológica relevante para capacitar o professor em seu trabalho didático, guiando-o na busca por um ensino que estimule uma aprendizagem significativa para o aluno.

As atividades propostas não só possibilitaram uma melhor assimilação dos conceitos, mas também incentivaram a reflexão sobre o papel da ciência e da tecnologia na sociedade contemporânea, promovendo uma compreensão mais ampla e contextualizada do conhecimento científico.

A inclusão de atividades práticas, como a produção de tofu, mostrou-se uma estratégia eficiente para tornar o processo de ensino-aprendizagem mais dinâmico, incentivando o envolvimento dos alunos e facilitando a compreensão de conceitos complexos de bioquímica.

Desejamos muito sucesso na aplicação deste produto educacional. Que sua utilização proporcione uma experiência enriquecedora para os estudantes, estimulando o aprendizado significativo e a reflexão crítica sobre os temas abordados, contribuindo para o desenvolvimento de habilidades essenciais para a vida acadêmica e profissional. Que os resultados obtidos sejam não apenas satisfatórios, mas também motivadores para continuarem explorando novas formas de ensinar e aprender. Estamos torcendo pelo seu sucesso!

REFERÊNCIAS

AUSUBEL, David Paul. **Aquisição e retenção de conhecimentos**: uma perspectiva cognitiva. Trad. de Teopisto, Lúcia. Lisboa: Plátano, 2003.

AULER, Décio. Enfoque ciência, tecnologia e sociedade, pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, Campinas, v. 1, p. 1-20, 2008.

BOWLES, Simone; DEMIATE, Ivo Motin. Caracterização físico-química de okara e aplicação em pães do tipo francês. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, jul./set. 2006.

BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Básica. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, DF, 2017. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versofinal_site.pdf. Acesso em: 22 ago. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação. **Temas contemporâneos e transversais na BNCC**. Brasília: Ministério da Educação, Secretaria de Educação Básica. 2019. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/implementacao/guia_pratico_temas_contemporaneos.pdf. Acesso em: 20 set. 2021.

CIABOTTI, S. et al. Propriedades tecnológicas e sensoriais de produto similar ao tofu obtido pela adição de soro de leite ao extrato de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 29, n. 2, 2009.

GUARALDO, Maria Clara; REYNOL, Fábio. **Ciência e tecnologia tornaram o Brasil um dos maiores produtores mundiais de alimentos**, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/75085849/ciencia-e-tecnologia-tornaram-o-brasil-um-dos-maiores-produtores-mundiais-de-alimentos>. Acesso: 20 ago. 2023.

KRAISIG, Ângela Renata; BRAIBANTE, Mara Elisa Fortes. Mapas mentais: instrumento para a construção do conhecimento científico relacionado à temática “cores”. **Journal of Basic Education, Technical and Technological**, v. 4, n. 2, p. 70-83, 2017.

MOREIRA, Marco Antonio. Unidades de enseñanza potencialmente significativas–UEPS. **Aprendizagem Significativa em Revista**, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011. Disponível em: http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf. Acesso em: 14 out. 2023.

APÊNDICE A - Pré-teste

- 1- Qual é a definição de grupo funcional?
 - a) Uma substância inorgânica.
 - b) Uma mistura de compostos orgânicos semelhantes.
 - c) Conjunto de átomos que caracterizam uma função orgânica.
 - d) Conjunto de átomos diferentes de carbono e hidrogênio.
 - e) Conjunto de moléculas semelhantes em suas propriedades químicas.

- 2- Marque a opção que fornece o grupo funcional presente nos ácidos carboxílicos?
 - a) Amino
 - b) Hidroxila
 - c) Carbonila
 - d) Nitro
 - e) Carboxila

- 3- Marque a opção que fornece a interação intermolecular que confere polaridade aos ácidos carboxílicos?
 - a) íon-dipolo
 - b) dipolo permanente
 - c) dipolo induzido
 - d) ligação de hidrogênio
 - e) Van der Waals

- 4- Marque a opção que fornece o nome da reação que os álcoois podem sofrer para produzir ácidos carboxílicos?
 - a) Redução
 - b) Halogenação
 - c) Oxidação
 - d) Hidrogenação
 - e) Esterificação

- 5- Marque a opção que fornece o nome do átomo do elemento químico presente no grupo funcional das aminas e que caracteriza essa função orgânica?
 - a) Cloro
 - b) Oxigênio
 - c) Carbono
 - d) Nitrogênio
 - e) Hidrogênio

- 6- As aminas são consideradas bases orgânicas devido a:
 - a) Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de cloro.
 - b) Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de carbono.
 - c) Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de nitrogênio.
 - d) Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de oxigênio.
 - e) Possuírem um par eletrônico disponível no átomo de hidrogênio.

