



UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

JOÃO PAZ LIMA JUNIOR

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA OXIDAÇÃO DOS
ÁLCOOIS – UM ESTUDO DE CASO**

Caruaru

2024

JOÃO PAZ LIMA JUNIOR

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA OXIDAÇÃO DOS
ÁLCOOIS – UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Área de concentração: Educação em Ciências e Matemática.

Orientadora: Prof. Dr^a Ana Paula Freitas da Silva

Coorientador: Prof. Dr. José Ayrton Lira dos Anjos

Caruaru

2024

Catálogo de Publicação na Fonte. UFPE - Biblioteca Central

Lima Junior, João Paz.

Contribuições de uma unidade de ensino potencialmente significativa para a aprendizagem significativa da oxidação dos Alcoois - um estudo de caso / João Paz Lima Junior. - Recife, 2024.

129f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico do Agreste, Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática, 2024.

Orientação: Ana Paula Freitas da Silva.

Coorientação: José Ayrton Lira dos Anjos.

Inclui referências, apêndices e anexos.

1. Aprendizagem significativa; 2. Ensino de Química; 3. Experimentação problematizadora; 4. Oxidação; 5. Funções Oxigenadas. I. Silva, Ana Paula Freitas da. II. Anjos, José Ayrton Lira dos. III. Título.

UFPE-Biblioteca Central

JOÃO PAZ LIMA JUNIOR

**CONTRIBUIÇÕES DE UMA UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE
SIGNIFICATIVA PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DA OXIDAÇÃO DOS
ÁLCOOIS – UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Matemática da Universidade Federal de Pernambuco, como requisito parcial para a obtenção do título de mestre em Educação em Ciências e Matemática.

Aprovada em: 28/02/2024

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dra. Ana Paula Freitas da Silva (Orientadora)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. José Ayron Lira dos Anjos (Coorientador)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dra. Katia Kalligares Rodrigues (Examinador interno)
Universidade Federal de Pernambuco

Prof. Dr. Cristiano de Almeida Cardoso Marcelino Junior (Examinador externo)
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Dedico este trabalho ao meu querido e amado pai, João Paz Lima (*in memoriam*), por ter sido para mim sempre uma referência de homem íntegro, honesto e correto.

Apesar das adversidades da vida nunca me deixou sozinho, sempre me aconselhando e me orientando. Te amo, meu pai!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, pai e criador de todas as coisas, por permitir a realização deste sonho, sendo fonte de energia e força em todos os momentos, sobretudo nos momentos mais difíceis.

Ao meu pai, João (*in memoriam*) que foi um dos principais incentivadores da minha carreira, com seus conselhos apontou caminhos e com seu amor e sua dedicação como pai, me construiu como cidadão íntegro e solidário.

À minha mãe, Jaciane, que com sua força e fé nunca mediu esforços para a criação de seus filhos, sempre nos ofertando amor, sendo um acalento nos momentos mais difíceis.

À minha esposa, Juliana, por nunca me deixar desanimar durante essa jornada acadêmica, sempre com palavras de incentivos e transbordando confiança de que tudo se sairia bem.

À minha filha, Maria Cecília, nascida durante o curso de mestrado, nela encontrei motivações para sempre buscar o melhor, sempre evoluir, nos momentos difíceis, o seu sorriso foi fonte de energia.

Ao meu irmão, Lucas, que durante nossos encontros e conversas sempre passou uma enorme tranquilidade para que conseguisse continuar desenvolvendo este trabalho.

Aos meus amigos e colegas de trabalho da Escola de Referência em Ensino Médio de Panelas, que não mediram esforços para me incentivar, servindo como fonte de inspiração e sempre oferecendo um ombro amigo. Com vocês aprendi muito, e os dias se tornam mais leves e divertidos.

A todos os meus professores, que contribuíram para a minha formação desde a alfabetização até a conclusão deste curso de mestrado. Gratidão por vocês acreditarem que eu pudesse sempre alçar voos mais altos, na minha formação têm traços de cada um de vocês que passaram ao longo da minha trajetória escolar e acadêmica.

À professora Ana Paula, minha orientadora, e ao professor José Ayron, meu Coorientador, por acreditarem no potencial deste trabalho, me motivando nos momentos que precisava de ânimo. Com vocês aprendi muito e espero continuar aprendendo.

Aos meus amigos e colegas de turma do mestrado, nossas trocas de experiências e angústia ajudaram a me fortalecer, trazendo grandes contribuições para a construção deste trabalho.

Por fim, GRATIDÃO a todos vocês que contribuíram para a conclusão deste trabalho.

“A oração é a vereda silenciosa que nos conduz diretamente ao coração de Deus; é o respiro da alma que nos doa novamente paz nas tempestades da vida” (Papa Bento XVI).

RESUMO

As dificuldades que os estudantes enfrentam para compreender os conceitos de química são uma realidade na educação básica. As metodologias adotadas em sala de aula e a falta de lógica dos conceitos se apresentam como barreiras para a construção do saber químico. Dessa maneira, a presente pesquisa propôs compreender como uma unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS) ambientada em uma experimentação problematizadora contribuiu para a construção dos conceitos relacionados a oxidação dos álcoois, em turmas do 3º ano do ensino médio, em uma escola pertencente a rede estadual de Pernambuco. Com isso buscou-se identificar e analisar, através das evoluções e reorganizações conceituais, possíveis modificações na estrutura cognitiva dos estudantes. Para tanto, foram coletados dados no decorrer das etapas da UEPS, que englobam a construção de mapas conceituais, participação em atividades experimentais realizadas de forma síncrona e assíncrona e momentos de discussões. Tais dados foram submetidos à uma análise qualitativa, cujo os parâmetros foram fundamentados na concepção de Lemos e Moreira. A pesquisa possibilitou identificar processos cognitivos, de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, que sugerem a construção de uma aprendizagem significativa acerca da reação de oxidação dos álcoois. Dessa maneira, as UEPS surgem como uma possibilidade para o ensino de química na educação básica, contribuindo para a construção dos saberes químicos.

Palavras-chave: Aprendizagem Significativa; Ensino de Química; Experimentação Problematizadora; Oxidação; Funções Oxigenadas.

ABSTRACT

The difficulties students face in understanding chemistry concepts are a reality in basic education. The methodologies adopted in the classroom and the lack of logic in the concepts are barriers to the construction of chemical knowledge. In this way, this research set out to understand how a potentially significant teaching unit (PSU) based on problematizing experimentation contributed to the construction of concepts related to the oxidation of alcohols in 3rd year high school classes in a school belonging to the Pernambuco state network. The aim was to identify and analyze possible changes in the students' cognitive structure through conceptual evolution and reorganization. To this end, data was collected during the stages of the UEPS, which included the construction of concept maps, participation in experimental activities carried out synchronously and asynchronously and moments of discussion. This data was submitted to a qualitative analysis, the parameters of which were based on Lemos and Moreira's conception. The research made it possible to identify cognitive processes of progressive differentiation and integrative reconciliation, which suggest the construction of meaningful learning about the oxidation reaction of alcohols. In this way, the UEPS appear as a possibility for teaching chemistry in basic education, contributing to the construction of chemical knowledge.

Keywords: Meaningful Learning; Chemistry Teaching; Problematizing Experimentation; Oxidation; Oxygenated Functions.

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 –	Principais funções orgânicas oxigenadas.....	23
Quadro 2 –	Oxidação dos compostos orgânicos.....	25
Quadro 3 –	Etapas de uma UEPS.....	35
Quadro 4 –	Cronograma para desenvolvimento da UEPS.....	40
Quadro 5 –	Situação 1 – problema de baixa complexidade.....	43
Quadro 6 –	Situação-problema 2.....	44
Quadro 7 –	Parâmetros que serão utilizados para análise das discussões e mapa conceitual.....	47
Quadro 8 –	Resultado do mapeamento dos conhecimentos prévios dos participantes sobre a reação de oxidação dos compostos orgânicos.....	65
Quadro 9 –	Questões para a investigação dos experimentos.....	73
Quadro 10 –	Respostas ao primeiro item do roteiro experimental.....	73
Quadro 11 –	Respostas ao segundo item do roteiro experimental.....	74
Quadro 12 –	Respostas ao terceiro item do roteiro experimental.....	75
Quadro 13 –	Respostas ao quarto item do roteiro experimental.....	76
Quadro 14 –	Respostas ao quinto item do roteiro experimental.....	77
Quadro 15 –	Respostas ao sexto item do roteiro experimental.....	78
Quadro 16 –	Mapeamento dos conceitos mencionados nas etapas da UEPS.....	90

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 –	Oxidação dos álcoois.....	26
Figura 2 –	Moléculas de lactose, glicose e ácido láctico.....	27
Figura 3 –	Mapa inicial de P1 sobre o conceito de álcool.....	51
Figura 4 –	Mapa inicial de P2 sobre o conceito de álcool.....	52
Figura 5 –	Mapa inicial de P3 sobre o conceito de álcool.....	53
Figura 6 –	Mapa inicial de P4 sobre o conceito de álcool.....	53
Figura 7 –	Mapa inicial de P5 sobre o conceito de álcool.....	54
Figura 8 –	Mapa inicial de P6 sobre o conceito de álcool.....	55
Figura 9 –	Mapa inicial de P7 sobre o conceito de álcool.....	55
Figura 10 –	Mapa inicial de P1 sobre a reação de oxidação.....	56
Figura 11 –	Mapa inicial de P2 sobre a reação de oxidação.....	57
Figura 12 –	Mapa inicial de P3 sobre a reação de oxidação.....	58
Figura 13 –	Mapa inicial de P4 sobre a reação de oxidação.....	59
Figura 14 –	Mapa inicial de P5 sobre a reação de oxidação.....	59
Figura 15 –	Mapa inicial de P6 sobre a reação de oxidação.....	60
Figura 16 –	Mapa inicial de P7 sobre a reação de oxidação.....	61
Figura 17 –	Desempenho dos estudantes na situação-problema 1.....	63
Figura 18 –	Mapa conceitual inicial do estudante P3.....	68
Figura 19 –	Mapa conceitual inicial do estudante P5.....	69
Figura 20 –	Materiais utilizados no experimento “oxidação dos álcoois”	72
Figura 21 –	Resultado do experimento sobre a oxidação dos álcoois.....	72
Figura 22 –	Mapa conceitual final de P1.....	81
Figura 23 –	Mapa conceitual final de P2.....	81
Figura 24 –	Mapa conceitual final de P3.....	83
Figura 25 –	Mapa conceitual final de P4.....	84
Figura 26 –	Mapa conceitual final de P5.....	85
Figura 27 –	Mapa conceitual final de P6.....	87
Figura 28 –	Mapa conceitual final de P7.....	88

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	14
1.1	OBJETIVOS.....	16
1.1.1	Objetivo geral.....	16
1.1.2	Objetivos específicos.....	16
1.2	JUSTIFICATIVA.....	16
1.3	OBJETO DE ESTUDO.....	17
1.4	HIPÓTESE.....	17
1.5	ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULO DA DISSERTAÇÃO.....	18
2	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	19
2.1	O ENSINO DE QUÍMICA E SEUS DESAFIOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA.....	19
2.2	A OXIDAÇÃO DOS ÁLCOOIS E CONCEITOS RELACIONADOS.....	21
2.3	A EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA.....	27
2.4	A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS).....	30
2.5	AS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS).....	34
3	METODOLOGIA.....	36
3.1	DESENHO DA PESQUISA (TIPO DE ESTUDO).....	36
3.1.1	Do ponto de vista da natureza.....	36
3.1.2	Do ponto de vista da abordagem.....	36
3.1.3	Do ponto de vista dos objetivos.....	37
3.1.4	Do ponto de vista dos procedimentos técnicos.....	37
3.2	LOCAL DA PESQUISA.....	38
3.3	AMOSTRA DE PARTICIPANTES.....	38
3.4	ASPECTOS ÉTICOS.....	38
3.5	CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO.....	39
3.6	RECRUTAMENTO DOS PARTICIPANTES.....	39
3.7	INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	40
3.8	PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS.....	41
3.9	ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS.....	46
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	50

4.1	IDENTIFICANDO O CONHECIMENTO PRÉVIO.....	50
4.2	SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS IDENTIFICADOS NAS ETAPAS INICIAIS.....	64
4.3	A PREPARAÇÃO PARA A ETAPA EXPERIMENTAL.....	70
4.4	OS MAPAS CONCEITUAIS E AS DISCUSSÕES FINAIS.....	80
4.5	A EVOLUÇÃO CONCEITUAL DOS ESTUDANTES AO DECORRER DAS ETAPAS DA UEPS.....	89
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	94
	REFERÊNCIAS.....	97
	APÊNDICE A – ROTEIRO EXPERIMENTAL.....	102
	APÊNDICE B – PROBLEMAS PROPOSTOS.....	105
	APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	106
	APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO.....	109
	APÊNDICE E – CARTA DE ANUÊNCIA.....	112
	APÊNDICE F – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE.....	113
	APÊNDICE G – ORÇAMENTO.....	115
	ANEXO A – MAPAS INICIAIS DE P1.....	116
	ANEXO B – MAPA FINAL DE P1.....	117
	ANEXO C – MAPAS INICIAIS DE P2.....	118
	ANEXO D – MAPA FINAL DE P2.....	119
	ANEXO E – MAPAS INICIAIS DE P3.....	120
	ANEXO F – MAPA FINAL DE P3.....	121
	ANEXO G – MAPAS INICIAIS DE P4.....	122
	ANEXO H – MAPA FINAL DE P4.....	123
	ANEXO I – MAPAS INICIAIS DE P5.....	124
	ANEXO J – MAPA FINAL DE P5.....	125
	ANEXO K – MAPAS INICIAIS DE P6.....	126
	ANEXO L – MAPA FINAL DE P6.....	127
	ANEXO M – MAPAS INICIAIS DE P7.....	128
	ANEXO N – MAPA FINAL DE P7.....	129

1 INTRODUÇÃO

A disciplina de química, no ensino médio, ainda é considerada como um componente curricular no qual os estudantes apresentam dificuldades de compreensão, sendo a principal delas a falta de lógica na compreensão dos conceitos químicos já assimilados e ordenados na estrutura cognitiva do estudante (Roque; Silva, 2008; Alves; Sangiogo; Pastoriza, 2021), o que pode ser considerado como um dos fatores responsáveis pelo baixo desempenho escolar dos discentes. Esta falta de lógica pode ser fruto de um ensino que traz pouca contextualização dos conceitos abordados, bem como, de um ensino que prioriza apenas o ato de decorar conceitos (Medeiros, 2019). Isso acaba desafiando o professor a alinhar caminhos metodológicos, para amenizar estas dificuldades apresentadas pelos estudantes ao longo do processo de aprendizagem.

As dificuldades que permeiam a aprendizagem dos conceitos de química reverberam na área de química orgânica, fazendo com que os estudantes apresentem deficiências conceituais que implicam em visões equivocadas sobre as propriedades e os fenômenos que justificam a utilização de certos compostos orgânicos em situações específicas no cotidiano.

Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008) e Valadão, Araujo Neto e Lopes (2017), sugerem que o ensino de química orgânica, no ensino médio, ocorre preferencialmente através de aulas puramente expositivas, inviabilizando a realização de questionamentos que auxiliam na construção de significados sobre o que está sendo estudado, comprometendo o processo de aprendizagem. Com isso, os alunos acabam se apropriando dos conceitos científicos de forma mecânica, não encontrando em sua estrutura cognitiva conceitos pertinentes que possibilitem uma melhor articulação entre eles, nem sentido lógico para os conceitos, resultando em elaborações conceituais equivocadas (Rodrigues; Silva; Quadros, 2011).

Para o desenvolvimento da pesquisa, torna-se necessário a utilização de conceitos relacionados à aprendizagem significativa, segundo a perspectiva clássica, proposta por David Ausubel (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Ausubel, 2003), bem como os aportes teóricos relacionados à utilização da experimentação problematizadora na perspectiva de Delizoicov (2005) adaptada por Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008).

Tavares (2004), levando em consideração as ideias de Ausubel (Ausubel; Novak; Hanesian, 1980; Ausubel, 2003), propõe que a aprendizagem significativa é a que possibilita que o aluno transforme a lógica pedagógica, contida na prática do professor, em sentido psicológico, ou seja, os conceitos são inseridos de forma não-arbitrária, em sua estrutura cognitiva, ancorados em seus conhecimentos prévios.

Moreira (2012) propõe sobre a existência de processos cognitivos que são facilitadores da aprendizagem significativa, apresentando a ideia de diferenciação progressiva e reconciliação integradora. Estes processos colaboram para uma ressignificação dos conceitos presentes na estrutura cognitiva do estudante, trazendo maior estabilidade e robustez.

Em busca de agregar valor à pesquisa, será utilizado, no favorecimento da aprendizagem significativa da oxidação dos álcoois a experimentação problematizadora. Tal prática pode estimular os participantes a desenvolverem sua capacidade crítica, promovendo o engajamento dos alunos, o que pode levar a evolução dos termos conceituais (Francisco Junior; Ferreira; Hartwig 2008).

Sendo assim, a experimentação problematizadora apresenta-se como uma possibilidade, para amenizar as dificuldades de ensinar e aprender a química orgânica, citadas por Zanon, Guerreiro e Oliveira (2008) e Valadão, Araujo Neto e Lopes (2017), podendo assim contribuir para a aprendizagem significativa da oxidação dos álcoois.

Dessa maneira, propomos uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) envolvendo a experimentação problematizadora com o objetivo de auxiliar na aprendizagem significativa do fenômeno da oxidação de álcoois. Vale destacar que de acordo com Moreira (2011 *apud* Ferreira *et al.*, 2020) as UEPS podem ser enquadradas como uma sequência didática que contempla metodologias cujo principal objetivo é possibilitar aos sujeitos uma aprendizagem significativa sobre conceitos que podem ser propostos.

Com isso, para que sejam alcançados os objetivos desta pesquisa, faz-se necessário a utilização de instrumentos de coletas diversificados, que permitam identificar os conhecimentos prévios e seu processo de ressignificação a partir dos processos cognitivos, bem como, instrumentos que identifiquem a relevância da experimentação problematizadora, no processo de favorecimento de uma aprendizagem significativa dos conceitos envolvidos na oxidação dos álcoois no desenvolvimento de habilidades pertinentes.

Após a apresentação da abordagem na pesquisa, faz-se necessário a apresentação dos objetivos que a nortearão, estes serão apresentados a seguir.

1.1 OBJETIVOS

Para a melhor compreensão da proposta da pesquisa, faz-se necessário saber quais os objetivos que nortearão este trabalho.

1.1.1 Objetivo geral

- Analisar as relações entre os saberes de química e a construção da solução dos problemas propostos, verificando como os processos cognitivos e a aprendizagem da oxidação dos álcoois são potencializados pela UEPS.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar o conhecimento prévio dos alunos relacionados à oxidação dos álcoois, e sua ressignificação a partir da investigação de contextos, da apropriação de termos e procedimentos químicos em fenômenos e eventos do cotidiano do aprendiz;
- Identificar, as repercussões que as situações didáticas, fundamentadas na UEPS, impactam na compreensão significativa de conceitos de química correlatos ao objetivo da pesquisa.
- Compreender as contribuições de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para a aprendizagem significativa dos conceitos de oxidação dos álcoois.

1.2 JUSTIFICATIVA

É perceptível que tanto o ensino quanto a aprendizagem de química, no ensino médio apresentam diversos desafios, tanto para professores, quanto para os estudantes. Estes problemas acabam reverberando no desempenho dos estudantes. O modelo de aula puramente expositiva (tradicional) acaba desmotivando o estudante, fazendo com que o seu rendimento escolar seja prejudicado.

Outro fator que colabora para a desmotivação do estudante na disciplina de química é a falta de contextualização, demandando do estudante uma simples memorização de conceitos e fórmulas. Levando em consideração os conceitos das funções orgânicas oxigenadas, muitas vezes estes conceitos são abordados pelos professores, onde os alunos são influenciados a memorizar conceitos e identificar grupos funcionais, não trazendo uma contextualização necessária, negligenciando a aplicabilidade destes conceitos em seu cotidiano.

Dessa maneira, percebe-se que estes conceitos, essenciais para a formação do estudante, da forma que são abordados em sala de aula acabam não fazendo nenhum sentido lógico para o estudante, pois, na maioria das vezes são poucos que percebem a importância destes conceitos no dia-a-dia (Rodrigues; Silva; Quadros, 2011).

Na experimentação problematizadora, almeja-se além da contextualização dos conceitos abordados o desenvolvimento, por parte do estudante, de sua capacidade argumentativa e de reflexão, proporcionado ao estudante uma prática investigativa, propondo um ambiente de questionamentos e debates acerca dos fenômenos observados.

1.3 OBJETO DE ESTUDO

Diante do que foi exposto, este projeto de pesquisa tem como objeto de estudo a aprendizagem significativa da reação de oxidação dos álcoois e dos conceitos relacionados, buscando compreender como uma UEPS, fundamentada na experimentação problematizadora, pode favorecer os processos cognitivos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

1.4 HIPÓTESE

De acordo com que foi evidenciado é possível construir como hipótese que: A aplicação de uma UEPS, fundamentada na experimentação problematizadora, poderá proporcionar uma aprendizagem significativa dos conceitos de oxidação dos álcoois, visto que estas metodologias poderão proporcionar uma interação entre o que o aluno já sabe e o novo conhecimento, favorecendo os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

1.5. ORGANIZAÇÃO DOS CAPÍTULO DA DISSERTAÇÃO

Para uma melhor organização e a fim de facilitar a compreensão, esta dissertação foi estruturada com o capítulo de introdução, para situar o objeto de estudo, a fim de apresentar as razões que levaram a esta pesquisa bem como seus objetivos e hipóteses.

Em seguida, temos o capítulo da fundamentação teórica, construído para abordar os principais conceitos que podem ser relacionados com o objeto de estudo. Este capítulo apresenta um breve recorte sobre o ensino de química na educação básica, conceitos sobre a oxidação dos álcoois na perspectiva de Solomons e Fryhle, (2000,2002) e McMurry (1997). A experimentação problematizadora (Francisco Junior; Ferreira; Hartwig, 2008). A Teoria da aprendizagem significativa (Moreira, 2012) e por fim sobre as Unidades de Ensino potencialmente significativa (Pantoja; Moreira, 2020).

No capítulo sobre a metodologia, foi apresentado toda a classificação da tipologia desta pesquisa, bem como os caminhos metodológicos utilizados, com o esclarecimento de cada uma das etapas.

Nos resultados e discussões foram apresentados todos os dados que foram coletados, através de mapas conceituais construídos pelos estudantes e anotações realizadas durante e após as atividades experimentais. Estes dados foram analisados de forma qualitativa segundo parâmetros adaptados do trabalho de Lemos e Moreira (2011).

Nas considerações finais, foram apresentadas reflexões acerca dos resultados obtidos por esta pesquisa a fim de perceber até que pontos os objetivos deste trabalho foram contemplados, bem como uma compreensão de como estes resultados podem ser utilizados para a realização de pesquisas futuras.

Por fim, será apresentada as referências bibliográficas dos trabalhos e obras que foram utilizados para a realização desta pesquisa e construção deste trabalho, bem como apêndices e anexos, para explicitar os materiais que foram utilizados e e construídos durante a realização desta pesquisa.

2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Neste tópico serão expostos os conceitos, bem como os principais teóricos que nortearam esta pesquisa, trazendo um recorte sobre o ensino de química na educação básica e os conceitos químicos e metodológicos atrelados à proposta de pesquisa.

2.1 O ENSINO DE QUÍMICA E SEUS DESAFIOS NA EDUCAÇÃO BÁSICA

Segundo Roque e Silva (2008) o ensino de química, na educação básica, sempre foi cercado de várias dificuldades, pois “estão atreladas, principalmente, à utilização e a interpretação da linguagem química” (Valadão, Araujo Neto, Lopes, 2017, p. 2), o que dificulta a compreensão e aprendizagem de alguns conceitos.

A escola ainda está centrada no professor, onde o mesmo é o detentor do conhecimento, sendo ele o que pensa e fala, tornando o aluno um mero espectador, o que segundo Freire (2005) demonstra um modelo de escola que segue uma tendência tradicional, distante das demandas formativas dos estudantes do século XXI.

Lopes *et al.* (2011) evidenciam essas demandas formativas, quando sugerem que os alunos devem ter criatividade, autonomia, consciência e responsabilidade; para que possam refletir frente às situações do cotidiano. Por isso, o professor contemporâneo deve buscar metodologias que evitem a simples transmissão-recepção dos conteúdos, despertando deste modo a curiosidade, tornando os alunos mais críticos do seu processo de aprendizagem. Assim, o aprender torna-se mais instigante e passa a fornecer, ao aprendiz, um novo significado para aquilo que está sendo aprendido.

Rocha e Vasconcelos (2016) evidenciam que

O ensino de Química geralmente vem sendo estruturado em torno de atividades que levam à memorização de informações, fórmulas e conhecimentos que limitam o aprendizado dos alunos e contribuem para a desmotivação em aprender e estudar Química. ” (Rocha; Vasconcelos, 2016, p. 6).

As dificuldades que os estudantes apresentam em aprender química se estende para química orgânica, pois, de acordo com Alves, Sangiogo e Pastoriza (2021) muitos dos obstáculos de aprendizagem que os estudantes apresentam em

química orgânica são decorrentes do fato de não terem aprendido conceitos químicos que são basilares para a orgânica, fruto de um ensino sem contextualização e de uma linguagem química que por muitas vezes não é compreendida.

Diante do que foi exposto, sobre as principais dificuldades apresentadas no ensino de química, percebe-se que os professores são desafiados a buscar soluções para enfrentar as dificuldades impostas pelo uso da linguagem química (Valadão; Araújo Neto; Lopes, 2017), buscando assim romper o paradigma do papel central do professor na aprendizagem dos alunos (Freire, 2005).

Santos *et al.* (2013) discorrem sobre os fatores que proporcionam a desmotivação do aluno de química no ensino médio, quando evidenciam a dificuldade que os estudantes possuem com o cálculo matemático, juntamente com a dificuldade de memorização de fórmulas e modelos matemáticos. Os autores ainda citam fatores como, a complexidade dos conteúdos e a metodologia adotada pelos professores; sendo estes dois mais relacionáveis com a oxidação dos álcoois.

Desse modo, os professores são levados a buscar soluções para os problemas evidenciados, tanto do ensino quanto da aprendizagem dos conteúdos de química. Com relação aos problemas ocasionados pela utilização da linguagem química durante as aulas, podem ser propostas atividades subsidiadas na contextualização dos conceitos abordados o que pode auxiliar na compreensão dos estudantes sobre o conteúdo estudado, estabelecendo relações entre o que foi estudado e o seu cotidiano.

Sobre a ideia da motivação dos estudantes nas aulas de química, Gonçalves e Marques (2006) refletem sobre a importância de abordar a prática experimental nas aulas de química, como forma de proporcionar um enriquecimento dos conhecimentos científicos, ocasionando uma motivação maior dos discentes para participar das atividades propostas, o que pode sugerir um favorecimento da aprendizagem.

Ainda buscando soluções para os desafios encontrados no ensino da química, Andrade e Simões (2018) propõem o uso da problematização como uma forma de estimular os estudantes a aprenderem os conceitos químicos, pois, desperta a curiosidade do estudante motivando-os a participar das discussões.

Roque e Silva (2008) discorrem sobre a impossibilidade de o aluno aprender química sem a devida apropriação dos termos químicos, termos que são decorrentes

de uma linguagem que é própria para esta área de conhecimento, com isso, torna-se necessário a utilização da contextualização, para que o aluno tenha a sua compreensão facilitada, contribuindo assim, para a desmistificação da linguagem química.

Nesta pesquisa serão abordados os conceitos inerentes à oxidação dos álcoois, desta maneira é de fundamental importância discutir o conceito de oxidação, bem como os conceitos atrelados às funções orgânicas oxigenadas (grupo ao qual pertence os álcoois).

2.2 A OXIDAÇÃO DOS ÁLCOOIS E CONCEITOS RELACIONADOS.

Este subtópico tem como proposta, apresentar os principais conceitos sobre as funções orgânicas oxigenadas, que são abordados no ensino médio, e que contemplam a proposta dessa pesquisa, que busca, através de uma UEPS, compreender as possíveis contribuições para os processos cognitivos que podem ser evocados da aprendizagem significativa dos conceitos de oxidação dos álcoois.

Para o desenvolvimento deste trabalho torna-se necessário conhecer os principais conceitos, que podem ser relacionados à química orgânica, de forma específica, os conceitos relacionados às funções orgânicas oxigenadas e seus principais grupos funcionais (álcool, éter, éster, cetona, aldeído e ácido carboxílico). Esta compreensão inicial favorecerá o entendimento sobre os conceitos de oxidação dos álcoois.

Este conceito de química orgânica (oxidação dos álcoois), foi escolhido para o desenvolvimento desta pesquisa devido a importância que estas substâncias possuem no cotidiano, bem como, as dificuldades que os alunos possuem em associar estes conceitos com as substâncias que permeiam a sua realidade.

Segundo Solomons e Fryhle (2012 *apud* Silva, 2017, p. 14) “a Química Orgânica é uma área que estuda os compostos que contém carbono”. Dentre as funções orgânicas, estão as chamadas oxigenadas (álcool, fenol, éter, éster, aldeído, cetona e ácido carboxílico) que compõem um grupo variado de compostos orgânicos. Dessa forma, faz-se necessário que os estudantes do ensino médio aprendam os conceitos associados às funções orgânicas oxigenadas, e as diversas situações de seu cotidiano que podem estar relacionadas com estes conceitos.

Roque e Silva (2008) evidenciam que no ensino médio, uma das principais dificuldades que os alunos apresentam em aprender química orgânica é a falta de contextualização apresentada nos principais métodos de ensino.

Com isso, muitas vezes as estruturas das cadeias carbônicas são demonstradas sem a devida apresentação das relações que estes conceitos têm com as diversas substâncias presentes no cotidiano, fazendo com que o ensino das funções orgânicas esteja limitado a uma mera memorização de conceitos, que muitas vezes não fazem sentido lógico na estrutura cognitiva do estudante.

Segundo Lima e Silva (2014), uma das principais dificuldades que os alunos apresentam na aprendizagem dos conceitos de química orgânica é a dificuldade em compreender a forma em que as ligações químicas das cadeias carbônicas acontecem, o que pode ser explicado devido ao nível de abstração que estes conceitos apresentam, visto que, os alunos não conseguem relacionar estes conceitos que estejam presentes em sua realidade.

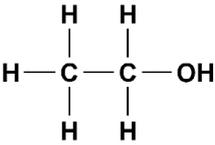
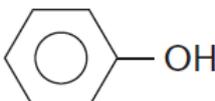
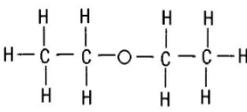
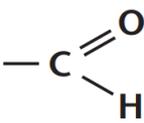
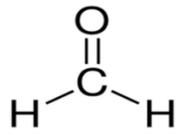
Com isso, torna-se imprescindível buscar alternativas para que estas dificuldades apresentadas pelos estudantes sejam solucionadas, fazendo com que estes estudantes consigam aprender estes conceitos, identificando sua aplicabilidade nos diversos fenômenos do cotidiano.

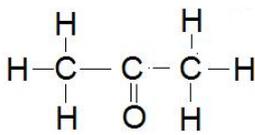
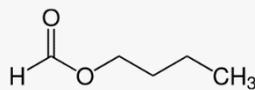
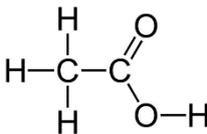
Para o desenvolvimento desta pesquisa, foi escolhido, como conteúdo central, a oxidação dos álcoois, devido às dificuldades que os estudantes apresentam no processo de aprendizagem destes conceitos, bem como a relação que este conceito apresenta com as demais funções orgânicas oxigenadas.

Fundamentados nas ideias de Roque e Silva (2008) e Lima e Silva (2014), e a grande aplicabilidade que estes grupos funcionais apresentam no cotidiano, objetivou-se buscar a aprendizagem significativa destes conceitos, a fim de identificar as contribuições de uma UEPS para os processos cognitivos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

A fim de sintetizar os conceitos químicos que serão envolvidos nesta pesquisa, foi construído o quadro 1 com os principais conceitos e exemplificações relacionados às funções orgânicas oxigenadas, que pode ser observado abaixo:

Quadro 1 – Principais funções orgânicas oxigenadas

Função	Definição	Grupo Funcional (Radical)	Exemplificação/ Aplicação	Fórmula Estrutural
Álcool	Composto orgânico que apresenta em sua estrutura o grupo hidroxila (OH) ligado a um carbono saturado.	$-OH$ (ligado a carbono saturado)	Dentre os álcoois, temos o etanol (C_2H_5OH) utilizado como combustível veicular.	
Fenol	Os fenóis são compostos orgânicos que possuem o grupo hidroxila (OH) diretamente ligado a um anel benzênico.	$-OH$ (ligado a carbono aromático)	Um dos fenóis mais conhecidos é o fenol comum ou ácido fênico (C_6H_5O) que apresenta uma solubilidade muito baixa em água e era usado antigamente como desinfetante de produtos hospitalares.	
Éter	Os éteres são substâncias que apresentam um átomo de oxigênio "entre" dois átomos de carbono.	$-O-$ Oxigênio como heteroátomo.	Temos como destaque o éter dietílico, (C_2H_5) ₂ O, utilizado como solvente de substâncias orgânicas.	
Aldeído	Os aldeídos são compostos orgânicos, com exceção do formaldeído, que possuem o grupo carbonila (C=O) ligado de um lado a um carbono e do outro a um átomo de hidrogênio.		Temos como exemplo o metanal (CH_2O) presente na composição do formol, substância utilizada para a conservação de corpos.	

Função	Definição	Grupo Funcional (Radical)	Exemplificação/ Aplicação	Fórmula Estrutural
Cetona	As cetonas são compostos orgânicos em que o grupo carbonila (C=O) está situado entre dois átomos de carbono.	$\begin{array}{c} \text{— C —} \\ \\ \text{O} \end{array}$	Dentre as cetonas, temos a substância propanona (C ₃ H ₆ O), conhecida como “acetona”, utilizada como removedor de esmaltes de unha	
Éster	São substâncias orgânicas originárias da reação entre ácido carboxílico e álcool que “possuem a fórmula geral RCO ₂ R’ (ou RCOOR’)”, onde R’ substitui o hidrogênio presente no OH do ácido carboxílico.	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{— C —} \\ \backslash \\ \text{O —} \end{array}$	Os ésteres são utilizados, geralmente, como aromatizantes, devido ao seu odor agradável. Um dos exemplos é o metanoato de butila (C ₅ H ₁₀ O ₂) utilizado como aromatizante de banana.	
Ácido carboxílico	Os ácidos carboxílicos são substâncias que apresentam o grupo funcional carboxila, formado por carbonila e hidroxila.	$\begin{array}{c} \text{O} \\ // \\ \text{— C —} \\ \backslash \\ \text{OH} \end{array}$	Uma das substâncias pertencentes a este grupo funcional é o ácido etanóico (CH ₃ COOH), conhecido como ácido acético, utilizado na fabricação de vinagre.	

Fonte: Solomons e Fryhle (2000, 2002).

No quadro acima, baseado no livro de Solomons e Fryhle (2000, 2002), é possível perceber que as substâncias que pertencem às funções orgânicas oxigenadas são de grande importância visto a sua aplicabilidade no cotidiano. Sendo

assim, torna-se imprescindível que o aluno compreenda os conceitos que são evocados das funções orgânicas oxigenadas, cabendo ao professor a utilização de estratégias que proporcionem este aprendizado.

Sobre os álcoois, Solomons e Fryhle (2002, p. 52) também abordam em seu livro que existem duas formas de reconhecer a função nos compostos orgânicos, “como compostos derivados de hidroxí de alcanos ou ainda como derivados alquilados da molécula de água”

A fim de sistematizar a proposição da prática experimental que será utilizada no desenvolvimento desta pesquisa, será utilizado o conceito de oxidação de álcoois, a fim de discutir a forma como os diferentes tipos de álcoois oxidam.

O livro de McMurry (1997) compila informações acerca do processo de oxidação na química orgânica. Neste, descreve-o didaticamente como a perda de densidade eletrônica do átomo de carbono. Esta diminuição da densidade pode ser evidenciada na formação de ligações entre carbono com elementos mais eletronegativos ou na quebra de ligações entre carbono e hidrogênio, conforme descrito no quadro 2.

Quadro 2 – Oxidação dos compostos orgânicos

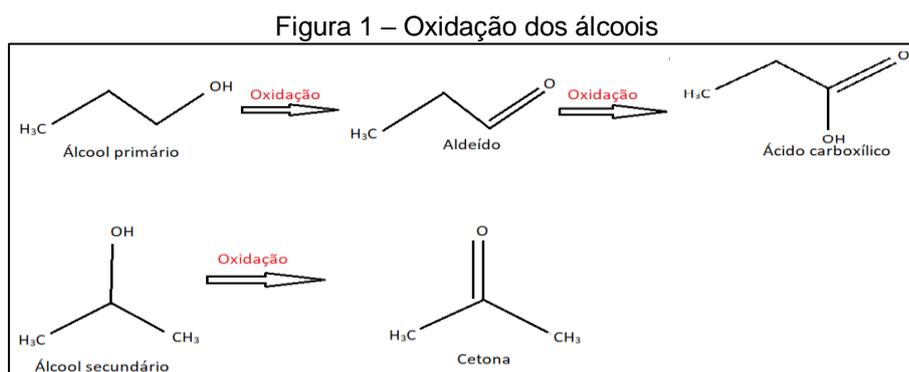
Formação de ligação	Quebra de ligação
$C - O^-$ $C - N^{-2}$ $C - X$ (halogênio)	$C - H$

Fonte: McMurry (1997).

Em contraposição ao processo de oxidação, surge o processo de redução, o qual Solomons e Fryhle (2002) discorrem em seu livro que em compostos orgânicos pode ser compreendido como a formação de ligações entre carbono e hidrogênio ou a ruptura de ligações entre carbono e oxigênio. Os processos de oxidação e redução ocorrem de forma simultânea, pois quando um composto orgânico reduz outro sofreu oxidação e quando um composto orgânico oxida, outro sofreu redução.

A reação de oxidação dos compostos oxigenados se comporta de maneira diferenciada, podendo ocorrer ou não, a depender do grupo funcional a qual pertence o composto. Para que estas reações ocorram é necessário a utilização de agentes oxidantes, como o permanganato de potássio ($KMnO_4$) ou dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$), entre outros, a depender do composto a ser oxidado (McMurry, 1997).

De acordo com McMurry (1997), o álcool sofre processo de oxidação de formas diferentes, a depender de sua classificação (primário, secundário ou terciário), o primário oxida formando um aldeído e em sequência um ácido carboxílico, os secundários oxidam formando cetonas e os terciários não oxidam com a maioria dos agentes oxidantes (Figura 1).



Fonte: Própria (2022).

“Os fenóis também sofrem oxidação, porém de uma forma diferente dos álcoois, por não possuírem hidrogênio ligado ao carbono ligado à hidroxila” (McMurry, 1997, p. 687). Ainda em seu livro, McMurry (1997) descreve os éteres, oxidam de forma bastante lenta na presença do oxigênio contido no ar.

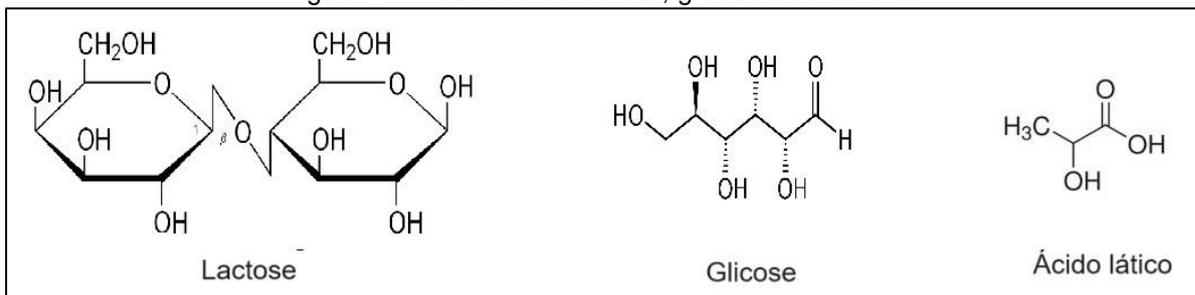
Com relação aos compostos carbonílicos (aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos e ésteres) se observa comportamentos distintos. Enquanto os aldeídos sofrem oxidação sem nenhuma dificuldade, sendo convertidos facilmente em ácidos carboxílicos, já as cetonas são inertes a maioria dos agentes oxidantes, assim como os ácidos carboxílicos e os ésteres que não têm tendência de sofrer o processo de oxidação.

Esta pesquisa utilizou como temática para ilustração do processo de oxidação dos álcoois, a fermentação láctica, afim de relacionar este fenômeno com a reação de oxidação do leite. De acordo com Martins, Veiga-Santos e Castilho (2014) apud Oliveira (2009) o processo de fermentação láctica é aquele que produz, por meio de bactérias, o ácido láctico ($C_3H_6O_3$), sendo utilizada na fabricação de produtos derivados do leite.

Martins, Veiga-Santos e Cartilho (2014) discorrem que este processo ocorre com a quebra da lactose ($C_{12}H_{22}O_{11}$) em glicose ($C_6H_{12}O_6$) e galactose ($C_6H_{12}O_6$), posteriormente a glicose é convertida em ácido láctico.

Observe na figura abaixo as moléculas envolvidas na fermentação láctica.

Figura 2 – Moléculas de lactose, glicose e ácido láctico



Fonte: própria (2024)

Na figura é possível perceber na estrutura dos compostos a presença do grupo hidroxila (OH) ligado a um carbono saturado, caracterizando assim um álcool. Já na molécula de ácido láctico percebe-se a presença do grupo carboxila (-COOH) o que caracteriza a presença de ácido carboxílico (Solomons; Fryhle, 2002).

A conversão do álcool presente na glicose em ácido láctico é relacionado à reação de oxidação, visto que, durante o processo são quebradas ligações entre carbono e hidrogênio para a formação de ligações entre carbono e oxigênio. (McMurry, 1997).

Dessa maneira, é possível perceber que a complexidade em que o conceito de oxidação aparece dentro dos conteúdos das funções orgânicas oxigenadas, especificamente dos álcoois, torna necessário a utilização de uma metodologia que favoreça a aprendizagem do aluno, fazendo com que este aprenda de forma significativa estes conceitos, sendo uma das possibilidades a experimentação problematizadora que será apresentada no próximo subtópico.

2.3 A EXPERIMENTAÇÃO PROBLEMATIZADORA

Diante do que foi exposto sobre os principais desafios e dificuldades para o ensino de química, no ensino básico e superior, torna-se emergencial a busca por soluções que amenizem tais dificuldades, tanto no processo de ensino, quanto no processo de aprendizagem.

Um dos possíveis caminhos metodológicos, que apresentam potencial para amenizar tais dificuldades é a experimentação. Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008) evidenciam que a utilização da experimentação em sala de aula, para o ensino de ciências, pode estimular os alunos a participarem das aulas, trazendo uma

contextualização para o conceito abordado, o que pode fazer com que os alunos se sintam motivados, permitindo, assim, uma evolução na compreensão dos conceitos.

A importância de uma prática experimental é fundamental para o ensino de ciências, pois, segundo Giordan (1999) é através dela que o conhecimento científico pode ser elaborado. Dessa maneira, é possível perceber a importância da experimentação para o ensino de química, visto que muitos dos conceitos abordados por esta área da ciência podem ser observados em práticas experimentais, por isso o professor deve buscar meios de trazer para a realidade do estudante uma prática experimental que favoreça a compreensão de determinado conteúdo.

Para o desenvolvimento desta pesquisa, busca-se a utilização de uma prática experimental que vá além da mera demonstração de um fenômeno químico. Será utilizada nesta pesquisa a experimentação problematizadora, que permite ao estudante fazer análises e levantar hipóteses sobre o que de fato está acontecendo, buscando, mediante as discussões com os colegas, soluções para compreender tal fenômeno e assim solucionar o problema proposto (Francisco Junior; Ferreira; Hartwig, 2008).

Para Francisco Júnior, Ferreira e Hartwig (2008) existem dois tipos de experimentação, a ilustrativa (demonstrativa e com pouca discussão) e a investigativa, que permite ao estudante buscar fundamentações para as suas reflexões, compreendendo os conceitos abordados em diferentes perspectivas. A experimentação problematizadora busca ir além do viés investigativo, “na medida em que propõe a leitura, a escrita e a fala como aspectos indissolúveis da discussão conceitual dos experimentos” (Francisco Junior, Ferreira; Hartwig, 2008, p. 35).

A experimentação problematizadora tem suas raízes nos fundamentos abordados por Freire (2005) que se opõe ao modelo de educação bancária, onde o estudante comporta-se como um mero receptor de ideias e conceitos. Segundo Freire (2005), o professor deve fazer com que o seu estudante pense de forma crítica sobre o que está sendo discutido, exponha a sua opinião e aponte saídas para determinados problemas, deixando de se comportar de forma passiva, quando ouve e apenas reproduz os conceitos.

No ensino de química, a experimentação problematizadora pode proporcionar uma maior inserção dos conceitos químicos no contexto de vida dos alunos, uma vez que é necessário a utilização do seu conhecimento prévio sobre a temática, para que

se possa auxiliar no desenvolvimento de processos criativos e na dinamização das interações presentes na sala de aula (Silva *et al.*, 2015).

Pereira, Viturino e Assis (2017), em seu trabalho sobre o uso da experimentação investigativa problematizadora no ensino de indicadores naturais em aulas de química, abordam a importância desta metodologia na motivação dos estudantes, principalmente quando a investigação proposta ocorre de forma contextualizada. O que é reforçado por Ferreira *et al.* (2009 *apud* Pereira; Viturino; Assis, 2017) quando demonstram a importância dos elementos do cotidiano na evolução conceitual do estudante.

Segundo Oliveira, Melo e Souza (2021), em seu trabalho sobre o conceito químico de corrosão, refletem que a utilização da experimentação problematizadora, que leva o estudante a um processo de investigação, pode conduzi-lo para a construção e significação de conceitos, visto que atividades com este viés desenvolvem no aluno habilidades de argumentação e reflexão.

Fundamentados nos pressupostos de Freire (2005), a experimentação problematizadora busca trazer para o âmbito escolar uma prática experimental que estimule o estudante a participar de forma ativa na construção de sua aprendizagem. Para isso, a experimentação problematizadora tem como embasamento teórico os três momentos pedagógicos formulados por Delizoicov (2005 *apud* Francisco Junior; Ferreira; Hartwig, 2008).

De acordo com Delizoicov (2005), o primeiro momento pedagógico, conhecido como problematização inicial, é responsável por ilustrar o problema que será desenvolvido no decorrer do processo de ensino. Neste momento, o professor deverá organizar as ideias que surgirão em meio ao debate e questionamentos (Monteiro; Oliveira; Geremias, 2020).

No segundo momento pedagógico ocorre a interação entre professor e aluno a fim de estimular a compreensão do aluno acerca do conhecimento científico proposto, que está fundamentada na discussão de ideias (Jesus *et al.*, 2011). Neste momento será realizada a experimentação, onde os alunos deverão observar de forma sistemática os fenômenos que estão ocorrendo durante a prática experimental.

O terceiro e último momento pedagógico está relacionado com a preparação do estudante para que este compreenda de que forma o conhecimento abordado poderá ser aplicado em diferentes situações (Francisco Junior; Ferreira; Hartwig,

2008). Esta etapa poderá potencializar a compreensão do estudante sobre o conhecimento científico abordado, visto que, ele poderá relacionar o que está sendo estudado com algumas situações que podem fazer parte de seu cotidiano, favorecendo a reorganização em sua estrutura cognitiva.

Francisco Junior, Ferreira e Hartwig (2008) ainda defendem que para a implementação da experimentação problematizadora em sala de aula, não necessariamente os três momentos pedagógicos deverão acontecer, em algumas situações somente um ou dois destes três momentos serão utilizados durante a realização da prática experimental.

Aproveitando o viés problematizador deste tipo de experimentação e os meios que foram escolhidos para alcançar os objetivos propostos neste trabalho de pesquisa, torna-se possível a utilização da experimentação problematizadora, visto que ela se apresenta como uma possibilidade metodológica capaz de significar os conceitos abordados (Jesus *et al.*, 2011), mostrando-se como um caminho para a potencialização da aprendizagem significativa.

2.4 A TEORIA DA APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA (TAS)

Lemos e Moreira (2011) evidenciam que a TAS surgiu na década de 1960, proposta, principalmente, pelo psicólogo David Ausubel. Esta teoria rompeu o paradigma, existente na época, que questionava o que era ou não aprendizagem, fazendo com que esta concepção fosse alterada, e seu foco reajustado, trazendo para a discussão as diferenças entre uma aprendizagem significativa e aprendizagem mecânica.

De acordo com Moreira (2012, p. 2) “aprendizagem significativa é aquela em que ideias expressas simbolicamente interagem de maneira substantiva e não-arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe”.

Para Moreira (2006a, p. 1) a aprendizagem significativa propõe “a interação cognitiva não-arbitrária e não-literal entre o novo conhecimento, potencialmente significativo, e algum conhecimento prévio, especificamente relevante, [...], existente na estrutura cognitiva do aprendiz”. Dessa forma, busca-se relacionar os conceitos que os alunos já trazem em sua estrutura cognitiva com o novo conhecimento.