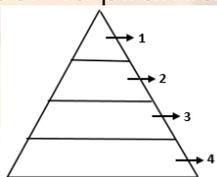
7- Marque a opção que fornece o nome da única substância que NÃO é um exemplo de proteína humana.

- a) Queratina
- b) Hemoglobina
- c) Colágeno
- d) Quitina
- e) Miosina

8- Marque a classe de compostos orgânicos que apresentam características apolares.

- a) Lipídeos
- b) Carboidratos
- c) Proteínas
- d) Aminoácidos
- e) Nucleotídeos

9- A seguir está representada uma pirâmide alimentar simplificada, dividida nos grupos de alimentos: energéticos, extra energéticos, construtores, reguladores. Considerando os alimentos proteicos, marque a opção que fornece o número onde esse grupo alimentar deve aparecer na pirâmide.



- a) 1
- b) 2
- c) 3
- d) 4

10- A classe dos aminoácidos apresenta um grupo que recebe a denominação de essenciais. A seguir são apresentadas algumas afirmações sobre esse grupo.

- I. serem de origem natural no organismo humano.
- II. não serem sintetizados pelo organismo humano.
- III. são obtidos apenas pela alimentação.
- IV. são os formadores de ácidos nucleicos, como o DNA.

Marque a opção que fornece as informações corretas quanto a denominação "essenciais":

- a) Apenas I.
- b) Apenas IV.
- c) Apenas I e IV.
- d) Apenas II e III.

11- Questão discursiva: Escreva o que você sabe sobre os seguintes assuntos:

- a) relação pecuária e meio ambiente.
- b) relação ciência-tecnologia com produção de alimento.

APÊNDICE B - Possibilidades de utilização do resíduo de soja - okara

Receitas de Culinária:

Adicione *okara* a sopas, ensopados ou molhos para aumentar a textura e o valor nutricional.

Misture *okara* em massas de bolos, muffins, pães ou panquecas para aumentar a proteína e a umidade.

Use-o como substituto de parte da farinha em receitas de biscoitos ou bolos para adicionar nutrição extra.

Leite ou Bebida de okara:

Misture o *okara* com água para fazer uma bebida semelhante ao leite de soja. Adicione adoçantes, como mel ou açúcar, e sabores como baunilha, se desejar.

Smoothies e Batidas:

Adicione *okara* aos seus smoothies e batidos para aumentar o teor de proteína e fibras.

Hambúrgueres e Nuggets Vegetais:

Use o *okara* como base para hambúrgueres vegetais ou nuggets, misturando-o com outros vegetais, temperos e ingredientes ligantes.

Receitas Salgadas:

Adicione *okara* às receitas de pratos salgados, como almôndegas, recheios de tortas ou empadas, ou até mesmo como enchimento para tacos.

Comida para Animais:

Se você tem animais de estimação, como cães ou gatos, o *okara* pode ser uma adição nutritiva à comida deles. Verifique com um veterinário antes de introduzir novos alimentos na dieta dos seus animais de estimação.

Compostagem:

Se nenhuma das opções acima lhe interessar, o *okara* pode ser compostado para enriquecer o solo da horta escolar.

APRESENTAÇÃO DOS AUTORES

Angelo Pinto de Souza é professor efetivo na disciplina de Química na Secretaria de Estado da Educação de Santa Catarina.

E-mail: angelo.pinto@unoesc.edu.br

Alana Neto Zoch: É professora titular da Universidade de Passo Fundo – RS, atuando na graduação e no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática (PPGECM). É doutora em Ciências pela UNICAMP.

E-mail: alana@upf.br