A aprendizagem significativa proposta por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) na construção da Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) é aquela em que os

“atributos relevantes dos conceitos em formação ficam retidos na memória do aluno e formam uma espécie de ancoragem para a formação dos próximos conceitos a serem aprendidos” (Santos Filho, 2010, p. 48), o que ocorre nos conhecimentos prévios dos indivíduos.

Tavares (2004, p. 56), expõe que, “os conhecimentos prévios também podem ser chamados de subsunçores ou conceitos âncora”, sendo que é o conjunto destes subsunçores que determinam a estrutura cognitiva do indivíduo. Desta forma o autor defende que para que haja aprendizagem significativa é necessário oferecer ao estudante um novo conhecimento, desde que o mesmo tenha um sentido lógico; o discente deve ter em sua estrutura cognitiva um subsunçor, ao qual será ancorado o novo conhecimento e o mesmo deve ter interesse em querer aprender o novo conhecimento, relacionando o seu conhecimento prévio, com os novos conceitos abordados.

Moreira (2012), sintetiza que, estes subsunçores são conhecimentos específicos pertencentes à estrutura cognitiva de cada indivíduo, que permitem ser relacionados com os novos conhecimentos dando uma maior estabilidade a este conceito âncora.

Os subsunçores são fundamentais para que o estudante aprenda de forma significativa determinados conceitos, pois, é através deles, que o professor, de forma intencional, oferecerá condições pedagógicas para que o aluno consiga relacionar os conhecimentos abordados em sala de aula, com os conceitos preexistentes em sua estrutura cognitiva.

Seguindo a mesma linha de raciocínio, Pelizzari *et al.* (2002), considera que para que haja aprendizagem significativa é necessário que o estudante esteja motivado a aprender e os conceitos ensinados devem possuir uma lógica dentro da estrutura cognitiva do estudante, ou seja, deve fazer sentido.

Dessa maneira, levando em consideração Tavares (2004), Pelizzari *et al.* (2002) e Moreira (2012), às atividades pedagógicas propostas pelos professores, devem ir além da reprodução dos conceitos que porventura sejam memorizados de forma mecânica, sendo necessário, que estas propostas propiciem ao estudante uma participação ativa, onde a atividade a ser desenvolvida não seja monótona e tenha relação com as experiências do aprendiz, buscando assim, fazer com que o aluno consiga relacionar o que está sendo ensinado com o conceito previamente presente em sua estrutura cognitiva.

Mas, afinal, como reconhecer uma aprendizagem significativa? Como o professor pode identificar se o conteúdo que ele está ensinando está sendo aprendido de forma significativa por seus alunos?

Segundo Castro e Costa (2011) a aprendizagem significativa poderá ser possibilitada quando aquilo que está sendo ensinado pode ancorar-se em algum subsunçor. Desta forma, o professor, deverá realizar uma sondagem a fim de identificar quais os subsunçores que seus alunos possuem podem ser relacionados com o conteúdo que será trabalhado, para que ele possa planejar e construir seus materiais didáticos.

Para compreender como a aprendizagem significativa de determinado conceito ocorre, precisamos compreender o que é esta estrutura cognitiva, que por vezes foi mencionada. Moreira (2012) expõe que segundo a TAS de Ausubel, a estrutura cognitiva seria comparável à uma estrutura formada por diversos subsunçores que se relacionam, que são organizados hierarquicamente e que apresentam certo dinamismo.

Levando em consideração a presença desta rede de subsunçores, responsável pela formação da estrutura cognitiva do indivíduo, dois processos importantes surgem como facilitadores de uma aprendizagem significativa, a diferenciação progressiva e a reconciliação integradora. Através da identificação destes dois processos, podemos considerar que há indícios da aprendizagem significativa dos conceitos propostos. Estes dois processos foram discutidos por Moreira (2012) e são fundamentais para buscar a compreensão de como ocorre a aprendizagem significativa de novos conceitos.

De acordo com Moreira (2012) o processo de diferenciação progressiva acontece quando relacionamos o subsunçor presente em nossa estrutura cognitiva a novos conhecimentos, de forma sucessiva, fazendo com que este subsunçor fique cada vez mais robusto e rico em significados, aumentando a possibilidade de cada vez mais novos conhecimentos serem relacionados com este conceito âncora. Em outras palavras, o subsunçor do indivíduo poderá passar por sucessivas mudanças, aprimoramentos e ressignificações.

Com a reconciliação integradora, o aprendiz poderá buscar eliminar as diferenças entre o novo conceito aprendido e o que já está posto em sua estrutura cognitiva, dessa forma poderá ser possibilitado a formação de um termo mais abrangente que poderá englobar uma série de subsunçores em um processo

conhecido como superordenação, este processo acontece de forma simultânea com a diferenciação progressiva (Moreira, 2012).

Desta maneira, podemos compreender que o aluno aprenderá de forma significativa determinado conteúdo se ao longo do processo de aprendizagem for detectado indícios de que este realizou tanto a diferenciação progressiva, quanto a reconciliação integradora, agregando assim novos significados à sua estrutura cognitiva, formulando e reformulando subsunçores com mais robustez.

Neste contexto:

Dentro de uma óptica contemporânea, é importante que a aprendizagem significativa seja também crítica, subversiva, antropológica. Quer dizer, na sociedade contemporânea não basta adquirir novos conhecimentos de maneira significativa, é preciso adquiri-los criticamente. Ao mesmo tempo que é preciso viver nessa sociedade, integrar-se a ela, é necessário também ser crítico dela, distanciar-se dela e de seus conhecimentos quando ela está perdendo rumo (Moreira, 2006a, p. 11).

Visto os pressupostos teóricos da aprendizagem significativa, discutindo os principais conceitos que podem ser atrelados a TAS, a missão do professor, que deseja que seu aluno aprenda de forma significativa determinados conteúdos, é buscar metodologias que proporcionem este tipo de aprendizagem.

Em seu trabalho, sobre o ensino dos átomos, utilizando um jogo didático, em turmas do ensino fundamental, Castro e Costa (2011), destacam que abordar os conteúdos de forma significativa, aproxima os alunos dos conceitos abordados, evidenciando suas relações com o seu cotidiano, fazendo com que eles se sintam motivados a aprender.

Mateus e Ferreira (2021), ao abordarem sobre a aprendizagem significativa do conceito de equilíbrio químico, sugerem que o conhecimento prévio do estudante influencia em sua aprendizagem “pois a origem dessas concepções alternativas parece estar associada a ideias cotidianas gerais de equilíbrio construídas a partir de experiências concretas dos discentes” (Mateus; Ferreira, 2021, p. 74).

Dias e Terra (2021), ao utilizarem mapas conceituais na verificação da aprendizagem significativa sobre a química do petróleo, sugerem que com a utilização destes foi possível constatar a forma com que os conceitos foram se reorganizando na estrutura cognitiva do estudante, podendo ser verificada uma evolução conceitual, partindo dos conhecimentos prévios do aluno.

Sendo assim, para trabalhar o conteúdo de forma significativa, o material didático a ser utilizado, deve ser potencialmente significativo, ou seja, deve ter uma

lógica na estrutura cognitiva do aluno, proporcionando ao aluno um engajamento voltado para a aprendizagem (Moreira; Masini, 2006 *apud* Castro; Costa, 2011). Com isso, é imprescindível que sua construção seja a partir de uma sondagem, a fim de identificar os subsunçores presentes na estrutura cognitiva de cada aluno.

Dessa maneira, a fim de buscar metodologias que possibilitem a aprendizagem significativa dos conceitos químicos relacionados às funções orgânicas oxigenadas analisar-se-á as contribuições de uma UEPS para o favorecimento de uma aprendizagem significativa, buscando identificar, ao longo do processo, os subsunçores que os participantes possuem em sua estrutura cognitiva e como eles vão ganhando novos significados (diferenciação progressiva) e como estes vão possibilitar uma abrangência maior dos subsunçores (reconciliação integradora).

Com isso, a proposta de buscar identificar processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, que pode ser compreendido como uma tentativa de identificar vestígios de aprendizagem significativa relacionada à oxidação de álcoois em uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS).

2.5 AS UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA (UEPS)

De acordo com Pantoja e Moreira (2020), as UEPS se configuram como uma proposta didática que visa auxiliar na aprendizagem significativa de conceitos.

Para isso, organiza sequências de atividades fundamentadas na Teoria da Aprendizagem Significativa (TAS) com o intuito de facilitar a aprendizagem significativa do conteúdo a ser ensinado. Assim, está voltada a organização sequencial tanto do material lógico quanto das situações a ser vivenciadas pelos alunos. Considerando-se a natureza e o contexto relacionável ao conhecimento, mas também o que os alunos já sabem, o que não sabem ainda, de que forma relacionam conteúdos, contextos e suas próprias experiências.

Silva, Carvalho e Aquino (2021) ressaltam que as UEPS apresentam algumas etapas para o seu desenvolvimento, que podem ser visualizadas no quadro 3 abaixo:

Quadro 3 – Etapas de uma UEPS

ETAPA	OBJETIVO
Conhecimento prévio	Buscar identificar o conhecimento prévio do estudante
Situações-problemas introdutórias	Desenvolver estratégias que façam com que o estudante tenha a intenção de aprender significativamente.
Diferenciação progressiva	Propor atividades que façam o estudante sair do conceito mais amplo para os conceitos mais específicos, inerentes ao objeto de estudo.
Situações-problemas complexas	Utilizar materiais mais complexos, que sejam potencialmente significativos
Reconciliação integradora	Buscar indícios de reconciliação integradora, tentando compreender de que maneira a estrutura cognitiva do estudante está sofrendo modificações.
Avaliação	Utilizar uma avaliação que seja formativa.

Fonte: Silva, Carvalho e Aquino (2021).

Observando as etapas propostas por Silva, Carvalho e Aquino (2021) é possível compreender que as UEPS são importantes para que o professor, mediador do conhecimento, faça com que seus alunos aprendam os conceitos de forma significativa.

Portanto, conhecidos os meios que serão empregados para que o aluno aprenda de forma significativa, faz-se necessário, trazer à discussão qual a metodologia utilizada para a coleta e análise dos dados.

No próximo capítulo será abordado os percursos metodológicos desta pesquisa, apresentando desde a tipologia da pesquisa até os instrumentos de coletas e parâmetros de análise dos dados coletados.

3 METODOLOGIA

Neste tópico é apresentada a metodologia utilizada nesta pesquisa. É abordada toda a caracterização da pesquisa, para que seja elucidada a sua tipologia, compreendendo assim os motivos de sua propositura e as principais contribuições que esta pode proporcionar para a área de ensino da química na educação básica.

Dessa forma torna-se importante compreender quem foi o público-alvo, a maneira como ocorreu o recrutamento e os critérios de inclusão e exclusão que foram utilizados para a seleção dos participantes. De modo semelhante, é necessário discutir quais os instrumentos de coletas foram utilizados durante o desenvolvimento da pesquisa, e como os dados coletados foram analisados.

3.1 DESENHO DA PESQUISA (TIPO DE ESTUDO)

Com relação à natureza da pesquisa, sua abordagem, bem como seus objetivos, pode-se compreendê-la levando em considerações os seguintes aspectos para a compreensão de sua tipologia:

3.1.1 Do ponto de vista da natureza

Com relação à natureza desta pesquisa, pode-se classificá-la como sendo aplicada, pois, visa gerar conhecimento para uma aplicação prática (Silveira; Córdova, 2009) acerca do ensino de funções orgânicas oxigenadas em turmas do ensino médio, compreendendo de que maneira o uso de uma UEPS pode contribuir para o ensino de química orgânica, na aprendizagem significativa do conceito de oxidação dos álcoois.

3.1.2 Do ponto de vista da abordagem

Esta pesquisa apresenta uma abordagem qualitativa, pois, não se preocupa com os aspectos numéricos, mas busca compreender como o objeto da pesquisa se relaciona com um grupo social (Godoy, 1995). Segundo Prodanov e Freitas (2013, p. 70) “na abordagem qualitativa, a pesquisa tem o ambiente como fonte direta dos

dados. O pesquisador mantém contato direto com o ambiente e o objeto de estudo em questão, necessitando de um trabalho mais intensivo de campo”.

Dessa forma, buscar-se-á um contato direto, com os sujeitos participantes da pesquisa para que sejam coletadas suas principais impressões relacionadas à participação das atividades que serão desenvolvidas no projeto, buscando compreender como os conhecimentos prévios dos participantes sobre as funções orgânicas oxigenadas vão se modificando na estrutura cognitiva do estudante de química do ensino médio.

3.1.3 Do ponto de vista dos objetivos

Levando em consideração os objetivos desta pesquisa, tanto o geral, bem como os específicos, pode-se compreender esta pesquisa como sendo exploratória, visto que, procura-se compreender, com maior familiaridade o objeto de pesquisa, proporcionando assim, a formulação de hipóteses, que poderão, ao longo da pesquisa, serem confirmadas ou refutadas, gerando contribuições significativas para a área de ensino da química na educação básica (Silveira; Córdova, 2009).

Ademais, este tipo de pesquisa permite compreender o objeto de pesquisa à luz de diversas perspectivas, envolvendo dessa forma, um levantamento bibliográfico, e entrevistas com os colaboradores da pesquisa (Prodanov; Freitas, 2013).

3.1.4 Do ponto de vista dos procedimentos técnicos

Do ponto de vista dos procedimentos técnicos podemos enquadrar este trabalho, como sendo um estudo de caso. Prodanov e Freitas (2013) definem o estudo de caso como sendo aquele em que o pesquisador visa coletar informações de um grupo ou comunidade acerca do que deseja ser pesquisado.

A partir da definição fornecida acima, percebe-se que este trabalho de pesquisa pretende compreender de que forma a aprendizagem significativa pode ser potencializada com a utilização de uma UEPS voltada para o ensino de oxidação dos álcoois. De modo semelhante, verificar durante o percurso acadêmico as hipóteses formuladas analisando as relações que existem entre estes dois conhecimentos a

partir da observação de fenômenos decorrentes da aplicação das atividades que serão propostas por esta pesquisa.

3.2 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa foi desenvolvida em uma Escola de Referência em Ensino Médio do município de Panelas, pelo fato de ser uma instituição mantida pelo poder público estadual e que pertence ao Programa de educação integral, tendo à disposição uma carga horária maior para a disciplina de química, o que possibilita a implementação das atividades que foram desenvolvidas neste projeto de pesquisa. Ademais foram utilizados os horários de estudo dirigido dos estudantes, para que não houvesse nenhum prejuízo pedagógico para os participantes da pesquisa.

3.3 AMOSTRA DE PARTICIPANTES

Os participantes da pesquisa foram alunos devidamente matriculados na Escola de Referência em Ensino Médio de Panelas, que estavam cursando a disciplina de química no 3º ano do ensino médio da referida instituição. Foram selecionados 7 (sete) alunos, buscando a sistematização das informações coletadas durante a aplicação das atividades, visto que se pretende analisar o processo de aprendizagem do estudante neste período, dessa maneira não atentando de forma exclusiva para o produto deste processo.

3.4 ASPECTOS ÉTICOS

A realização da presente pesquisa obedeceu aos preceitos éticos das Resoluções 466/12 e 510/16 do Conselho Nacional de Saúde. Vale destacar que a mesma foi submetida na Plataforma Brasil e aprovada pelo comitê de ética, observando as características que serão elencadas a seguir:

- Riscos: Manuseio de produtos químicos (álcool etílico, álcool iso-propílico, terc-butanol, permanganato de potássio e ácido sulfúrico diluído) que podem oferecer risco a saúde dos participantes, porém todos os participantes estarão utilizando EPI's a fim de amenizar os riscos potenciais. Devido os momentos presenciais para a coleta de dados teremos riscos de contaminação pelo vírus

da Covid-19, para que estes sejam minimizados todos os participantes utilizarão, de forma obrigatória, máscaras de proteção, e farão uso de álcool em gel.

- **Benefícios.** Direto: O desenvolvimento das atividades propostas poderá proporcionar uma aprendizagem significativa dos conceitos das funções orgânicas oxigenadas. Indireto: poderá proporcionar um aumento do rendimento escolar dos participantes.
- **Armazenamento dos dados coletados:** Os dados coletados (conhecimentos prévios, mapa conceitual e gravações audiovisuais) serão armazenados em computador pessoal, sob responsabilidade do pesquisador, obedecendo o princípio da confidencialidade, sob responsabilidade do pesquisador por um período mínimo de 5 anos.

3.5 CRITÉRIOS DE INCLUSÃO E EXCLUSÃO

Para os critérios de inclusão e exclusão, serão propostos os seguintes:

- **Crériterios de inclusão:** alunos que demonstraram o desejo de contribuir voluntariamente, para o desenvolvimento da pesquisa e que estavam devidamente matriculados no terceiro ano do ensino médio, da instituição e tinham disponibilidade de horário para participar da atividade.
- **Crériterio de exclusão:** foram excluídos os alunos que estavam em progressão parcial na disciplina de química, seja no 1° ou 2° ano do ensino médio, pois subtende-se que estes ainda não desenvolveram algumas habilidades prévias que eram necessárias para o desenvolvimento das atividades propostas e/ou não tinham disponibilidade de horário para participar da atividade e que não cumpriram as atividades propostas

3.6 RECRUTAMENTO DOS PARTICIPANTES

Os participantes foram convidados, com a ajuda do professor que leciona a disciplina de química, a participar, voluntariamente, das atividades que foram propostas, tendo sido dado a liberdade de deixar de participar da pesquisa em qualquer uma das etapas, se assim desejassem.

Vale destacar que a pesquisa foi autorizada pela instituição de ensino através da assinatura da carta de anuência e que os estudantes após a apresentação da pesquisa assinaram o termo de consentimento livre e esclarecido, com a autorização de seus responsáveis, antes de iniciar as etapas da pesquisa. Todos os documentos mencionados estão localizados nos apêndices desta dissertação.

3.7 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os dados da pesquisa foram coletados mediante a aplicação de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) que abordou como proposta metodológica experimentos com viés problematizador (Quadro 4).

Quadro 4 – Cronograma para desenvolvimento da UEPS

ETAPAS	Descrição das atividades desenvolvidas	Tempo estimado
(1) Apresentação da proposta	Explicar aos estudantes a temática abordada (Oxidação dos compostos orgânicos oxigenados), bem como, os caminhos metodológicos adotados.	20 min
(2) Levantamento dos conhecimentos prévios	Construir, de forma individual, mapas conceituais que relacionem os conceitos de oxidação e álcool.	30 min
(3) Situação-problema 1	1º momento: Exibição do vídeo “Ação da oxidação no cotidiano” que exibe imagens de materiais do cotidiano que sofrem oxidação. 2º momento: Apresentação de uma situação-problema de baixa complexidade sobre o processo de oxidação a fim de ambientar os estudantes no tema proposto.	1 aula (50 min)
(4) Abordagem do conteúdo- considerando a diferenciação progressiva	1º momento: Apresentar aos estudantes, por meio de um mapa conceitual, os principais grupos funcionais oxigenados (álcool, fenol, aldeído, cetona, éter, éster e ácido carboxílico). 2º momento: Aula expositiva e dialogada sobre as estruturas destes compostos orgânicos.	2 aulas - seguidas (100 min)
(5) Situação-problema 2	Apresentação de uma situação-problema de maior complexidade que envolve a oxidação de compostos orgânicos oxigenados.	20 min
(6) Atividade experimental-	1º momento: Realização da prática experimental a fim de ilustrar a situação descrita no enredo do problema.	1 aula (50 min)

ETAPAS	Descrição das atividades desenvolvidas	Tempo estimado
experimentação problematizadora	2º momento: Em seguida foi direcionada uma experimentação (assíncrona) a fim de visualizar o processo de azedamento do leite.	
(7) Construção do mapa conceitual	Elaboração de Mapa Conceitual após as discussões emergentes da atividade experimental, a fim de sintetizar os conceitos que podem ser empregados na situação-problema 2.	1 aula (50 min)
(8) Discussão sobre o mapa conceitual – considerando a reconciliação integradora	Apresentação e discussão do mapa conceitual a fim de socializar os conceitos que foram aprendidos.	1 aula (50 min)
(9) Avaliação formativa	Análise do mapa conceitual construído pelos estudantes de forma coletiva.	1 aula (50 min)

Fonte: Própria (2022).

As etapas explicitadas no quadro acima referente a UEPS, que foram aplicadas, com o objetivo de identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes possuem sobre os conceitos relacionados às funções orgânicas oxigenadas, bem como analisar como estes conhecimentos prévios sofreram diferenciação progressiva e reconciliação integradora mediante as novas informações apresentadas, a fim de encontrar indícios de aprendizagem significativa dos conceitos abordados.

3.8 PROCEDIMENTOS DE COLETA DE DADOS

A fim de esclarecer a maneira como os dados serão coletados, torna-se necessário o conhecimento das etapas abaixo:

Etapa 1: Apresentação da proposta

Nesta primeira etapa foi apresentada a proposta para os colaboradores, a fim de elucidar todos os desdobramentos das etapas que serão desenvolvidas durante a pesquisa, bem como as atividades que serão propostas. Para esta etapa foi reservado um tempo de 20 min.

Etapa 2: Sondagem de conhecimentos prévios

Visto que este trabalho de pesquisa visa identificar as contribuições de uma UEPS para a aprendizagem significativa da oxidação dos álcoois, nas aulas de química no ensino médio, faz-se necessário identificar quais são os conhecimentos prévios que os alunos, colaboradores da pesquisa, trazem sobre os conceitos esta temática.

Para a identificação destes conhecimentos prévios, foi proposto a construção individual de um mapa conceitual, sobre álcool e oxidação. De acordo com Novak e Cañas (2010, p. 10) os “mapas conceituais são ferramentas gráficas para a organização e representação do conhecimento”.

Dessa forma, os mapas conceituais possibilitaram compreender os conceitos presentes na estrutura cognitiva dos colaboradores, bem como a forma como estes estão organizados. Para este momento inicial foi reservado o tempo de 30 minutos.

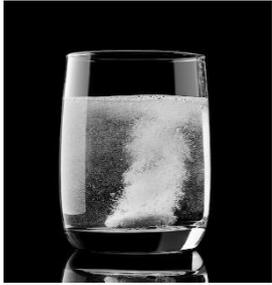
Etapa 3: Resolução de problema de baixa complexidade

Após identificar dos conhecimentos prévios dos estudantes, foi exibido um vídeo “Ação da oxidação no cotidiano”, previamente selecionado e de curta duração, contido na plataforma YouTube, para que os alunos vejam de forma breve e ilustrada o fenômeno da oxidação e como ele se apresenta no cotidiano. Após a exibição do vídeo foi feito um breve momento de discussão, onde será apresentado uma situação-problema de baixa complexidade que esteja relacionado com o conceito de oxidação no cotidiano.

Esta etapa serviu para ambientar os participantes da pesquisa sobre o tema proposto, fazendo com que seja estruturado um organizador prévio, a fim de direcionar os estudantes para a investigação sobre a oxidação dos compostos orgânicos oxigenados.

No Quadro 5 abaixo, está representado o problema de baixa complexidade aplicada na terceira etapa da UEPS.

Quadro 5 – Situação 1 - problema de baixa complexidade

PROBLEMA 1: (PADRÃO DE RESPOSTAS)		
Observe as figuras abaixo e responda SIM ou NÃO para as situações do cotidiano que se relacionam com o processo de oxidação.		
Figura 1: Ferro enferrujado SIM 	Figura 2: Fabricação de sabão NÃO 	Figura 3: Envelhecimento SIM 
Figura 4: Funcionamento de Pilhas SIM 	Figura 5: Margarina estragada SIM 	Figura 6: Dissolução de comprimido efervescente NÃO 

Fonte: Própria (2022).

Após a realização da etapa 3, resolução de um problema de baixa complexidade, essencial para o reconhecimento das situações cotidianas que podem ser associadas à reação de oxidação.

Desta forma deu-se início a abordagem do conteúdo buscando a diferenciação progressiva, que será detalhado na quarta etapa, que virá a seguir.

Etapa 4: Abordagem do conteúdo

Nesta etapa foram abordados os conceitos relacionados a oxidação, bem como as relações deles com a química orgânica. Em seguida, foi abordado os conceitos relacionados às funções orgânicas oxigenadas, a fim de explicar os principais grupos funcionais (álcool, fenol, éter, éster, aldeído, cetona e ácido carboxílico) mostrando como identificá-los em uma cadeia carbônica, principais substâncias pertencentes a estes grupos e suas aplicabilidades no cotidiano.

Após este momento inicial da exposição dos conceitos, as atenções foram direcionadas para a oxidação dos álcoois. A exposição dos conceitos foi feita mediante a apresentação de mapas conceituais relacionados ao conteúdo, visando o diálogo entre os participantes do projeto de pesquisa. Para a realização desta etapa foi disponibilizado o tempo de duas aulas de 50 minutos.

Etapa 5: Apresentação da situação-problema 2.

Após a identificação do conhecimento prévio dos colaboradores da pesquisa e da abordagem teórica acerca dos conceitos de oxidação dos álcoois, foi analisada uma proposta didática, utilizando a perspectiva de ensino fundamentada em uma experimentação problematizadora.

Para a construção dos problemas, foi priorizada a utilização de substâncias como, álcoois, fenóis, éteres, ésteres, cetona, aldeídos e ácidos carboxílicos presentes no cotidiano do aprendiz, o que torna a discussão mais ampla sobre a temática em questão. O desenvolvimento da metodologia da experimentação problematizadora, ocorreu seguindo os momentos pedagógicos de Delizoicov (2005).

Nesse momento de envolvimento do estudante com os primeiros conceitos, relacionados à identificação dos radicais funcionais e sua aplicabilidade no cotidiano, das funções orgânicas oxigenadas, foi exposto para os participantes a Situação-Problema 2. Essa etapa buscou realizar uma problematização inicial com os colaboradores da pesquisa, a fim de compreender a incidência da oxidação nos fenômenos apresentados e a razão pela qual alguns compostos oxigenados sofrem oxidação e outros não.

Desta maneira foi apresentada a situação-problema 2 para os estudantes participantes (Quadro 6)

Quadro 6 – Situação-problema 2

Carlos foi até o supermercado comprar uma caixa de leite, ao chegar em casa ele utilizou parte do leite da caixinha e deixou a sobra em cima do armário. Dias depois, ele precisou novamente utilizar o leite, e lembrou que o resto de leite que havia sobrado na caixinha tinha ficado em cima do armário. Ao retirar o leite da caixinha ele percebeu que o aspecto do leite estava bastante diferente, a textura havia mudado e o odor estava bastante desagradável. Baseado neste relato explique qual o processo químico responsável pelo azedamento do leite? Que outras substâncias químicas sofrem o mesmo processo? O que permite que este tipo de reação aconteça?

Fonte: Própria (2022).

Para o desenvolvimento desta etapa foram necessários, 20 minutos para que os participantes se familiarizem com o problema.

Etapa 6: Realização da atividade experimental

Após a problematização inicial, inerente à experimentação problematizadora, os estudantes tiveram a oportunidade de discutir em grupo e sob tutoria do professor possíveis explicações para a resolução do problema proposto. Esta etapa de discussão inicial foi importante para que os estudantes utilizassem os conceitos relacionados à oxidação dos álcoois.

No primeiro momento, foi desenvolvida no laboratório uma atividade a fim de ilustrar o processo de oxidação dos álcoois. No segundo momento, foi direcionada uma atividade experimental a fim de observar o azedamento do leite. Esta etapa foi realizada de forma assíncrona, pois, este processo demanda mais tempo.

Com isso foi disponibilizado para o primeiro momento um tempo de 50 minutos. Já para o segundo momento durou 1 (uma) semana, tempo suficiente para os colaboradores observarem todo o processo de azedamento do leite, gerando um breve intervalo entre as etapas 6 e 7.

Etapa 7: Construção de um mapa conceitual

Após finalizado o tempo estipulado para o estudo direcionado do problema, os participantes foram designados para a construção de um mapa conceitual, onde as principais observações das experimentações e suas relações com o problema proposto devem estar exposto. Estes deveriam buscar apontar, de acordo com sua percepção, a resolução do problema apresentado na experimentação, relacionando com as funções orgânicas oxigenadas pertinentes, utilizando os conhecimentos adquiridos durante a participação nas atividades.

Para a construção individual deste parecer final, em forma de mapa conceitual, foi determinado um tempo de 50 minutos visto que o nível de complexidade desta etapa é maior e os alunos deveriam apresentar uma síntese do que foi aprendido durante a realização das etapas propostas.

Etapa 8: Discussão sobre o mapa conceitual.

Nesta última etapa, com duração estimada de 50 minutos, os estudantes foram orientados a socializar com o professor o mapa conceitual construído, apresentando a resolução definitiva da situação-problema 2, “o que aconteceu com o leite? ”, bem como as justificativas conceituais empregadas pelos estudantes para a proposição de sua resposta final. Esta etapa foi gravada, pois, neste momento buscou-se observar como os estudantes compreenderam o problema proposto, demonstrando os caminhos que os levaram para a construção do mapa conceitual e de que maneira estes relacionaram os conceitos inerentes à oxidação dos álcoois.

Etapa 9: Avaliação formativa

Nesta etapa foi analisado todo o percurso metodológico dos participantes da pesquisa a fim de identificar indícios de aprendizagem significativa dos conceitos relacionados à oxidação dos álcoois.

3.9 ANÁLISE E INTERPRETAÇÃO DOS DADOS

Durante a realização das atividades emergentes da UEPS aplicada, além dos ricos momentos de discussão, foi construído um mapa conceitual, contendo os conceitos que foram empregados na resolução do problema proposto, bem como, a forma com que estes conceitos se relacionam.

No momento inicial, o levantamento dos conhecimentos prévios dos participantes sobre os conceitos relacionados às funções orgânicas oxigenadas, possibilitou observar de que maneira estes conceitos sofreram modificações na estrutura cognitiva do estudante, após análise da construção do mapa conceitual, na etapa 7, "síntese dos resultados obtidos".

De acordo com Moreira (2006b) os mapas conceituais são diagramas que apresentam os conceitos e suas relações e são organizados de forma hierarquizada facilitando a compreensão de como o conhecimento está organizado na estrutura cognitiva do indivíduo.

Dessa maneira, percebeu-se que a construção de um mapa conceitual para o desenvolvimento desta pesquisa foi de extrema importância, visto que, possibilitou compreender a forma como os conceitos apareceram na estrutura cognitiva do

CONCEITOS/ IDEIAS		Ocorrência nas discussões iniciais (Mapas conceituais iniciais)							Ocorrência nas discussões finais (pós-experimento e mapa conceitual)						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DOS COMPOSTOS OXIGENADOS	Reconhece as características da oxidação dos compostos orgânicos														
	Reconhece que nem todos os compostos oxigenados sofrem oxidação														
	Identifica compostos oxigenados do cotidiano que sofrem oxidação														

Fonte: Adaptado de Lemos e Moreira (2011).

Os parâmetros apresentados no quadro 7, adaptados do trabalho de Lemos e Moreira (2011), teve o objetivo de identificar, a partir dos mapas conceituais, os principais conceitos que foram abordados pelos estudantes, tanto nos momentos durante as discussões, bem como na construção e socialização dos mapas conceituais.

Estes parâmetros fundamentaram as análises realizadas a fim de identificar quais os novos conhecimentos que os alunos associaram aos seus conhecimentos prévios, bem como as formas como estes se organizaram dentro da estrutura cognitiva dos estudantes, buscando indícios de uma aprendizagem significativa dos conceitos relacionados às funções orgânicas oxigenadas.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Este tópico tem como objetivo descrever, analisar e discutir os dados que foram coletados dos participantes desta pesquisa. Sendo direcionado, portanto pelos objetivos desta pesquisa que busca compreender as contribuições de uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) para a aprendizagem significativa dos conceitos de oxidação dos álcoois.

Para tanto, os dados foram analisados mediante os parâmetros mencionados no instrumento adaptado de Lemos e Moreira (2011), buscando apresentar os resultados com a observância dos objetivos específicos propostos por esta pesquisa.

4.1 IDENTIFICANDO O CONHECIMENTO PRÉVIO

Etapa 1: Apresentação da proposta.

Neste subtópico foram apresentados aos participantes da pesquisa, as atividades propostas para a vivência da UEPS, bem como o direcionamento para o início das atividades.

Sabe-se que a aprendizagem significativa ocorre quando há uma ressignificação dos conhecimentos prévios na estrutura cognitiva do sujeito, através dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora (Moreira, 2012). Por isso, foi feita a análise dos mapas conceituais construídos antes da aplicação da intervenção, que foram utilizados para identificar os conhecimentos prévios dos estudantes sobre a reação de oxidação de compostos oxigenados, a fim de perceber as contribuições da UEPS em seu processo cognitivo.

Para tanto, fez-se necessário uma breve apresentação sobre a temática a fim de apresentar, de forma breve, quais os conceitos que seriam abordados ao longo da UEPS, bem como a ideia de mapas conceituais, apresentando qual a importância e as formas de sua construção, a fim de direcionar os participantes para as atividades seguintes.

Etapa 2: Sondagem de conhecimentos prévios

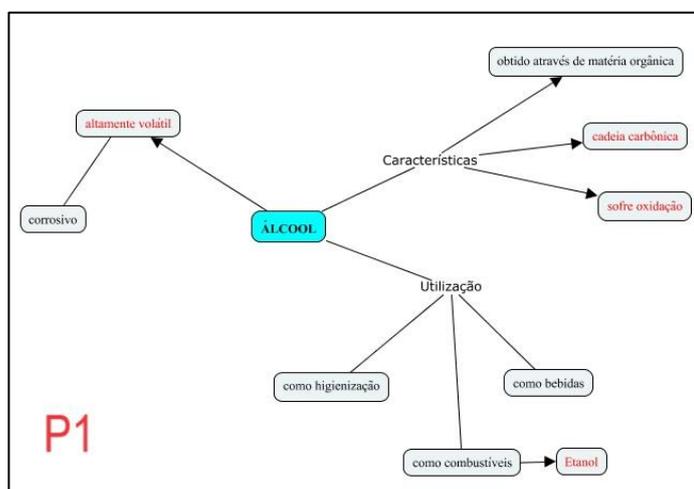
Neste segundo momento, foi proposto aos participantes da pesquisa a construção de dois mapas conceituais, um sobre álcool e outro sobre oxidação, a fim de identificar quais as ideias que estes tinham sobre a temática, buscando compreender quais associações estes faziam com os respectivos conceitos, utilizando para isso os parâmetros apresentados no Quadro 7.

A fim de manter o sigilo sobre os reais nomes dos colaboradores desta pesquisa, a partir deste momento, os sete participantes serão citados através dos códigos P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7. Vale ressaltar que todos os participantes eram estudantes do terceiro ano do ensino médio, que participaram de forma voluntária de todas as atividades propostas pela UEPS.

Os dados coletados, que foram mapeados a seguir, dizem respeito aos mapas conceituais iniciais, construídos de forma individual sobre álcool e sua reação de oxidação, das discussões iniciais sobre a reação de oxidação dos compostos orgânicos (utilizando trechos das transcrições dos áudios dos participantes), e por fim, da resolução de uma situação problema (SP 1 – baixa complexidade) sobre a presença das reações de oxidação no cotidiano.

Inicialmente, observaremos os mapas conceituais construídos pelos participantes sobre o conceito de álcool, buscando compreender a percepção destes sobre este composto orgânico. Estes mapas iniciais serviram para a identificação dos conhecimentos prévios dos estudantes sobre o tema, o que é essencial para a observância da aprendizagem significativa (Moreira, 2012). Abaixo, observa-se o mapa conceitual construído pelo participante P1 (Figura 2).

Figura 3 – Mapa inicial de P1 sobre o conceito de álcool



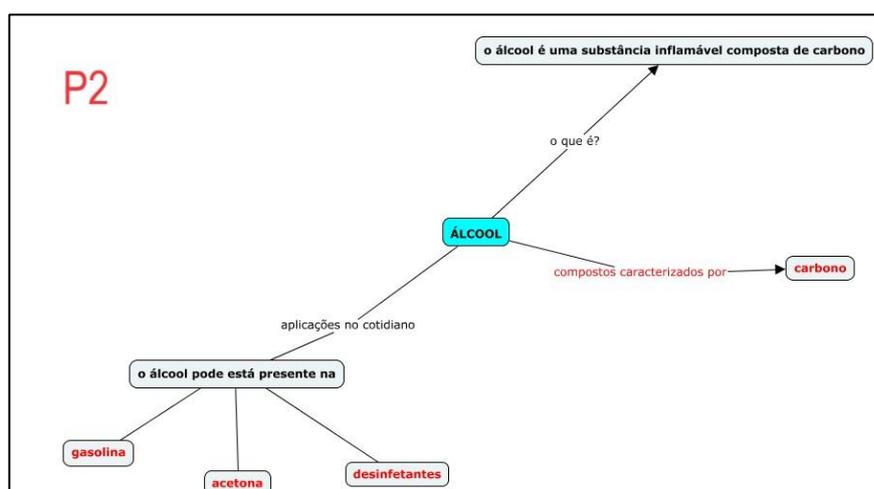
Fonte: P1 (2023).

Analisando o mapa acima podemos observar que o estudante P1 consegue identificar as características deste tipo de compostos, ao mencionar que o mesmo é volátil. Apesar de identificar como o composto constituído de cadeias carbônicas, o mesmo não menciona a presença da hidroxila (OH) ligada ao carbono saturado, como caracterização deste grupo funcional (Solomons; Fryhle, 2002).

O estudante P1 também identifica o etanol como substância pertencente a este grupo funcional, porém limita-se a somente esta substância. Por fim, é possível perceber que o mesmo identifica algumas das utilizações do álcool no cotidiano, ao mencionar a sua utilização na higienização, produção de bebidas e combustíveis.

Na sequência, observaremos o mapa conceitual construído pelo estudante P2 acerca do conceito de álcool (Figura 3).

Figura 4 – Mapa inicial de P2 sobre o conceito de álcool



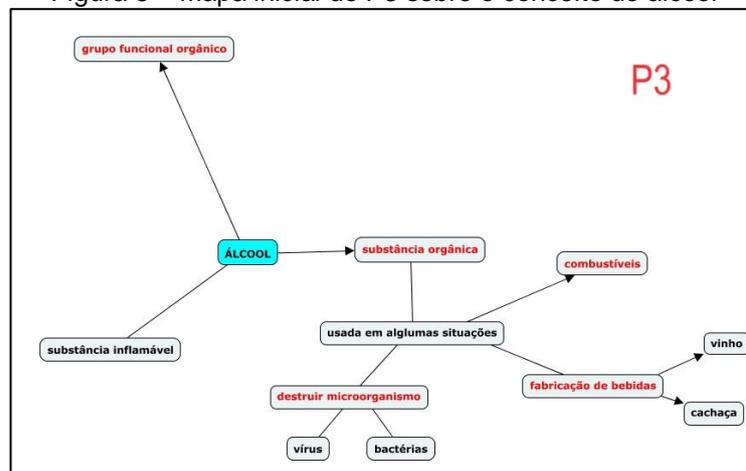
Fonte: P2 (2023).

No mapa acima é possível identificar que inicialmente o estudante P2 apresenta a conceituação de álcool, porém só comenta sobre a característica inflamável desta substância. Apesar de não apresentar uma relação entre álcool e composto orgânico, o mesmo reconhece que o álcool é composto por carbono.

Ademais o estudante apresenta aplicabilidades deste composto no cotidiano, como na gasolina e no desinfetante, porém relaciona o álcool a acetona, pertencente a função das cetonas, outro grupo orgânico oxigenado, que apresenta o grupo carbonila (C=O) entre dois carbonos distintos da cadeia, diferenciando-se dos álcoois (Solomons; Fryhle, 2002).

Em seguida, observaremos o mapa conceitual construído pelo participante P3 sobre o conceito de álcool (Figura 4).

Figura 5 – Mapa inicial de P3 sobre o conceito de álcool



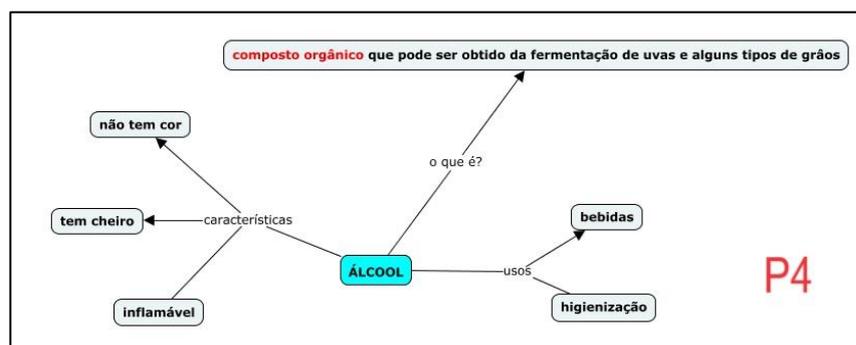
Fonte: P3 (2023).

No mapa acima, podemos observar que o estudante P3 consegue identificar o álcool como uma substância orgânica, apesar de não caracterizar este grupo de substâncias. Por fim, percebe-se que o estudante relaciona o álcool a uma substância inflamável, finalizando com a identificação das aplicabilidades desta substância no cotidiano, sugerindo que sua percepção se limita ao álcool etílico (C_2H_5OH).

Com isso, é possível perceber que o estudante apesar de reconhecer a existência do álcool, este conhecimento está limitado ao etanol, não reconhecendo, assim, diversas outras substâncias que pertencem ao mesmo grupo funcional.

Seguidamente, observaremos o mapa conceitual produzido pelo estudante P4 sobre o conceito de álcool (Figura 5).

Figura 6 – Mapa inicial de P4 sobre o conceito de álcool



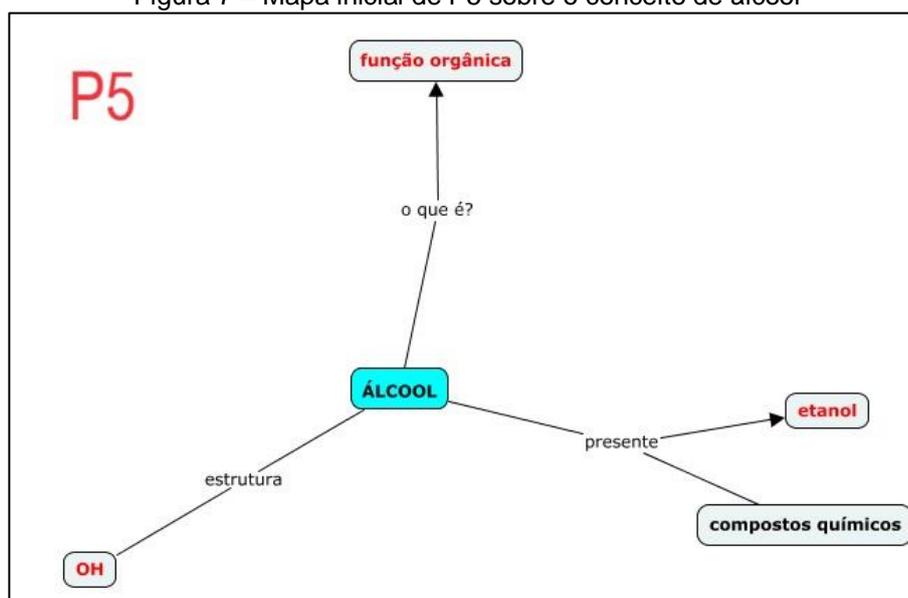
Fonte: P4 (2023)

No mapa conceitual acima podemos perceber que o estudante P4 consegue identificar o álcool como um composto orgânico, apesar de não relacionar com as estruturas carbônicas e oxigenadas que caracterizam este grupo funcional. Para mais é possível perceber que o mesmo relaciona o álcool a algumas de suas características e propriedades (sem cor, com cheiro, inflamável).

Por fim o estudante P4 reconhece algumas das aplicabilidades do álcool no cotidiano como, na higienização e produção de bebidas. Com isso podemos inferir que o estudante apresenta um conhecimento limitado sobre o conceito de álcool, visto que sua construção sugere aplicabilidades somente do álcool etílico.

Em seguida, observaremos o mapa conceito construído pelo participante P5 acerca do conceito de álcool (Figura 6):

Figura 7 – Mapa inicial de P5 sobre o conceito de álcool



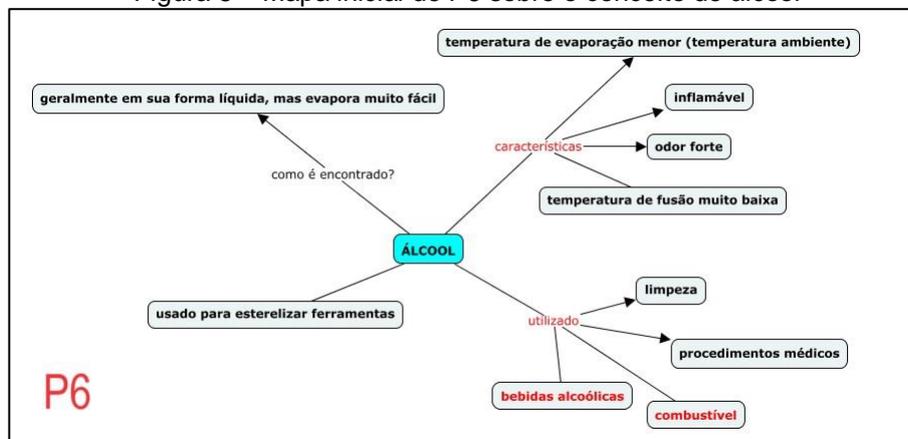
Fonte: P5 (2023).

Apesar das poucas relações apresentadas pelo participante P5, é possível identificar no mapa conceitual acima que o estudante identifica esta classe de substâncias, como sendo compostos orgânicos, além de identificar a presença da hidroxila (OH) na estrutura destes compostos (Solomons; Fryhle, 2002).

Por fim, o mesmo identifica o etanol como pertencente a este grupo de compostos orgânicos, percepção semelhante aos demais participantes que já foram mencionados até este momento.

Em seguida, observaremos o mapa conceitual construído pelo participante P6 sobre a sua percepção sobre o conceito de álcool (Figura 7).

Figura 8 – Mapa inicial de P6 sobre o conceito de álcool



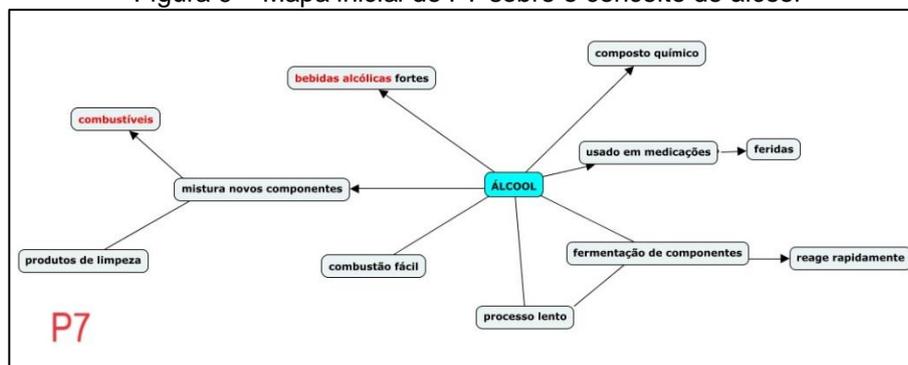
Fonte: P6 (2023).

Podemos perceber, no mapa conceitual acima, que o estudante P6 não apresentou nenhum conceito sobre o grupo dos álcoois. O estudante P6, limita-se a apontar as caracterizações (inflamável, apresentação de odor, alta volatilidade) e aplicabilidade no cotidiano (bebidas, limpeza, combustível), sugerindo que o mesmo se limita ao etanol.

Apesar da limitação da ideia de álcool ao etanol, o estudante apresenta conhecimento prévio sobre o conceito de álcool ao qual pode ser direcionado para uma aprendizagem significativa, reestruturando e ampliando seu conhecimento (Moreira, 2012).

Finalizando, esta primeira análise dos mapas conceituais sobre o conceito de álcool, observaremos a construção do estudante P7 (Figura 8).

Figura 9 – Mapa inicial de P7 sobre o conceito de álcool



Fonte: P7 (2023).

No mapa conceitual acima é possível perceber que o estudante P7 identifica algumas características do álcool, como a sua fácil combustão; o mesmo também identifica algumas das aplicabilidades no cotidiano, como o seu uso em combustíveis, a sua utilização em produtos de limpeza, e o seu papel na produção de bebidas.

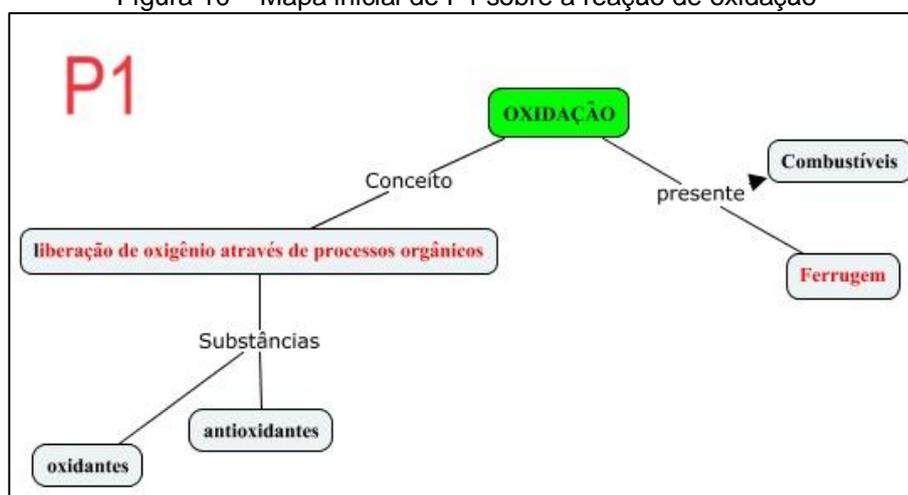
Todavia, o estudante P7 não menciona no mapa inicial nada que conceitue, ou que ao menos relacione o álcool aos compostos orgânicos, de forma ainda mais específica, aos compostos orgânicos oxigenados.

Com a observação dos mapas conceituais foi possível perceber que os estudantes apresentaram conhecer a ideia de álcool, apresentando algumas de suas características (volatilidade e inflamabilidade) e reconhecendo como um composto orgânico, e apresentando a hidroxila como grupo que caracteriza a função (realizado por P5). Apesar disso, foi possível perceber que muitos destes conhecimentos se limitam a ideia que o estudante tem do etanol, o que nos sugere uma falta de conhecimento sobre outras substâncias pertencentes ao mesmo grupo funcional.

Após as discussões acerca dos mapas conceituais sobre o conceito de álcool, produzido pelos participantes da pesquisa, daremos sequência às discussões acerca da reação de oxidação, que também será apresentada na forma de mapa conceitual pelos estudantes.

Iniciaremos a apresentação do mapa conceitual construído pelo estudante P1, acerca de suas percepções sobre a reação de oxidação (Figura 9):

Figura 10 – Mapa inicial de P1 sobre a reação de oxidação



Fonte: P1 (2023).

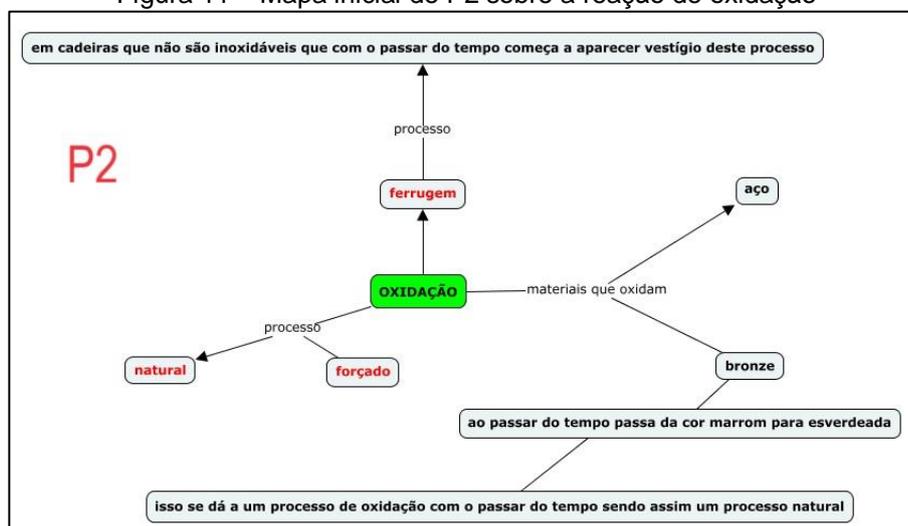
No mapa conceitual construído pelo estudante P1, podemos perceber que o mesmo conceitua de forma equivocada a reação de oxidação, como sendo uma reação de liberação de oxigênio, o que se distancia do conceito descrito por McMurry (1997), onde o mesmo defende que a reação de oxidação, nos compostos orgânicos, pode ser evidenciada pela quebra de ligações entre carbono e hidrogênio e a formação de ligações entre carbono e oxigênio ou nitrogênio, ou halogênios.

Ademais, é possível identificar que inicialmente o estudante relaciona a reação de oxidação a ferrugem, o que diz respeito ao processo de oxidação do ferro, limitando-se somente a este exemplo de situações cotidianas que envolve este tipo de reação química.

Apesar da ideia de oxidação limitar-se a ferrugem, este conhecimento prévio apresentado pelo estudante pode servir como subsunçor para ancorar as novas informações o que pode promover uma aprendizagem significativa (Moreira, 2012)

Em seguida, observaremos o mapa conceitual elaborado pelo estudante P2 acerca da reação de oxidação (Figura 10).

Figura 11 – Mapa inicial de P2 sobre a reação de oxidação



Fonte: P2 (2023).

Inicialmente, é possível perceber que o estudante P2 também relaciona a reação de oxidação à formação da ferrugem. Identifica, também que este processo pode ser natural (espontâneo) ou forçado. Todavia, se limita a exemplos de materiais do cotidiano que sofrem a reação de oxidação (aço, bronze), apesar de não mencionar nenhum conceito ou mecanismo da reação de oxidação.

Apesar de não conhecer o conceito de oxidação, o estudante consegue relacionar a reação de oxidação a fenômenos do cotidiano, sobretudo o que envolve o desgaste de metais. Mesmo com a limitação este conhecimento poderá ganhar robustez e tornar-se mais rico e estável através dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora (Moreira, 2012)

Na sequência, será exposto o mapa conceitual construído pelo estudante P3, onde o mesmo evidencia as suas percepções acerca da reação de oxidação (Figura 11).

Figura 12 – Mapa inicial de P3 sobre a reação de oxidação



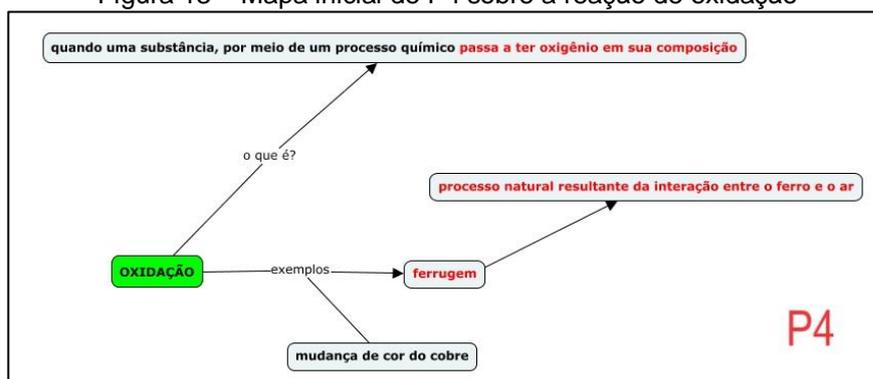
Fonte: P3 (2023).

Na imagem acima, percebemos que o estudante P3 relaciona a reação de oxidação ao processo de corrosão, onde o mesmo é causado pela umidade, e que ocorre em metais. Apesar das relações o estudante não propõe o conceito químico da reação de oxidação, nem demonstra como a mesma ocorre.

Além disso, faz associação da reação de oxidação ao processo natural de decomposição, o que mais uma vez incorre na percepção do estudante sobre fenômenos do cotidiano que envolvem a reação de oxidação. Porém, não é possível relacionar nenhuma das associações às ideias conceituais apresentadas no livro de McMurry (1997) sobre este tipo de reação.

A seguir, analisaremos o mapa conceitual construído pelo estudante P4 sobre a reação de oxidação (Figura 12).

Figura 13 – Mapa inicial de P4 sobre a reação de oxidação



Fonte: P4 (2023).

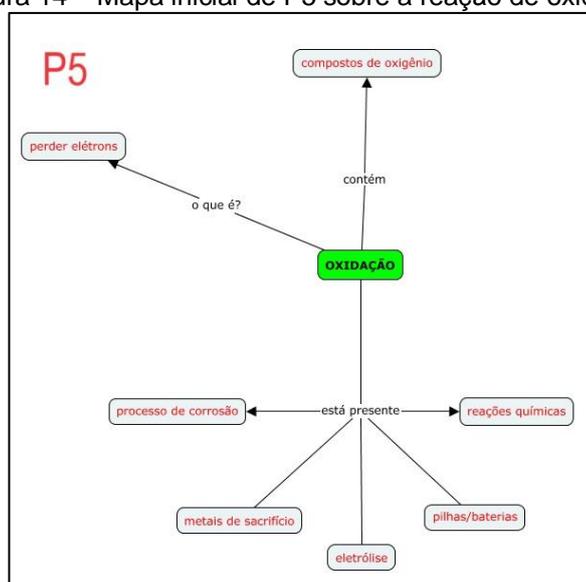
No mapa conceitual acima, é possível identificar que o estudante P4 associa o conceito de oxidação à presença de oxigênio na substância, o que de certa forma aproxima-se do conceito apresentado no livro de McMurry (1997).

Assim como os participantes apresentados anteriormente, o estudante P4 também identifica a ferrugem como um exemplo de reação de oxidação, porém, o mesmo identifica a interação do ferro com o ar para que esta ocorra, o que nos sugere que o estudante compreende a nossa atmosfera como um agente oxidante.

Com isso, é possível perceber que o estudante apresenta informações importantes que podem ser relacionados e que podem possibilitar a construção de um conceito de reação de oxidação.

Em seguida observaremos o mapa conceitual elaborado pelo estudante P5 acerca da reação de oxidação (Figura 13).

Figura 14 – Mapa inicial de P5 sobre a reação de oxidação

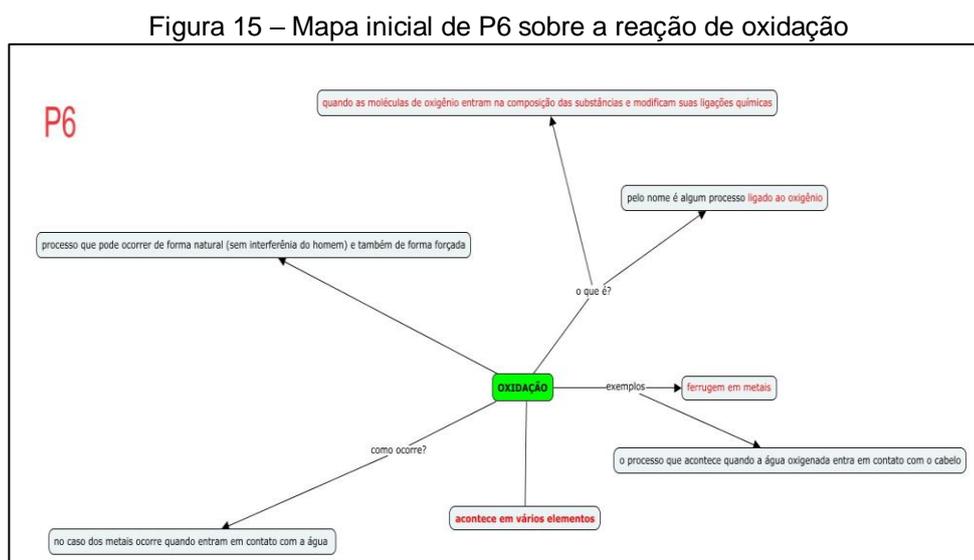


Fonte: P5 (2023).

Observando a imagem acima é possível perceber que o participante P5 nos apresenta a reação de oxidação como sendo a perda de elétrons, aproximando-se do conceito defendido no livro de McMurry (1997), onde o mesmo apresenta a oxidação dos compostos orgânicos como a perda de densidade eletrônica do carbono.

Ademais, o estudante nos apresenta fenômenos do cotidiano que podem ser relacionados com a reação de oxidação, como o processo de corrosão, onde ocorre a utilização de metais de sacrifício, na eletrólise e o no funcionamento de pilhas e baterias.

A seguir, observaremos o mapa conceitual construído pelo estudante P6 sobre a reação de oxidação (Figura 14):



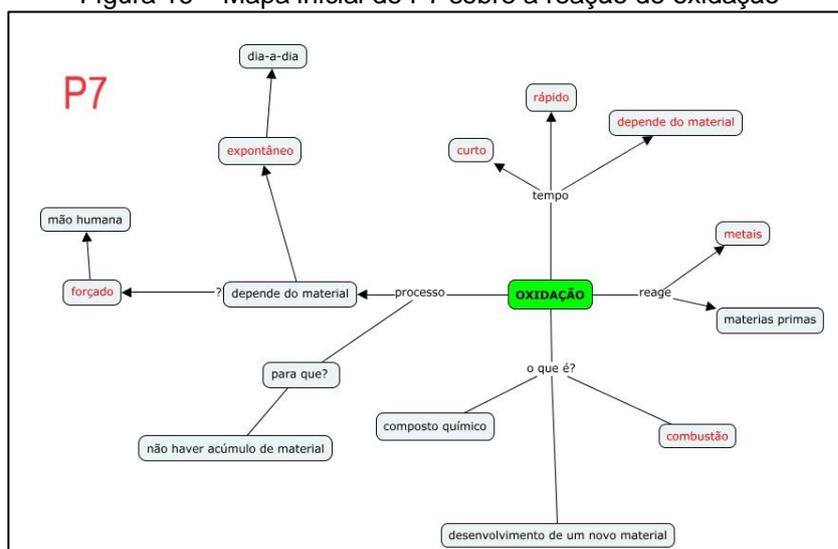
Fonte: P6 (2023).

No mapa conceitual acima é possível perceber que o estudante P6 reconhece a importância do elemento químico oxigênio para a reação de oxidação, bem como menciona a formação de ligações com o oxigênio como conceito para este tipo de reação, mesmo que de forma incompleta (McMurry, 1997).

Ademais, o estudante reconhece situações do cotidiano que podem ser associadas à reação de oxidação, como a ferrugem e a interação de água oxigenada com o cabelo.

Finalizando as discussões sobre os mapas conceituais construídos pelos participantes acerca da reação de oxidação, observaremos abaixo o material construído pelo estudante P7 (Figura 15):

Figura 16 – Mapa inicial de P7 sobre a reação de oxidação



Fonte: P7 (2023).

Observando o mapa conceitual acima é possível identificar que o estudante P7 busca conceituar a reação de oxidação fazendo uma associação com a reação de combustão, apesar de não apresentar conceitos químicos que possam demonstrar conhecimento conceitual, o mesmo consegue identificar fenômenos do cotidiano que podem ser associados a este tipo de reação química.

Além disso, o estudante relaciona o processo de oxidação aos metais, o que nos sugere que a sua percepção esteja relacionada ao processo de corrosão, o que de fato pode ser associado à reação de oxidação, apesar de ser uma visão limitada.

Observando os mapas conceituais foi possível identificar que os estudantes associaram a reação de oxidação com a corrosão dos metais, poucos apresentaram conceitos para a reação de oxidação, contudo o estudante P5 conseguiu atribuir esta reação com a perda de elétrons o que se aproxima como o que está descrito no livro de McMurry (1997).

Dessa forma finalizamos às discussões acerca dos mapas conceituais, inicialmente construídos pelos estudantes, sobre as suas percepções sobre os conceitos de álcool e oxidação, o que foi essencial para a identificação dos conhecimentos prévios dos participantes sobre estes conceitos, o que é importante para o desenvolvimento das etapas seguintes da UEPS e para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa (Silva; Carvalho; Aquino, 2021).

Etapa 3: Resolução de problema 1.

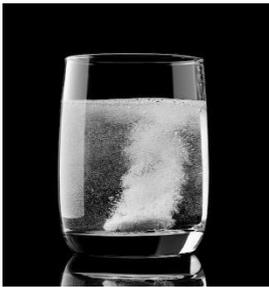
Esta etapa teve a finalidade de compreender se os participantes da pesquisa conseguiriam identificar alguns fenômenos do cotidiano que poderiam estar associados à reação de oxidação.

Por se tratar de um problema de baixa complexidade não foi exigida nenhuma construção conceitual por parte do estudante, porém esta etapa foi de fundamental importância para entendermos como a estrutura cognitiva dos estudantes se apresentavam antes do contato com o novo conhecimento, proposto nas etapas futuras.

Esta atividade foi apresentada aos alunos 6 figuras onde os mesmos teriam que indicar se tal situação do cotidiano poderia ser associada ou não às reações de oxidação. As situações evidenciadas foram: ferro enferrujado, fabricação de sabão, envelhecimento, funcionamento de pilhas, manteiga estragada e a dissolução de um comprimido efervescente.

Na imagem abaixo é possível perceber o padrão de resposta apresentada pelos estudantes, mediante as figuras descritas em cada uma das situações (Figura 16).

Figura 17 – Desempenho dos estudantes na situação-problema 1

SITUAÇÃO-PROBLEMA 1:		
Observe as figuras abaixo e responda SIM ou NÃO para as situações do cotidiano que se relacionam com o processo de oxidação.		
<p>Figura 1: Ferro enferrujado</p> <p>SIM</p>  <p>100 % de acertos</p>	<p>Figura 2: Fabricação de sabão</p> <p>NÃO</p>  <p>100 % de acertos</p>	<p>Figura 3: Envelhecimento</p> <p>SIM</p>  <p>57 % de acertos (P1, P2, P5 e P7)</p>
<p>Figura 4: Funcionamento de Pilhas</p> <p>SIM</p>  <p>57 % de acertos (P1, P2, P5 e P7)</p>	<p>Figura 5: Margarina estragada</p> <p>SIM</p>  <p>86 % de acertos (P1, P2, P3, P4, P6 e P7)</p>	<p>Figura 6: Dissolução de comprimido efervescente</p> <p>NÃO</p>  <p>57 % de acertos (P1, P3, P4 e P7)</p>

Fonte: Própria (2023).

Comparando as respostas dos estudantes apresentadas acima com o padrão de respostas já mencionadas neste texto, podemos perceber que sobre o processo de enferrujamento do ferro todos os estudantes associaram à reação de oxidação. Da mesma forma todos os estudantes mencionaram que no processo de fabricação de sabão não pode ser relacionado com a reação de oxidação, o que se torna uma associação correta visto que este processo ocorre mediante reação de saponificação.

Na terceira situação, que ilustra o processo de envelhecimento somente 57% dos participantes identificaram este como uma reação de oxidação, demonstrando uma limitação de parte dos estudantes em reconhecer a oxidação e materiais não metálicos.

Na situação envolvendo o funcionamento de pilhas 57% dos participantes associaram este processo à reação de oxidação de forma correta, visto que este fenômeno eletroquímico envolve a perda de elétrons (oxidação).

Na quinta situação que retrata a situação relacionada ao envelhecimento da manteiga, 86% dos estudantes relacionaram este fenômeno à reação de oxidação, o que sugere a percepção que os estudantes possuem sobre o processo de deterioração e/ou apodrecimento de compostos orgânicos e sua relação com a reação de oxidação sofrida por estes materiais.

Por fim, observando a sexta situação proposta, que relaciona a dissolução de um comprimido efervescente, 43% dos estudantes associaram de forma equivocada este procedimento à reação de oxidação, visto que este processo envolve somente a liberação de gás carbônico para a atmosfera.

Ademais, quando analisamos os acertos de cada participante, P1 e P7 apresentaram 100% de acerto, P2 82%, P3, P4 e P5 67% de acerto e P6 50% de acerto. Este resultado nos revela que os estudantes possuem conhecimento parcial no tocante ao reconhecimento das reações de oxidação no cotidiano. Contudo os estudantes P1 e P7 demonstraram, nas situações propostas, habilidade em reconhecer este fenômeno nas situações do dia-a-dia.

Além do mais foi possível identificar que alguns estudantes tiveram dificuldades para relacionar a reação de oxidação aos processos de envelhecimento de nossa pele e ao funcionamento das pilhas.

Com isso, finalizamos a fase de identificação dos conhecimentos prévios, apresentados pelos participantes, onde observamos a construção conceitual dos estudantes na etapa de elaboração dos mapas conceituais, bem como a percepção dos estudantes sobre situações cotidianas que envolvem a reação de oxidação, com a realização do problema de baixa complexidade.

Dessa maneira, a fim de sintetizar o conhecimento prévio identificado nas etapas iniciais da UEPS, faz-se necessário, para facilitação desta compreensão, uma sistematização dos dados coletados, que poderemos observar no tópico a seguir.

4.2 SISTEMATIZAÇÃO DOS CONHECIMENTOS PRÉVIOS IDENTIFICADOS NAS ETAPAS INICIAIS

Visto que a identificação dos conhecimentos prévios é uma etapa essencial para a aprendizagem significativa (Silva; Carvalho; Aquino, 2021), este tópico surge com o objetivo de sistematizar os conhecimentos prévios dos estudantes nas etapas iniciais da UEPS, que consistiram na construção de mapas conceituais sobre álcool e oxidação, bem como na resolução de um problema de baixa complexidade envolvendo situações do cotidiano que poderiam ser associadas à reação de oxidação.

Para a realização deste mapeamento dos conhecimentos prévios sobre a temática foi utilizado um recorte dos parâmetros adaptados de Lemos e Moreira (2011), já apresentados no tópico de análises e interpretação de dados desta dissertação. Dessa maneira faz-se necessário a exposição dos resultados obtidos no quadro 8 abaixo.

Quadro 8 – Resultado do mapeamento dos conhecimentos prévios dos participantes sobre a reação de oxidação dos compostos orgânicos

CONCEITOS/ IDEIAS		Ocorrência nas discussões iniciais (Mapas conceituais iniciais)						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
COMPOSTOS ORGÂNICOS	Consegue compreender o conceito de composto orgânico.	RI	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	Reconhece a presença de compostos orgânicos em seu cotidiano.	RI	RI	RC	RI	RI	RI	SR
	Reconhece a importância dos grupos funcionais para o estudo dos compostos orgânicos.	SR	SR	SR	SR	RI	SR	SR
FUNÇÕES ORGÂNICAS OXIGENADAS	Compreende a importância do oxigênio na caracterização destas funções orgânicas.	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	Reconhece as principais funções oxigenadas (álcool, fenol, éter, éster, aldeído, cetona e ácido carboxílico).	RI	RI	RI	RI	RI	RI	SR
	Reconhece as principais características e aplicabilidades dos compostos oxigenados.	RI	RC	RI	RC	RC	RC	RC

CONCEITOS/ IDEIAS		Ocorrência nas discussões iniciais (Mapas conceituais iniciais)						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
REAÇÃO DE OXIDAÇÃO	Compreende o conceito de oxidação	RI	SR	RI	RI	RC	RI	SR
	Identifica fenômenos do cotidiano pertinentes às reações de oxidação.	RC	RI	RI	RI	RI	RI	RC
	Reconhece a própria atmosfera terrestre como o principal agente oxidante.	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DOS COMPOSTOS OXIGENADOS	Reconhece as características da oxidação dos compostos orgânicos	RI	SR	RI	SR	RI	SR	SR
	Reconhece que nem todos os compostos oxigenados sofrem oxidação	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR
	Identifica compostos oxigenados do cotidiano que sofrem oxidação	RI	RI	SR	SR	SR	SR	SR

Fonte: Adaptado de Lemos e Moreira (2011).

Diante dos resultados apresentados no quadro 8 foi possível identificar o conhecimento prévio dos estudantes participantes da pesquisa, o que possibilitou a visualização de como os conceitos de compostos orgânicos e de reação de oxidação estavam organizados em sua estrutura cognitiva.

O mapeamento foi dividido nos quatro eixos, que podem ser observados no quadro 8, onde é possível perceber como os conceitos de compostos orgânicos, funções orgânicas oxigenadas, reação de oxidação e reação de oxidação dos compostos orgânicos oxigenados, aparecerem no momento inicial das atividades propostas (discussão inicial, mapas conceituais e na situação-problema de baixa complexidade), respectivamente, etapas 1,2 e 3 da UEPS.

No primeiro eixo sobre “compostos orgânicos” foi possível perceber que 86% dos participantes não conseguiu mencionar em nenhuma das atividades propostas um conceito de composto orgânico. Somente o estudante P1 apresentou de forma

indireta ao citar que o álcool é composto por “cadeia carbônica”, reconhecendo uma característica dos compostos orgânicos.

Continuando no eixo 1, é possível observar que 71% dos participantes reconhecem parcialmente os compostos orgânicos presentes em seu cotidiano, o que nos revela que apesar de não possuírem um conceito plausível para compostos orgânicos, estes conseguem identificar, de forma parcial, a presença destes compostos no dia-a-dia.

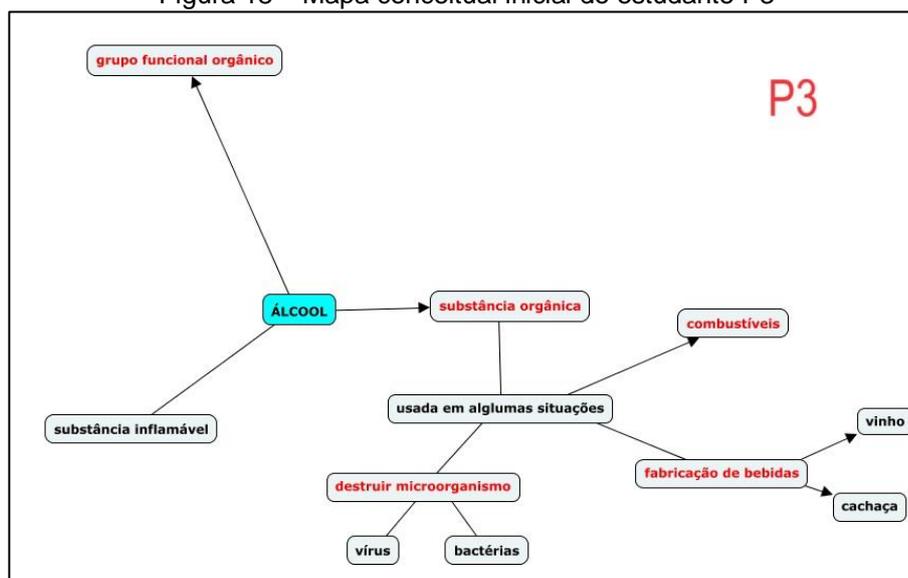
Para finalização das discussões relacionadas ao primeiro eixo, com a observação do mapeamento observa-se que 86% dos colaboradores da pesquisa, não mencionam nas atividades realizadas a existência do conceito de grupos funcionais, bem como a importância do conhecimento destes grupos na identificação dos compostos orgânicos, o que nos mostra uma deficiência conceitual que os estudantes possuem sobre o conceito e estrutura dos compostos orgânicos, corroborando com as ideias de Rodrigues, Silva e Quadros (2011).

No segundo eixo, que versa sobre as funções orgânicas oxigenadas, é possível perceber nos mapas conceituais que nenhum dos participantes reconheceu a importância do oxigênio, na caracterização destes compostos. De acordo com Alves, Sangiogo e Pastoriza (2021) essa deficiência conceitual apresentada pelos estudantes é um dos principais motivos para as dificuldades de aprendizagem em química.

Todavia, 43% dos estudantes mencionaram a importância do oxigênio para a reação de oxidação, aproximando-se das ideias de reação de oxidações (McMurry, 1997).

Porém é perceptível nos mapas conceituais, um conhecimento parcial e/ ou equivocado, sobre os conceitos e as características dos álcoois, objeto de estudo desta pesquisa, sobretudo no mapa conceitual construído por P3, ao qual pode-se observar abaixo (Figura 18).

Figura 18 – Mapa conceitual inicial do estudante P3



Fonte: P3 (2023).

Na imagem acima pode-se observar que o estudante P3 faz associação do álcool a um composto orgânico, porém sem fazer menção ao fato deste ser um composto orgânico oxigenado, o que sugere uma falta de conhecimento sobre a questão estrutural das moléculas alcoólicas.

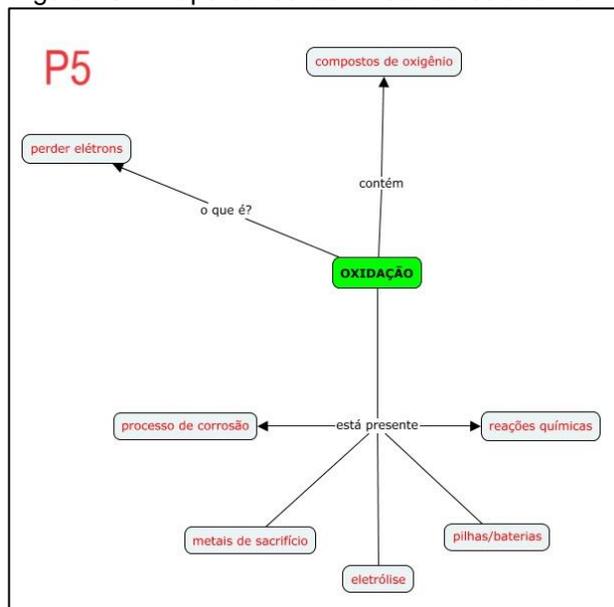
Solomons e Fryhle (2000, 2002) mencionam em seu livro a importância dos compostos orgânicos oxigenados no cotidiano, dessa maneira, de forma satisfatória, a maioria dos participantes reconhecem ao menos uma aplicabilidade de alguns destes compostos orgânicos no dia-a-dia, demonstrando mais uma vez que a deficiência está com campo conceitual e estrutural destes compostos, o que corrobora com o que foi observado no primeiro eixo.

No terceiro eixo sobre “reação de oxidação”, onde o objetivo era identificar, de forma geral conceitos que os estudantes possuíam sobre esta reação, além de reconhecer esta reação no cotidiano e na nossa atmosfera como um agente oxidante.

Diante disso, foi possível perceber que 57% dos colaboradores compreende de forma equivocada e/ou incompleta o conceito de oxidação, que de acordo com o livro de McMurry (1997) pode ser compreendida como a perda de densidade eletrônica do átomo de carbono, presente na molécula orgânica.

Somente o estudante (P5) demonstrou ter conhecimento conceitual aceitável (Figura 18).

Figura 19 – Mapa conceitual inicial do estudante P5



Fonte: P5 (2023).

Observando a figura 18, percebe-se que o estudante já associa o processo de oxidação à perda de elétrons, apesar de não trazer detalhes de como ocorre, porém, podemos fazer relações com o conceito proposto no livro de McMurry (1997).

Ainda no terceiro eixo foi possível identificar que apesar da falta de conhecimento sobre o conceito de oxidação, 71% dos participantes, reconhece fenômenos relacionados a oxidação no cotidiano, ao menos de forma parcial. Enquanto isso, os estudantes P1 e P7, demonstram ter um conhecimento desejável dentro deste parâmetro, reconhecendo diversos fenômenos do cotidiano que podem ser associados ao fenômeno da oxidação, conseguindo identificar todas as situações propostas no problema de baixa complexidade.

Para finalizar o mapeamento, os resultados do terceiro eixo revelou que nenhum dos participantes demonstrou reconhecer a nossa atmosfera como uma agente oxidante, o que podemos relacionar com a dificuldade dos estudantes em reconhecer a presença da reação de oxidação no processo natural de envelhecimento da pele, que foi observado na etapa anterior.

O quarto eixo fala sobre a “oxidação dos compostos oxigenados”, e tem por objetivo compreender se os estudantes reconhecem as características da oxidação nos compostos orgânicos oxigenados e fenômenos cotidiano que podem ser associados à oxidação destes compostos no cotidiano.

Diante disso, observa-se que nenhum dos participantes mencionaram nos mapas conceituais, características que pudessem ser associadas à oxidação dos compostos oxigenados. Somente na resolução do problema de baixa complexidade, 87% identificaram a oxidação como causa da deterioração da manteiga.

Ao não mencionar nos mapas conceituais justificativas que respaldem a resposta dada pelos estudantes sobre a oxidação da manteiga, acentua-se a dificuldade que os estudantes possuem em química orgânica, decorrente da falta de compreensão de conceitos químicos básicos (Alves; Sangiogo; Pastoriza, 2021).

Para finalizar o quarto eixo, foi possível perceber que 71% dos participantes não demonstraram conhecimento sobre fenômenos do cotidiano, que pudessem ser associados à oxidação dos compostos orgânicos oxigenados.

Diante dos dados expostos no quadro 7, foi possível perceber que a maioria dos colaboradores da pesquisa demonstram deficiências conceituais sobre os compostos orgânicos e sobre a oxidação destes compostos, porém, reconhecem algumas substâncias do cotidiano que são classificadas como compostos orgânicos e fenômenos do dia-a-dia que podem ser associadas ao fenômeno da oxidação.

Com a finalização das atividades propostas para o momento inicial, foi possível identificar os conhecimentos prévios dos participantes da pesquisa, o que é de fundamental importância para o desenvolvimento da UEPS (Silva; Carvalho; Aquino, 2021) e que embasarão todas as análises futuras.

4.3 A PREPARAÇÃO PARA A ETAPA EXPERIMENTAL

Etapa 4: Abordagem do conteúdo

Após o mapeamento do conhecimento prévio dos estudantes, exposto no subtópico anterior, os participantes foram instigados a participar da etapa seguinte da pesquisa, referente a atividade experimental.

Nesta etapa foi realizada a exposição dialogada sobre os compostos orgânicos oxigenados e a forma que estes podem ou não sofrer oxidação, a situação-problema sobre o azedamento do leite, a atividade experimental sobre a oxidação dos álcoois e a construção dos mapas conceituais.

Estas atividades foram propostas a fim de obter dados suficientes para buscar identificar vestígios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora na

estrutura cognitiva dos participantes da pesquisa, levando em consideração os conhecimentos prévios já identificados e mapeados acima.

Buscando a diferenciação progressiva, essencial para a UEPS (Silva; Carvalho; Aquino, 2021), a quarta etapa propôs uma explanação dialogada sobre as principais funções orgânicas oxigenadas (álcool, fenol, éter, aldeído, cetona, éster e ácido carboxílico) e os conceitos relacionadas a oxidação destes compostos.

Com isso, foi possível expor para os participantes da pesquisa, os conceitos químicos envolvidos, bem como a estrutura destes compostos, o que foi identificado como uma deficiência, no mapeamento dos conhecimentos prévios. A exposição foi realizada mediante apresentação de mapas conceituais, para que os estudantes além dos conceitos se familiarizassem ainda mais com a estrutura de um mapa conceitual, com isso, finalizando a quarta etapa da UEPS.

Etapa 5: Apresentação da situação-problema

Nesta etapa houve a exposição da segunda situação-problema, através da apresentação de uma situação contextualizada sobre o azedamento do leite, mostrando um fato bem comum ao cotidiano das pessoas, assim como propôs o primeiro momento pedagógico da experimentação problematizadora de Delizoicov (2005).

Ao trazer problemas que emergem do cotidiano das pessoas, podemos fazer com que os estudantes se motivem a aprender (Roque; Silva, 2008), o que poderá nos trazer impactos positivos ao processo de aprendizagem.

Após uma breve apresentação da situação-problema, os discentes foram encaminhados ao laboratório de química da escola, para a realização da sexta etapa, que compreendiam atividades experimentais.

Etapa 6: Realização da atividade experimental

Esta etapa da UEPS ocorreu em dois momentos, um presencial e outro assíncrono, onde os participantes levaram uma amostra de leite para o acompanhamento em suas respectivas casas.

Na etapa presencial (Figura 19), os estudantes visualizaram a demonstração da oxidação dos álcoois etanol ($\text{C}_2\text{H}_5\text{O}$), isopropanol ($\text{C}_3\text{H}_7\text{O}$) e terc-butanol ($\text{C}_4\text{H}_9\text{O}$) com dicromato de potássio ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$) e solução de ácido sulfúrico (H_2SO_4).

Figura 20 – Materiais utilizados no experimento “oxidação dos álcoois”



Fonte: Própria (2023).

Na figura mostrada acima estão os materiais que foram utilizados, para realizar a reação de oxidação do etanol, isopropanol e terc-butanol, cujo objetivo foi permitir que os estudantes pudessem acompanhar a reação de oxidação de diferentes tipos de álcoois, como pode ser observado na figura 20 abaixo.

Figura 21 – Resultado do experimento sobre a oxidação dos álcoois



Fonte: Própria (2023).

Percebe-se visualmente que as oxidações dos três álcoois podem ser diferenciadas pela mudança da coloração das soluções presentes nos tubos de ensaio, quando comparado a solução padrão. Durante a execução do experimento, os alunos puderam acompanhar as mudanças de coloração decorrentes da reação de oxidação.

Na etapa assíncrona, os estudantes receberam pequenos recipientes plásticos, com uma amostra de leite, para levarem para suas residências, tendo como objetivo observar o azedamento do leite. Os discentes tiveram uma semana para retornar com as suas percepções sobre os dois momentos experimentais e com a resolução das questões propostas no roteiro experimental, realizando assim, o segundo momento pedagógico da experimentação problematizadora, a discussão de ideias (Jesus *et al.*, 2011).

O roteiro experimental foi composto de 6 (seis) questões descritas no quadro 9.

Quadro 9 – Questões para a investigação dos experimentos

1 – O que foi possível identificar quando a solução ácida de permanganato de potássio foi misturada ao álcool etílico?
2 – Houve alguma diferença quando esta mesma solução ácida de permanganato de potássio foi misturada ao álcool isopropílico?
3 – Foi possível perceber alguma mudança visual quando foi adicionada a solução ácida de dicromato de potássio ao álcool terc-butanol?
4 – Que tipo do fenômeno foi vivenciado nas situações?
5 – O que explicaria os fenômenos observados acima? Quais aspectos estruturais podem ser relacionados?
6 – Retornando ao problema motivador, o que aconteceu com o leite de Carlos? Que aspectos podem ser relacionados? Qual o tipo de reação envolvida?

Fonte: Própria (2023).

Diante dos questionamentos acima foi possível observar nas respostas dos participantes alguns elementos importantes sobre o comportamento das amostras dos diferentes álcoois, colaborando para a compreensão da reação de oxidação nestes compostos orgânicos oxigenados.

Para o primeiro questionamento os participantes responderam o seguinte (Quadro 10):

Quadro 10 – Respostas ao primeiro item do roteiro experimental

Participantes	Respostas
P1	<i>“Ocorreu a mudança da coloração, do laranja que já estava inicialmente, para a preta após algum tempo”</i>
P2	<i>“As duas misturadas deram início a uma mistura homogênea, já que as duas se misturam”</i>
P3	<i>“Solução acabou escurecendo com o tempo”</i>
P4	<i>“A solução tornou-se escura”</i>
P5	<i>“Houve um escurecimento da solução”</i>
P6	<i>“Ela rapidamente escureceu (oxidou) por ser um álcool primário”</i>
P7	<i>“A coloração começou a alterar, onde houve a oxidação do álcool, no início estava meio fraca, mas logo a coloração escureceu”</i>

Fonte: Própria (2023).

Com as respostas dos participantes ao primeiro item do roteiro experimental é possível perceber que houveram citações sobre a presença do processo de oxidação no fenômeno observado, o que pode ser visualizado nas respostas de P6 e P7.

Ao mencionar o ocorrido com a amostra de etanol no experimento, o estudante mencionou que “ela rapidamente escureceu (oxidou) por ser um álcool primário” (P6, 2023). Nesta fala, o estudante P6 demonstrou conhecimento sobre a classificação dos álcoois, visto que, o estudante P6 justifica a oxidação do álcool à sua classificação. Com isso percebe-se que o estudante demonstra avanços conceituais sobre a estrutura dos compostos orgânicos, o que não foi observado nos conhecimentos prévios dos estudantes.

Já o estudante P7 mencionou que “a coloração começou a alterar, onde houve a oxidação do álcool, no início estava meio fraca, mas logo a coloração escureceu” (P7, 2023). Com isso, o estudante P7 somente identificou a reação de oxidação como a causa do escurecimento da amostra de etanol.

Ambos os estudantes, apresentaram avanços conceituais, visto que em seus mapas iniciais sobre a oxidação mencionaram somente a oxidação de metais como exemplos cotidianos, com a menção da oxidação como justificativa para o escurecimento da amostra de etanol, o conhecimento destes estudantes tornou-se mais robusto, sugerindo uma diferenciação progressiva (Moreira, 2012).

Dando sequência às discussões, relacionadas às atividades experimentais, podemos observar o quadro 11, evidenciado abaixo.

Quadro 11 – Respostas ao segundo item do roteiro experimental

Participantes	Respostas
P1	<i>“Houve uma reação parecida com a do álcool etílico, com a mudança da sua cor para preta.”</i>
P2	<i>“Houve somente uma diferença na coloração da mistura química já que a cor na primeira mistura ficou com a coloração mais suave do que a do isopropílico, tendo em vista a coloração mais forte nessa mistura.”</i>
P3	<i>“Aconteceu a mesma coisa que a anterior”</i>
P4	<i>“Não houve”</i>
P5	<i>“Não”</i>
P6	<i>“Ela também escureceu, mas oxidou mais lento que a primeira, por ser um álcool secundário.”</i>
P7	<i>“Não muito, ela apenas demorou um pouco mais a escurecer mas houve mesmo procedimento”</i>

Fonte: Própria (2023).

No quadro 11, observa-se 71% dos estudantes identificaram uma mudança de coloração da solução. Porém os estudantes P6 e P7 conseguiram associar os fenômenos observados com o processo de oxidação, conseguindo associar também com o que foi observado no primeiro procedimento.

Dessa maneira, percebe-se que os estudantes P6 e P7 perceberam que a oxidação não é uma exclusividade do etanol, observado na amostra anterior, estes tiveram a percepção que outros álcoois, sofrem a mesma reação, com isso, podemos sugerir uma alteração gradual da estrutura cognitiva destes estudantes o que pode evidenciar uma diferenciação progressiva deste conceito (Moreira, 2012).

Tal associação já era esperada, visto que o álcool isopropílico (C_3H_8O), por ser um álcool secundário, também sofreria a reação de oxidação, mudando, assim, a sua coloração, tal observação servirá como parâmetro visto que, nem todo álcool sofre oxidação (McMurry, 1997).

Na sequência, o quadro 12, nos mostra a percepção dos estudantes na observação da mistura do álcool *terc*-butanol ($C_4H_{10}O$) com a solução de dicromato de potássio ($K_2Cr_2O_7$) em meio ácido.

Quadro 12 – Respostas ao terceiro item do roteiro experimental

Participantes	Respostas
P1	<i>“Não, com o álcool terc-butanol a parte visual continuou a mesma, sem mudança aparente.”</i>
P2	<i>“Não, tendo em vista que continuou a mesma coloração”</i>
P3	<i>“Não houve mudança”</i>
P4	<i>“Não houve mudança”</i>
P5	<i>“Não, continuou da mesma cor”</i>
P6	<i>“Não”</i>
P7	<i>“Não, ele foi o único que não modificou pelo fato dele ser terciário.”</i>

Fonte: Própria (2023).

Observando o quadro 12 é possível perceber que os estudantes perceberam que não houve nenhuma alteração no aspecto visual da solução presente no terceiro béquer.

Ao mencionar sobre a reação do álcool *terc*-butanol, o mesmo fala que “ele foi o único que não modificou pelo fato dele ser terciário” (P7, 2023). Para o participante P7, é possível perceber que o mesmo consegue construir uma explicação para o motivo da solução não apresentar uma variação no aspecto visual, o que demonstra um conhecimento mais robusto sobre a classificação dos álcoois, baseado em McMurry (1997), sugerindo a ocorrência da diferenciação progressiva (Moreira, 2012).

Todavia, os demais estudantes não conseguiram fazer essa relação entre o conceito e o fenômeno observado, demonstrando ainda uma dificuldade de compreensão do conceito de oxidação, o que podemos atribuir a uma dificuldade de interpretação da linguagem química (Valadão; Araujo Neto; Lopes, 2017).

Em seguida, os estudantes foram questionados sobre o tipo de fenômeno ocorrido na atividade experimental, que pode ser observado no quadro 13 a seguir:

Quadro 13 – Respostas ao quarto item do roteiro experimental

Participantes	Respostas
P1	<i>“A oxidação de diferentes moléculas em cada um dos álcoois, devido a classificação de cada um.”</i>
P2	<i>“A oxidação por meio do dicromato de potássio.”</i>
P3	<i>“Oxidação”</i>
P4	<i>“Oxidação”</i>
P5	<i>“Mudança na estrutura molecular através da oxidação”</i>
P6	<i>“A oxidação dos álcoois”</i>
P7	<i>“A oxidação dos álcoois”</i>

Fonte: Própria (2023).

Analisando as respostas da questão 4, pode-se perceber que todos os estudantes conseguiram relacionar o fenômeno ocorrido no procedimento experimental, quando relacionaram o fenômeno observado com a reação de oxidação.

Além do mais, nas respostas dos participantes P1 e P5, percebe-se que eles relacionam o fenômeno da oxidação a estrutura das moléculas, sendo que no mapa inicial o estudante P1 em nenhum momento mencionou a estrutura dos compostos que sofrem oxidação. E que o estudante P5 conceituou a oxidação como a perda de elétrons, mas sem mencionar mudanças na estrutura das moléculas.

Além do mais os estudantes P1, P6 e P7 conseguiram identificar o grupo funcional das substâncias que sofreram a oxidação (álcool), mostrando um conhecimento sobre a identificação deste grupo funcional, de acordo com as ideias de Solomons e Fryhle (2002). Para finalizar, é possível identificar que o estudante P2, demonstra conhecimento sobre a ideia de agente oxidante, identificando o dicromato de potássio como tal, sabendo que nos mapas iniciais o mesmo não mencionou este conceito em nenhum momento.

Com isso, podemos sugerir que o conceito de oxidação que estes estudantes possuem em sua cognição está passando por modificações, levando a uma maior robustez, fazendo com que este conceito se torne mais abrangente, o que podemos

relacionar com a diferenciação progressiva e reconciliação integradora, fundamentadas por Moreira (2012).

Em seguida, o quadro 14 nos aponta a resolução propostas pelos estudantes para o quinto item do roteiro experimental.

Quadro 14 – Respostas ao quinto item do roteiro experimental

Participantes	Respostas
P1	<i>“No álcool etílico ocorreu a reação por ele ser um álcool primário, já no segundo ocorreu de forma um pouco mais lenta, pelo fato do álcool isopropílico ser do tipo secundário, e no terciário não ocorreu a reação por ele ser terciário.”</i>
P2	<i>“Os três álcoois pertencem a cadeias de carbonos diferentes. O dicromato é um acelerador de processos oxidantes, no terc-butanol não aconteceu essa mudança na coloração por ser um álcool terciário.”</i>
P3	<i>“O ácido realizou a oxidação nas soluções e como os béqueres 1 e 2 possuem álcoois ambos escureceram, e o três permaneceu alaranjado.”</i>
P4	Não houve resposta
P5	<i>“Reações orgânicas.”</i>
P6	<i>“As substâncias reagiram entre si fazendo com que mudassem as ligações de oxigênio, fazendo-o oxidar.”</i>
P7	<i>“A mistura química faz com que seja “corroído” o material fazendo assim a oxidação, onde o álcool perderá seus elétrons e átomos “formando um novo”. ”</i>

Fonte: Própria (2023).

Visualizando o quadro acima é possível perceber que o participante P1 atribui, de forma correta, a ocorrência da oxidação nos álcoois etílico e isopropílico devido a classificação destes, respectivamente, em álcool primário e álcool secundário, o que demonstra um conhecimento do estudante sobre a estrutura química destes compostos.

Ao comparar com os conceitos apresentados em seu mapa inicial temos que o estudante reconhece que o álcool é composto por uma cadeia carbônica, porém não menciona sobre a sua classificação, dessa forma podemos evidenciar uma diferenciação progressiva (Moreira, 2012) visto que a ideia que o mesmo possui sobre álcool ganhou mais detalhes.

Termos também o reconhecimento da não oxidação do álcool terc-butanol por este ser um álcool terciário, o que pode ser evidenciado nos trechos de P1 e P2 de forma mais segura, e pelo P3, mas sem nenhum embasamento científico, somente com a percepção visual. Desse modo, faltou a associação com a classificação do carbono terciário ao qual a hidroxila está ligada (McMurry, 1997), apesar de ser perceptível uma modificação da estrutura cognitiva destes estudantes.

Ainda nas reflexões relacionadas ao quinto item do roteiro, podemos perceber que há uma de P6 sobre a importância das ligações de oxigênio para o processo de

oxidação, porém, sem a devida explicação química, mas reconhecendo este fenômeno como crucial para a reação de oxidação.

Além do mais, o estudante P6 já havia reconhecido no mapa inicial que a oxidação se dava pela entrada de oxigênio na molécula, o mesmo agora afirma que essa mudança surge em decorrência da interação entre as substâncias, enriquecendo o conceito que o mesmo possui sobre a reação de oxidação.

Por fim, observa-se no trecho de P7 uma associação entre a oxidação e a corrosão, que pode ser compreendida como uma limitação conceitual, já associando o fenômeno à perda de elétrons. Essa modificação em sua estrutura cognitiva é essencial, visto que inicialmente este estudante associava a reação de oxidação aos metais, porém somente como exemplificação. Agora já temos a construção de conceito para este tipo de reação, conceito que se aproxima do defendido em McMurry (1997).

Para finalizar as reflexões acerca das atividades experimentais, o quadro 15 a seguir mostrar as reflexões construídas pelos colaboradores da pesquisa, que retoma a reflexão sobre o problema motivador (O que aconteceu com o leite de Carlos?).

Quadro 15 – Respostas ao sexto item do roteiro experimental

Participantes	Respostas
P1	<i>“O fato de Carlos ter guardado o leite aberto e ainda fora da geladeira fez com que o leite ficasse mais propenso ao aparecimento de bactérias, que transformaram a lactose, o açúcar do leite, em ácido láctico. “</i>
P2	<i>“Azedamento, que isso ocorreu por causa da transformação da lactose em ácido... isso é um processo de oxidação. “</i>
P3	<i>“O leite endureceu por que sofreu oxidação. “</i>
P4	Não houve resposta
P5	Não houve resposta
P6	<i>“Azedou, o leite aberto entrou em contato com oxigênio presente no ar e oxidou e acabou estragando. “</i>
P7	<i>“O leite coalhou, ficou com consistência de queijo, mas com um mau cheiro, aspecto molenga e fedorento, reação de oxidação. ”</i>

Fonte: Própria (2023).

No quadro acima é possível perceber que os estudantes P2, P3, P6 e P7 associaram a ocorrência do azedamento do leite ao processo de oxidação do material, relacionando este fenômeno ao ocorrido com as amostras alcoólicas da primeira parte do roteiro experimental, o que pode nos sugerir uma reconciliação integradora, visto que o conceito se tornou mais abrangente (Moreira, 2012), alterando a percepção dos estudantes acerca de situações que envolvem este tipo de reação química.

Constata-se também a percepção sobre a mudança nas propriedades organolépticas da amostra de leite, que se manifesta nas reflexões de P2, P3, P6 e P7, associado ao fenômeno sofrido pela amostra. Os estudantes P6 e P7 Também é possível identificar a associação da oxidação com o azedamento do leite, expresso nos trechos de P2, P6 e P7 (em P7 utiliza-se o termo 'coalho' que na vivência popular representa o mesmo fenômeno).

Estas percepções que os estudantes construíram acerca da oxidação do leite evidencia uma alteração na cognição destes estudantes, visto que nos mapas iniciais estes evidenciaram como exemplo da reação, a reação de metais (aço, ferro e bronze).

Neste ponto já temos a identificação da reação em compostos orgânicos, o que pode nos sugerir uma reconciliação integradora (Moreira, 2012), visto que esta perspectiva nos revela uma visão mais abrangente do conceito de oxidação apresentado pelos estudantes.

É possível identificar, também, a associação do fenômeno da oxidação do leite a ação de microrganismos, que pode ser evidenciado na resolução proposta por P1, nesta fala temos uma mudança de percepção do estudante em perceber não somente o conceito químico envolvido na reação de oxidação, mas a provável causa biológica da mesma, o que nos sugere uma diferenciação progressiva (Moreira, 2012), visto que o conceito de oxidação está se aprofundando gradualmente na estrutura cognitiva do sujeito.

Além do mais, é perceptível a explicação de como a reação de oxidação ocorre no leite, que segundo P1 e P2, é a transformação da lactose em ácido láctico (de forma indireta nos revela um domínio conceitual, apesar de limitado, sobre a oxidação dos álcoois), o que se aproxima com a ideia de oxidação dos álcoois proposta por McMurry (1997).

Por fim, vemos que a resposta elaborada pelo estudante P6, nos revela uma associação da oxidação do leite a presença do oxigênio contido no ar atmosférico. Reconhecendo que nossa atmosfera nos oferece um ambiente propício para a oxidação, nos mostrando uma evolução conceitual e uma modificação na estrutura cognitiva do estudante, o que pode nos sugerir a ocorrência da reconciliação integradora (Moreira, 2012).

Após a discussão acerca das questões propostas após a realização das atividades experimentais, discutiremos os dados coletados nos mapas conceituais apresentados pelos estudantes nas etapas finais da UEPS.

4.4 OS MAPAS CONCEITUAIS E AS DISCUSSÕES FINAIS

Neste subtópico serão analisados os mapas conceituais construídos durante a sétima etapa da UEPS, bem como as discussões relacionadas a estes mapas, para que dessa forma possamos acompanhar a evolução conceitual presentes na estrutura cognitiva dos participantes ao final das atividades propostas

Etapa 7: Construção de um mapa conceitual.

A construção dos mapas conceituais neste momento da UEPS é de fundamental importância para a compreensão dos processos cognitivos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora ocorrerem durante as etapas propostas, fundamental na avaliação da UEPS (Silva; Carvalho; Aquino, 2021).

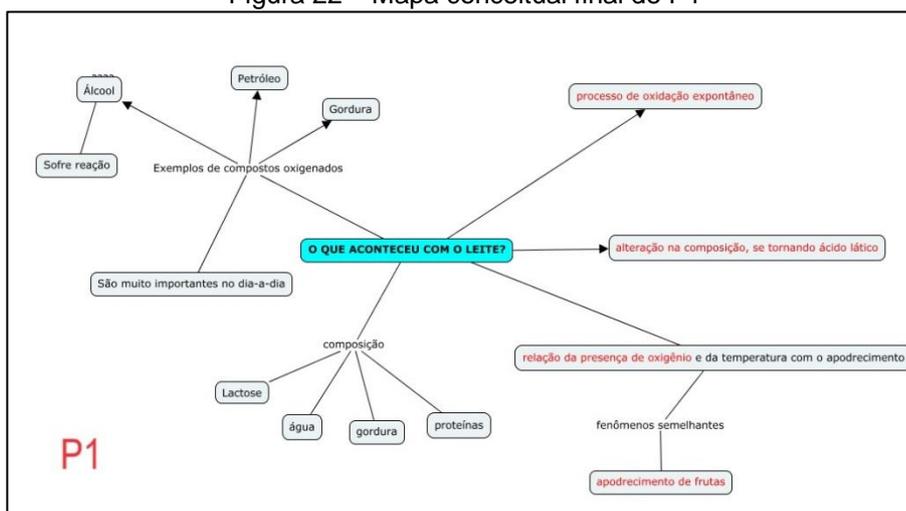
Isto nos permitirá a realização de comparações entre os mapas apresentados no início com os que serão apresentados a seguir.

Etapa 8: Discussão sobre o mapa conceitual.

Nesta etapa, os mapas conceituais sobre a situação-problema, serão apresentados e discutidos, buscando identificar indícios de aprendizagem significativa do conceito de oxidação dos álcoois, através dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Na figura 21 abaixo é possível visualizar o mapa conceitual construído pelo estudante P1:

Figura 22 – Mapa conceitual final de P1



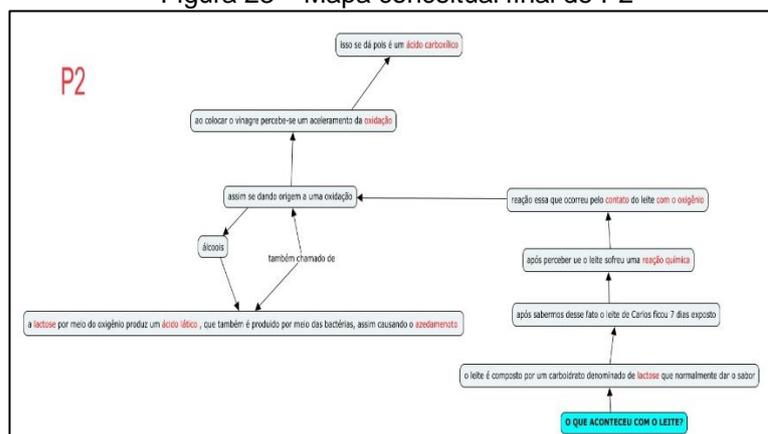
Fonte: P1 (2023).

Neste mapa conceitual é possível perceber que o estudante conseguiu associar o fenômeno ocorrido com a amostra de leite com a reação de oxidação, inclusive identificando a substância formada ao final do processo, demonstrando conhecimento sobre a ocorrência deste tipo de reação em situações cotidianas. Pode-se observar, também a associação que o estudante faz entre a reação de oxidação e a presença de oxigênio.

Ao comparar com os mapas iniciais apresentados pelo estudante temos que inicialmente o mesmo atribui à oxidação a liberação de oxigênio, agora o mesmo relata a importância da presença de elemento. Com isso temos uma modificação gradual na percepção deste estudante sobre a ideia de oxidação, o que nos sugere uma diferenciação progressiva do conceito (Moreira, 2012).

Em seguida podemos observar o mapa conceitual (Figura 22) elabora pelo estudante P2, sobre o fenômeno observado na amostra de leite.

Figura 23 – Mapa conceitual final de P2



Fonte: P2 (2023)

Observando a figura acima podemos identificar que o estudante P2, conseguiu identificar que a amostra de leite passou por um processo de oxidação, além do mais consegue identificar a lactose como a estrutura do leite que sofreu o processo formando o ácido láctico, classificando-o, inclusive como um ácido carboxílico, demonstrando conceitos sobre a identificação de grupos funcionais, pertencentes às funções orgânicas oxigenadas.

Com isso, ao relacionar o processo de oxidação da amostra a formação de ácido carboxílico, é uma indicação que o estudante começa a reconhecer com mais facilidade as funções orgânicas oxigenadas, o que no início da UEPS o fazia com de maneira equivocada. Percebe-se que o subsunçor presente na estrutura cognitiva do estudante tornou-se mais robusto, o que pode ser relacionado a diferenciação progressiva (Moreira, 2012).

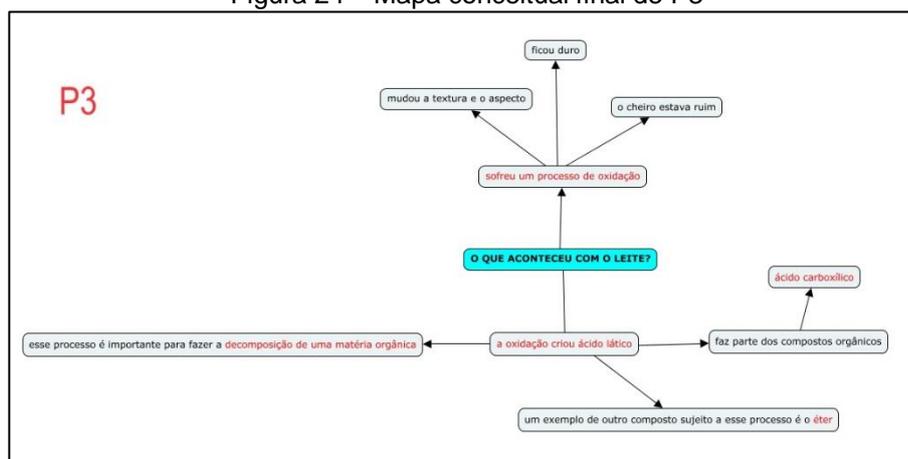
Ao mencionar, no mapa conceitual, que a oxidação ocorreu através do contato do leite com o oxigênio percebe-se o reconhecimento da importância do oxigênio para a ocorrência deste tipo de reação, e sua importância para o desenvolvimento desta atividade experimental, relacionando ao questionamento do problema motivador. Com isso, podemos refletir uma evidência dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora (Moreira, 2012), visto que os conceitos estão sendo modificados e adquirindo mais abrangência.

Nas transcrições das discussões foi possível identificar que P2 consegue relacionar a importância do ar atmosférico como agente oxidante da amostra, no trecho que pode ser observado abaixo, ao ser questionado sobre o motivo da oxidação da amostra: “Devido ao oxigênio presente no ar atmosférico que entrou em contato com o leite” (P2).

De acordo com a percepção de P2 é possível identificar que o estudante reconhece a importância do oxigênio no processo, porém não detalha a forma como a presença deste elemento interfere no rearranjo dos átomos presentes no composto orgânico.

Na sequência será compartilhado o mapa conceitual construído pelo participante P3 (Figura 23).

Figura 24 – Mapa conceitual final de P3



Fonte: P3 (2023).

Assim como os participantes mencionados anteriormente, o estudante P3 também conseguiu identificar a oxidação como a causa do fenômeno observado na amostra de leite, conseguindo identificar o ácido láctico como produto da reação, identificando-o como um ácido carboxílico.

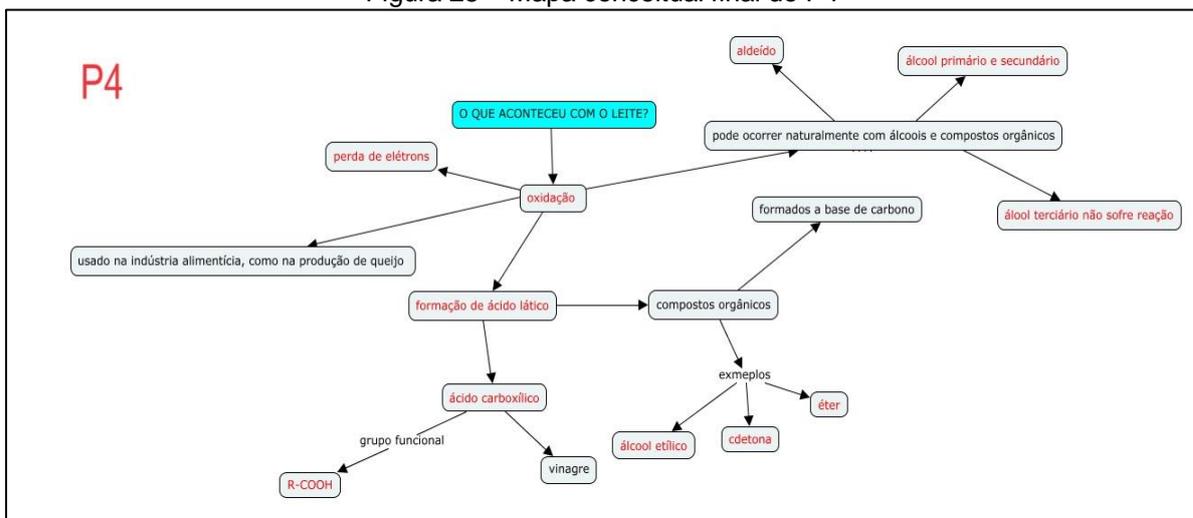
É possível identificar a associação que o estudante faz entre o fenômeno da oxidação com a decomposição da matéria orgânica. Com isso, percebe-se que o estudante possui conhecimentos relacionados às reações orgânicas, especificamente da oxidação dos álcoois.

Ademais, identifica-se que o estudante conseguiu identificar propriedades organolépticas que podem ser associadas à função dos ácidos carboxílicos, porém sem nenhum vestígio de conhecimento sobre a parte estrutural das cadeias inerentes a estes compostos orgânicos.

Com isso, é possível perceber que o estudante P3 que inicial, reconhecia com dificuldades os compostos orgânicos e suas características, já as reconhece com uma certa facilidade conseguindo associar estes conceitos ao processo de oxidação do leite, mostrando-se uma modificação na estrutura cognitiva do estudante, o que pode sugerir uma aprendizagem significativa (Moreira, 2012).

Em seguida, podemos observar o mapa conceitual construído pelo colaborador, P4, trazendo a sua visão sobre o experimento da amostra de leite, em associação a situação-problema (Figura 24).

Figura 25 – Mapa conceitual final de P4



Fonte: P4 (2023).

Observando o mapa conceitual acima, percebe-se que o estudante relaciona o ocorrido com a amostra de leite à reação de oxidação, conceituando-a como a perda de elétrons, além de apresentar o ácido láctico como produto dessa reação, classificando-o como um ácido carboxílico.

O conceito de oxidação apresentado pelo estudante P4 se aproxima ao conceito de oxidação formulado no livro de McMurry (1997), visto que, podemos associar a perda de elétrons com a perda de densidade eletrônica do carbono no composto orgânico. Demonstrando que o conceito de oxidação se tornou mais robusto na estrutura cognitiva do estudante, sofrendo uma resignificação e ganhando mais estabilidade (Moreira, 2012), o que pode nos sugerir a ocorrência dos processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora.

Diferentemente dos participantes citados acima, o estudante P4 consegue identificar a presença da carboxila, como caracterização do grupo funcional dos ácidos carboxílicos, demonstrando conhecimento sobre a estrutura destes compostos orgânicos, aproximando-se do conceito proposto por Solomons e Fryhle (2000, 2002).

Com relação a ideia de conceito de composto orgânico, o mesmo compreende como sendo compostos formados a base do elemento químico carbono, onde o mesmo ainda faz menções de grupos funcionais pertencentes às funções oxigenadas, bem como substâncias que fazem parte do seu cotidiano que são associados a estes compostos.

Na transcrição dos áudios da socialização do mapa conceitual, o estudante P4, ao ser questionado sobre a oxidação de compostos mencionou o seguinte: “Pode ocorrer naturalmente em alguns compostos como álcool primário, secundário e aldeídos, porém em álcoois terciários ele não acontece” (P4).

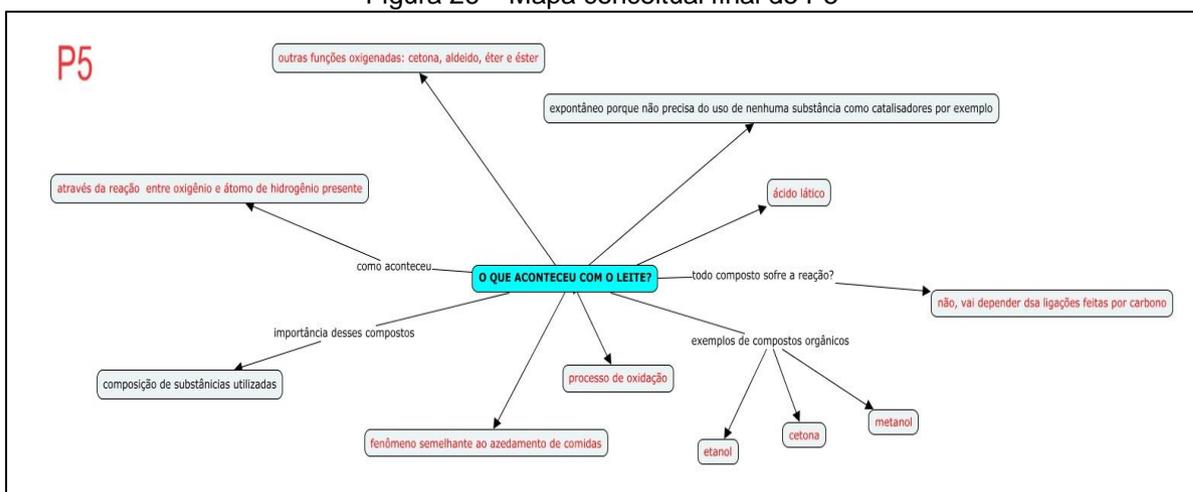
Diante do exposto, percebe-se que P4 reconhece que nem todo álcool sofre a oxidação, compreendendo que existem compostos oxigenados que não sofrem ou apresentam dificuldade para oxidar, exposto em McMurry (1997).

Comparando esta afirmação com o que foi posto pelo estudante em seu mapa conceitual inicial, temos que o mesmo reconhece a oxidação em compostos metálicos, neste ponto podemos identificar o reconhecimento da reação de oxidação em compostos orgânicos, dessa forma a concepção do estudante sobre o processo de oxidação se modificou através da diferenciação progressiva (Moreira, 2012).

Além do mais, o estudante P4 demonstra um conhecimento sobre a classificação dos álcoois e reconhece outros grupos orgânicos oxigenados como os aldeídos, fazendo uma associação destas substâncias com a reação de oxidação, assim como está fundamentado em McMurry (1997).

Abaixo iremos observar o mapa conceitual desenvolvido pelo estudante P5, para darmos sequência (Figura 25).

Figura 26 – Mapa conceitual final de P5



Fonte: P5 (2023).

Analisando o mapa conceitual acima, é possível vislumbrar que o estudante P5 identificou a reação de oxidação como a causa do azedamento do leite, identificando o ácido láctico como produto desta oxidação. O colaborador P5, também

relacionou de forma simplificada o mecanismo desta reação, demonstrando que a mesma ocorre entre átomo de oxigênio, com os hidrogênios presentes na molécula.

O estudante P5 nos mostra que a oxidação ocorre entre átomos de oxigênio e hidrogênio (contido na molécula), o que complementa o relatado inicialmente pelo participante como sendo a oxidação a perda de elétrons, ao qual podemos associar com o conceito defendido por McMurry (1997).

Outrossim é possível perceber que o estudante consegue identificar algumas funções orgânicas oxigenadas (cetona, aldeído, éter, éster) bem como compostos que podem ser encontrados no cotidiano, como o etanol (Solomons; Fryhle, 2000, 2002).

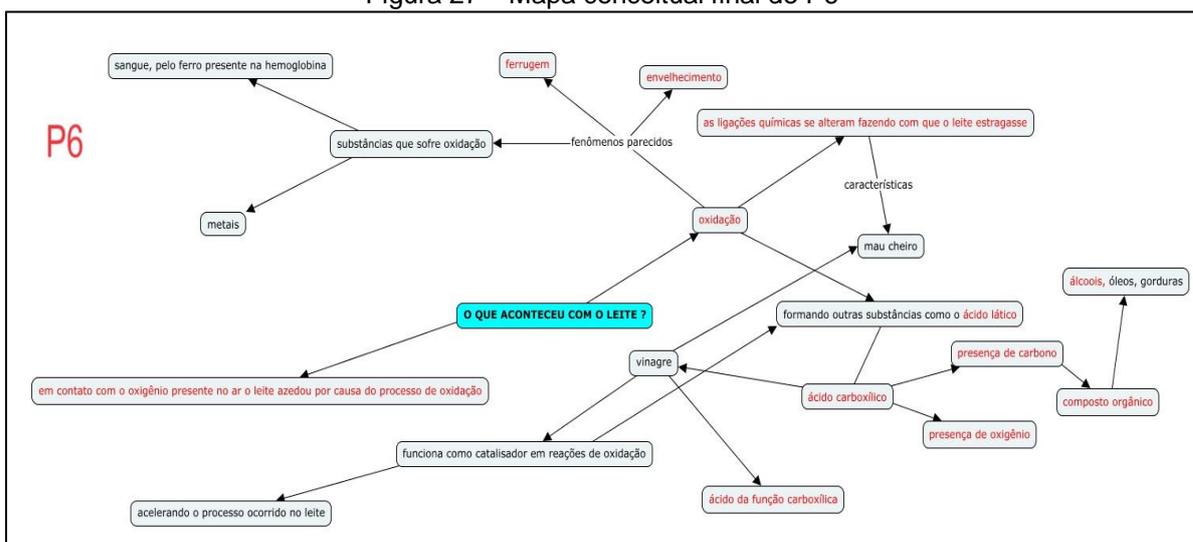
Analisando as transcrições da socializado do mapa, ao ser questionado sobre a ocorrência da oxidação dos compostos orgânicos, P5 determina que, a mesma não ocorre quando: “O carbono não tem mais ligação com hidrogênio.” (P5, 2023).

O feedback exposto pelo estudante corrobora com o que já havia sido mencionado em seu mapa conceitual, que nem todo composto orgânico sofre oxidação com facilidade (McMurry, 1997). Ainda nas transcrições o estudante demonstrou dificuldades em conceituar os compostos orgânicos, demonstrando com certa facilidade somente exemplos destes compostos, mencionando o seguinte: “é o que está presente em funções, por exemplo, aldeído e éster” (P5, 2023).

Na fala do estudante percebemos que o mesmo exemplifica a ideia de compostos orgânicos não apresentando o conceito. Porém, percebe-se que um avanço gradual do estudante, visto que no mapa inicial o mesmo havia reconhecido o álcool como exemplo de composto orgânico. Essa evolução pode ser considerada uma diferenciação progressiva do conceito (Moreira, 2012).

Em seguida pode-se observar o mapa conceitual elaborado e socializado pelo participante P6, sobre a solução para o problema motivador, bem como os conceitos químicos que podem ser relacionados na solução da situação-problema do azedamento do leite (Figura 26).

Figura 27 – Mapa conceitual final de P6



Assim como os participantes que foram citados anteriormente, o colaborador P6, também identificou a oxidação como a causa da reação a qual o leite foi acometido, identificando o ácido láctico como um dos produtos finais da reação, classificando-o de forma correta como parte do grupo dos ácidos carboxílicos.

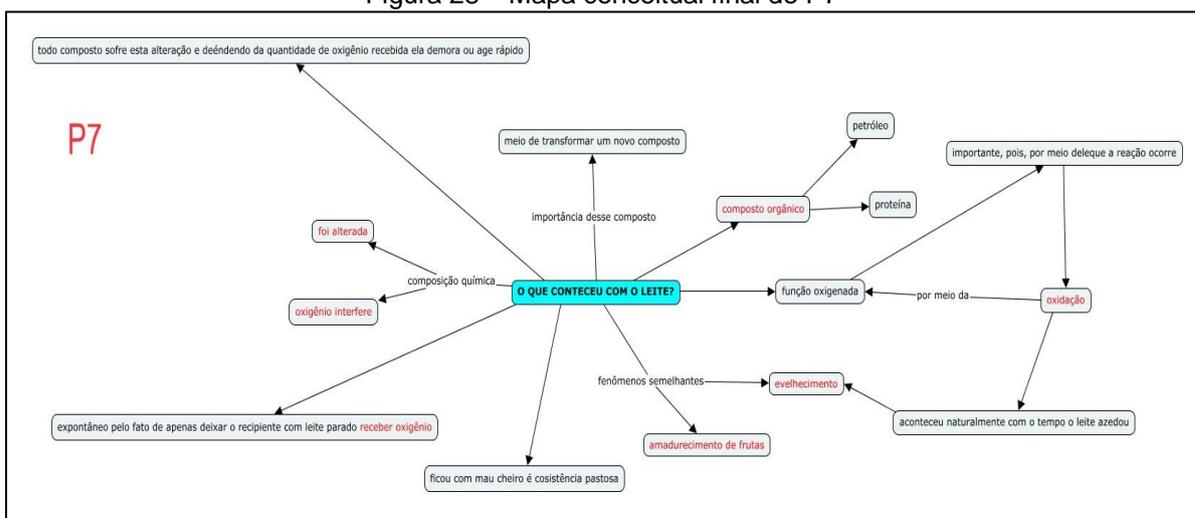
Além de classificar a substância ao grupo funcional de forma coerente, o estudante também identificou algumas das propriedades organolépticas que podem ser associadas a este tipo de composto orgânico, como o mau cheiro.

Com isso é possível inferir que sua estrutura cognitiva sofreu modificações ao longo da UEPS, visto que, o mesmo não reconhecia no mapa inicial os ácidos carboxílicos e agora passa a identificá-lo como um dos produtos da oxidação da amostra de leite. Tal observação sugere que o subsunçor ao qual ancorou-se as novas informações sofreu modificações, tornando-se mais rico em informações (Moreira, 2012).

Ademais o estudante identificou a importância do elemento químico oxigênio para o mecanismo da reação, identificando também a importância do ar atmosférico para o andamento da reação.

Finalizando as discussões acerca dos mapas conceituais, construídos pelos estudantes na etapa final de aplicação da UEPS, será socializado abaixo o mapa conceitual elaborado pelo estudante P7 (Figura 27).

Figura 28 – Mapa conceitual final de P7



Fonte: P7 (2023).

O último estudante (P7) a ser mencionado nas discussões dos dados coletados, também conseguiu relacionar a oxidação como o fator responsável pelo azedamento do leite, reconhecendo a importância do oxigênio durante o processo. Apesar do estudante relacionar e reconhecer este tipo de reação, o mesmo não conseguiu trazer conceitos, ficando somente no campo dos exemplos cotidianos, assim como foi observado nas etapas iniciais da UEPS.

Apesar de não construir um conceito para a reação de oxidação a sua percepção de fenômenos do cotidiano que sofre a reação ao relacioná-la com o processo de envelhecimento. Com isso, podemos perceber a diferenciação progressiva (Moreira, 2012), visto que, a sua ideia de oxidação está sofrendo modificações, ganhando mais estabilidade.

Com relação aos compostos orgânicos, o mapa nos revela que o estudante também consegue identificar algumas substâncias que se relacionam ao conceito. Ademais o mesmo identifica algumas propriedades organolépticas que podem ser associadas com os ácidos carboxílicos (mau-cheiro), porém sem mencionar a presença e importância deste grupo funcional no processo de azedamento do leite.

Neste ponto, é possível identificar que o estudante que inicialmente tinha dificuldades em reconhecer os compostos orgânicos oxigenados, faz uma breve associação ao ocorrido com a amostra a formação de ácido carboxílico. Mesmo sem demonstrar como isso acontece isso, já nos aponta modificações na estrutura cognitiva do estudante, podendo ser associada com a diferenciação progressiva defendida por Moreira (2012) e que em outra oportunidade pode levar a

compreensão do mecanismo da reação através do processo de reconciliação integradora.

Ao ser questionado sobre o processo de oxidação, o estudante respondeu, “o composto já tem o oxigênio e o próprio ar tem oxigênio, pode ser que ele vai acrescentando o oxigênio e ele vai ... alterando” (P7). Na fala do estudante é possível perceber que apesar da deficiência conceitual, o mesmo consegue identificar o oxigênio como fundamental no processo de oxidação sofrido pela amostra de leite.

Diante do exposto, foi possível identificar quais avanços conceituais os participantes da pesquisa desenvolveram durante a participação da UEPS, mostrando-se uma metodologia que pode possibilitar que os estudantes aprendam de forma significativa (Silva; Carvalho; Aquino, 2021).

Para facilitação da compreensão de como a UEPS possibilitou a aprendizagem significativa acerca da oxidação dos álcoois, o próximo tópico apresentará de forma esquematizada a evolução conceitual dos participantes da pesquisa durante todo o processo de desenvolvimento das atividades.

4.5 A EVOLUÇÃO CONCEITUAL DOS ESTUDANTES AO DECORRER DAS ETAPAS DA UEPS

Etapa 9: Avaliação formativa.

No início das discussões inerentes à coleta de dados, foi realizado um mapeamento do conhecimento prévio dos estudantes, colaboradores da pesquisa, sendo possível identificar os conceitos presentes na estrutura cognitiva dos mesmos, que pudesse estar associado à oxidação dos álcoois.

A fim de consolidar os resultados obtidos ao longo da aplicação da UEPS, finalizando a relevância da mesma para a aprendizagem significativa da oxidação dos álcoois, será demonstrado neste tópico, evoluções conceituais demonstradas pelos estudantes durante a aplicação da UEPS, comparando com o conhecimento prévio dos mesmos a fim de identificar vestígios de diferenciação progressiva e reconciliação integradora, processos cognitivos que sugerem a ocorrência de aprendizagem significativa.

Para a leitura e interpretação do quadro a seguir, vale relembrar que os sete participantes da pesquisa são codificados como, P1, P2, P3, P4, P5, P6 e P7. No

CONCEITOS/ IDEIAS		Ocorrência nas discussões iniciais (Mapas conceituais iniciais)							Ocorrência nas discussões finais (pós-experimento e mapa conceitual)						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
	oxigenadas (álcool, fenol, éter, éster, aldeído, cetona e ácido carboxílico).	RI	RI	RI	RI	RI	RI	SR	RI	RC	RC	RC	RC	RC	RC
	Reconhece as principais características e aplicabilidades dos compostos oxigenados.	RI	RC	RI	RC	RC	RC	RC	RI	RC	RC	RC	RC	RC	RC
REAÇÃO DE OXIDAÇÃO	Compreende o conceito de oxidação	RI	SR	RI	RI	RC	RI	SR	RI	RI	RI	RC	RC	RI	RI
	Identifica fenômenos do cotidiano pertinentes às reações de oxidação.	RC	RI	RI	RI	RI	RI	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC	RC
	Reconhece a própria atmosfera terrestre como o principal agente oxidante.	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	RC	SR	SR	SR	RC	SR
REAÇÃO DE OXIDAÇÃO DOS COMPOSTOS OXIGENADOS	Reconhece as características da oxidação dos compostos orgânicos	RI	SR	RI	SR	RI	SR	SR	RC	SR	RI	SR	RC	SR	SR
	Reconhece que nem todos os compostos oxigenados sofrem oxidação	SR	SR	SR	SR	SR	SR	SR	RC	RC	RI	RC	RC	SR	SR

CONCEITOS/ IDEIAS		Ocorrência nas discussões iniciais (Mapas conceituais iniciais)							Ocorrência nas discussões finais (pós-experimento e mapa conceitual)						
		P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7
	Identifica compostos oxigenados do cotidiano que sofrem oxidação	RI	RI	SR	SR	SR	SR	SR	RC	RC	SR	RC	SR	RC	RC

Fonte: Adaptado de Lemos e Moreira (2011).

Com o quadro acima, é possível perceber que no primeiro eixo, que trata dos compostos orgânicos o estudante P4 conseguiu conceituar os compostos orgânicos, em contraponto com a sua situação inicial, onde o mesmo inicialmente não havia feito nenhuma menção.

É possível perceber, também, que os estudantes P1, P5 e P7 conseguiram reconhecer a presença dos compostos orgânicos no dia-a-dia, onde P1 e P7 reconhecem a importância destes no seu cotidiano. Com isso, percebe-se que apesar das deficiências conceituais, muitos estudantes desenvolveram habilidades inerentes ao reconhecimento dos compostos orgânicos no cotidiano, devido à importância destes compostos no cotidiano (Solomons; Fryhle, 2000, 2002).

No segundo eixo, que trata de habilidades inerentes às funções orgânicas oxigenadas. É possível perceber alguns avanços no tocante ao reconhecimento da importância do oxigênio para a reação de oxidação, visto que, nas etapas iniciais, nenhum dos estudantes fizeram esta menção, no entanto no decorrer das etapas da UEPS, os estudantes P4 e P5, realizaram esta menção.

Com relação ao reconhecimento das principais funções orgânicas oxigenadas, percebe-se avanços em todos os participantes, com a única exceção do estudante P1. Acerca da aplicabilidade destes compostos oxigenados no cotidiano, as fases iniciais já demonstraram bom resultado, porém, ainda foi identificado avanços com o estudante P3.

No eixo 3, relaciona às reações de oxidação no sentido amplo, com relação a compreensão do conceito de oxidação, constata-se evoluções conceituais nos estudantes P2 e P7, que conceituaram de forma incompleta e vemos também que P4 conseguiu conceituar a oxidação de forma plausível. Com relação a identificação

das reações de oxidação no cotidiano identifica-se avanços com os estudantes P2, P3, P4, P5 e P6, dessa forma percebe-se que todos os estudantes identificam estas situações no cotidiano.

Ainda no eixo 3, na habilidade referente a identificação da atmosfera como agente oxidante, percebe-se avanços com os estudantes P2 e P6, apresentando uma tímida melhoria, visto que nenhum dos estudantes havia mencionado nas etapas iniciais.

No quarto eixo, sobre a oxidação dos compostos orgânicos oxigenados, constata-se evoluções conceituais de P1 e P5 no conhecimento das características da oxidação nos compostos orgânicos oxigenados. Além do mais os estudantes P1, P2, P4 e P5 reconhecem que nem todos os compostos oxigenados sofrem oxidação. Por fim, percebe-se que P1, P2, P4, P6 e P7 tem a habilidade de identificar compostos orgânicos oxigenados do cotidiano que sofrem oxidação.

Com isso, temos a esquematização dos conhecimentos desenvolvidos por cada participante desta pesquisa durante a participação das etapas propostas pela UEPS sobre a oxidação dos álcoois, tendo neste subtópico apenas uma síntese de todos os processos cognitivos identificados no subtópico anterior.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao longo das discussões realizadas durante esta pesquisa foi possível perceber a importância do tema proposto, reação de oxidação dos álcoois, visto que este fenômeno está bem presente no nosso cotidiano, bem como nos mais diversos fenômenos observados em situações do dia-a-dia.

Utilizar metodologias contextualizadas que motivem os estudantes a participarem das atividades, pode contribuir para o processo de aprendizagem de conceitos químicos. Além do mais, sendo esta uma aprendizagem significativa, as novas informações podem ancorar-se nos conhecimentos prévios existentes no cognitivo do estudante, fazendo com que estes conceitos preexistentes se tornem mais robustos e possam ser utilizados eventualmente na resolução de problemas nas mais diversas situações de seu cotidiano.

Dessa forma, a propositura dos estudantes participarem de uma UEPS sobre oxidação dos álcoois, nos revelou dados que nos sugerem modificações na estrutura cognitiva dos estudantes, tornando-as mais ricas em conceitos mais estáveis.

Durante a pesquisa, foi possível perceber que a UEPS possibilitou a potencialização de processos cognitivos capazes de reestruturar os saberes químicos dos estudantes, onde cada um, dentro de suas especificidades, conseguiram desenvolver habilidades inerentes aos compostos orgânicos e a oxidação dos álcoois.

Analisando os resultados pode-se perceber que houve o desenvolvimento conceitual de cada estudante a partir das atividades propostas pela UEPS, demonstrando assim, o que podemos possivelmente associar a aprendizagem significativa dos conceitos em questão. Vale destacar que as atividades propostas foram desenvolvidas com o objetivo de possibilitar a construção dos conceitos químicos na estrutura cognitiva do discente.

Além do mais percebeu-se ao longo da coleta de dados que estes conhecimentos prévios apresentados pelos estudantes foram ganhando mais robustez ao longo das etapas, pois observou-se que alguns dos alunos conseguiram fazer associações corretas relacionadas a oxidação dos álcoois, apresentando um nível de compreensão maior sobre os compostos orgânicos oxigenados, bem como situações do cotidiano que podem ser relacionadas a oxidação destes compostos orgânicos.

Estes avanços conceituais apresentados pelos estudantes durante a participação das etapas propostas pela UEPS sobre a oxidação dos álcoois, nos sugere uma possível aprendizagem significativa acerca da temática, onde podemos identificar processos cognitivos que emergiram da realização das atividades propostas.

Com isso identifica-se que a UEPS pode servir como um material didático para auxiliar a aprendizagem significativa de conceitos químicos, se mostrando um caminho promissor para ressignificação dos saberes químicos, possibilitando o engajamento dos estudantes durante as aulas de química na educação básica, o que pode levar a um interesse maior do estudante pelo componente curricular.

A utilização de mapas conceituais para a coleta de dados mostrou-se bastante eficaz tanto para a identificação dos conhecimentos prévios, quanto para a identificação de modificações conceituais dos conceitos apresentados pelos estudantes, visto que os mapas possibilitaram a compreensão de como as ideias estavam postas na estrutura cognitiva dos estudantes, bem como quais relações os mesmos estabeleciam entre os conceitos.

De forma sistemática, os mapas conceituais trouxeram-nos uma síntese de como os saberes químicos relacionados à oxidação dos álcoois sofreram modificações ao longo das etapas da UEPS, mostrando como estes conceitos foram ganhando mais detalhes e robustez, aproximando cada vez mais o pensamento do aluno ao conhecimento químico.

Por fim, trazer a experimentação problematizadora possibilitou aos estudantes a participação em atividades experimentais que buscaram desenvolver o espírito investigativo dos mesmos, induzindo-os a refletir acerca do tema.

Vale destacar que os experimentos propostos se apresentaram como uma forma de abordar os conhecimentos químicos sobre a oxidação dos álcoois, demonstrando também apresentaram situações do cotidiano, como a oxidação da lactose do leite o que permitiu observar as modificações nas propriedades organolépticas do leite, respondendo ao problema-motivador da atividade experimental.

Com a realização desta pesquisa foi possível perceber que as UEPS podem ser utilizadas como uma ferramenta metodológica auxiliadora na construção de saberes químicos, pois, após a análise dos dados coletados foi possível identificar avanços conceituais na estrutura cognitiva dos estudantes. Avanços sobretudo na

percepção destes sobre o processo de oxidação dos álcoois, bem como o reconhecimento destes compostos oxigenados no cotidiano.

Vale destacar que as deficiências identificadas ao longo da pesquisa podem ser trabalhadas com a propositura de atividades que podem ser inseridas na construção de uma UEPS que auxiliem na construção destes conceitos, trazendo ainda modificações para a estrutura cognitiva dos estudantes, o que aponta para caminhos que podem ser tomados para pesquisas futuras.

REFERÊNCIAS

AÇÃO da Oxidação no Cotidiano. Produção: Isaac Bruno Silva Souza. Campina Grande: Universidade Estadual da Paraíba, 2016. 1 vídeo (03 min 26s). Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/handle/123456789/16386>. Acesso em: 25 jan. 2024.

ALVES, Natália Bozzetto; SANGIOGO, Fábio André; PASTORIZA, Bruno dos Santos. Dificuldades no ensino e na aprendizagem de química orgânica do ensino superior-estudo de caso em duas Universidades Federais. **Química Nova**, São Paulo, v. 44, n. 6, p. 773-782, jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170708>.

ANDRADE, Rafaela Alves de; SIMÕES, Anderson Savio de Medeiros. Drogas: uma proposta de metodologia da problematização no Ensino de Química. **Revista Thema**, Pelotas, v. 15, n. 1, p. 5-24, mar. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.15536/thema.15.2018.5-24.573>.

AUSUBEL, David Paul; NOVAK, Joseph Donald; HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

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

CASTRO, Bruna Jamila de; COSTA, Priscila Carozza Frasson. Contribuições de um jogo didático para o processo de ensino e aprendizagem de química no ensino fundamental segundo o contexto da aprendizagem significativa. **Revista electrónica de investigación en educación en ciencias**, Buenos Aires, v. 6, n. 2, p. 25-37, jul./dez. 2011. Disponível em: <http://www.scielo.org.ar/img/revistas/reiec/v6n2/html/v6n2a02.htm>. Acesso em: 15 jan. 2024.

DELIZOICOV, Demétrio. Problemas e problematizações. In: PIETROCOLA, Maurício (Org.). **Ensino de Física**: conteúdo, metodologia e epistemologia em uma concepção integradora. 2 ed. Florianópolis: UFSC, 2005. p. 125-150.

DIAS, Sandralice Marins da Silva; TERRA, Wagner da Silva. O uso de mapas conceituais como instrumento de ensino e avaliação da aprendizagem significativa dos conceitos relacionados a química do petróleo. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 4, n. 2, p. 714-752, abr. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i2.10989>.

FERREIRA, Marcello *et al.* Unidade de ensino potencialmente significativa sobre óptica geométrica apoiada por vídeos, aplicativos e jogos para smartphones. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 42, p. 1-13, jun. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0057>.

FRANCISCO JUNIOR, Wilmo Ernesto; FERREIRA, Luiz Henrique; HARTWIG, Dácio Rodney. Experimentação problematizadora: fundamentos teóricos e práticos para a aplicação em salas de aula de ciências. **Química Nova Na**

Escola, São Paulo, v. 30, n. 4, p. 34-41, nov. 2008. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/>. Acesso em: 14 jan. 2024.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. 44. ed. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 2005.

GIORDAN, Marcelo. O papel da experimentação no ensino de ciências. **Química Nova Na Escola**, São Paulo, v. 10, n. 10, p. 43-49, nov. 1999. Disponível em: <http://qnesc.s bq.org.br/>. Acesso em: 14 jan. 2024.

GODOY, Arilda Schmidt. Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais. **Revista de Administração de Empresas**, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, maio/jun. 1995. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-75901995000300004>.

GONÇALVES, Fábio Peres; MARQUES, Carlos Alberto. Contribuições pedagógicas e epistemológicas em textos de experimentação no ensino de química. **Investigações em Ensino de Ciências**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 219-238, nov. 2016. Disponível em: <https://ienci.if.ufrgs.br/index.php/ienci/article/view/494>. Acesso em: 18 jan. 2024.

JESUS, Edislei Maria de. *et al.* A experimentação problematizadora na perspectiva do aluno: um relato sobre o método. **Revista Ciência em Tela**, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 1-8, 2011. Disponível em: http://www.cienciaemtela.nutes.ufrj.br/volume4/1/sala_de_aula.html. Acesso em: 14 jan. 2024.

LEMOS, Evelyse dos Santos; MOREIRA, Marco Antonio. A avaliação da aprendizagem significativa em biologia: um exemplo com a disciplina embriologia. **Aprendizagem Significativa em Revista**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 15-26, ago. 2011. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/asr/?go=artigos&idEdicao=2>. Acesso em: 18 jan. 2024.

LIMA, Juliana Fernandes; SILVA, Carlos César da. O uso de modelos moleculares no ensino de química orgânica. **Itinerarius Reflectionis: Revista da Pós-Graduação em Educação**, Jataí, v. 10, n. 2, p. 1-29, jul./dez. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.5216/rir.v10i2.26721>.

LOPES, Renato Matos *et al.* Aprendizagem baseada em problemas: uma experiência no ensino de química toxicológica. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 7, p. 1275-1280, set. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011000700029>.

MARTINS, Roberto; VEIGA-SANTOS, Priscila; CASTILHO, Sarah Gimenes. Fermentação divertida: introdução à ciência através de atividade culinária investigativa. 2014.

MATEUS, Paola Gimenez; FERREIRA, Luiz Henrique. Investigação da aprendizagem significativa do conceito de equilíbrio químico por meio de modelos mentais expressos por licenciandos em Química. **Revista Electrónica de**

Enseñanza de las Ciencias, [S. l.], v. 20, n. 1, p. 73-98, 2021. Disponível em: http://reec.uvigo.es/REEC/spanish/REEC_older_es.htm. Acesso em: 16 jan. 2024.

MCMURRY, John. **Química Orgânica**. 4. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1997.
MEDEIROS, Denise Rosa. **Resolução de problemas como proposta metodológica para o ensino de química**. 2019. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências) – Campus Bagé, Universidade Federal do Pampa, Bagé, 2019. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/handle/rii/4597>. Acesso em: 10 jan. 2024.

MONTEIRO, Izabel Bressanini; OLIVEIRA, Cristiane Lopes Rocha de; GEREMIAS, Bethânia Medeiros. A experimentação problematizadora e o ensino de ciências: desafios e perspectivas na educação do campo. **Kiri-Kerê – Pesquisa em Ensino**, São Mateus, v. 2, n. 4, p. 266-283, dez. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.47456/krkr.v2i4.31902>.

MOREIRA, Marco Antonio. **Aprendizagem Significativa: da visão clássica à visão crítica**. 2006. Conferência de encerramento do V Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, 5., 2006a, Madrid. Disponível em: <http://moreira.if.ufrgs.br/visaoclasicavisaocritica.pdf>. Acesso em: 26 jan. 2024.

MOREIRA, Marco Antonio. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2006b.

MOREIRA, Marco Antonio. ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? **Revista Currículum: Revista de Teoría, Investigación y Práctica Educativa**, La Laguna, n. 25, p. 29-56, mar. 2012. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/96956>. Acesso em: 20 jan. 2024.

NOVAK, Joseph Donald; CAÑAS, Alberto J. A teoria subjacente aos mapas conceituais e como elaborá-los e usá-los. **Práxis Educativa**, Ponta Grossa, v. 5, n. 1, p. 9-29, jan./jun. 2010. Disponível em: <http://www.periodicos.uepg.br>. Acesso em: 25 jan. 2024.

OLIVEIRA, Regina Célia Barbosa de; MELO, Carla Carvalho de; SOUZA, Agilson Nascimento de. Implicações da experimentação como aporte em atividades por problematização para compreensão do fenômeno corrosão. **Ensino Em Revista**, Uberlândia, v. 28, p. 1-25, jun. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.14393/ER-v28a2021-43>.

PANTOJA, Glauco Cohen; MOREIRA, Marco Antonio. Conceitualização do conceito de campo elétrico de estudantes de ensino superior em unidades de ensino potencialmente significativas sobre eletrostática. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, São Paulo, v. 42, p. 1-15, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2020-0288>.

PELIZZARI, Adriana *et al.* Teoria da aprendizagem significativa segundo Ausubel. **Revista PEC**, [S. l.], v. 2, n. 1, p. 37-42, jul. 2002. Disponível em: <http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000012381.pdf>. Acesso em: 18 jan. 2024.

PEREIRA, Ademir Souza; VITURINO, Jaqueline Pereira; ASSIS, Alice. O uso de indicadores naturais para abordar a experimentação investigativa problematizadora em aulas de Química. **Educação Química em Ponto de Vista**, Foz do Iguaçu, v. 1, n. 2, p. 135-148, dez. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.30705/eqpv.v1i2.891>.

PRODANOV, Cleber Cristiano; FREITAS, Ernani Cesar de. **Metodologia do trabalho científico**: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico. 2. ed. Novo Hamburgo: Editora Feevale, 2013.

ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. **Dificuldades de aprendizagem no ensino de química**: algumas reflexões. *In*: ENCONTRO NACIONAL DE ENSINO DE QUÍMICA, 18., 2016, Florianópolis. **Anais [...]** Florianópolis: UFSC, 2016. p. 1-8. Disponível em: <https://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R0145-2.pdf>. Acesso em: 20 jan. 2024.

RODRIGUES, Salomão Bento de Vasconcelos; SILVA, Dayse Carvalho da; QUADROS, Ana Luiza de. O ensino superior de química: reflexões a partir de conceitos básicos para a química orgânica. **Química Nova**, São Paulo, v. 34, n. 10, p. 1840-1845, dez. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422011001000019>.

ROQUE, Nídia França; SILVA, José Luis de Paula Barros. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 921-923, jun. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000400034>.

SANTOS FILHO, José Walter. **Jogo eletrônico educacional como um objeto de aprendizagem visando a aprendizagem significativa**: uma experiência com a análise combinatória. 2010. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade Federal de Sergipe, Aracajú, 2010. Disponível em: <https://ri.ufs.br/handle/riufs/4708>. Acesso em: 20 jan. 2024.

SANTOS, Anderson Oliveira *et al.* Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, [S. l.], v. 9, n. 7, p. 1-6, jul. 2013. Disponível em: <https://www.scientiaplena.org.br/sp/article/view/1517>. Acesso em: 20 jan. 2024.

SILVA, Cristiane Jussara da; CARVALHO, Helotonio; AQUINO, Kátia Aparecida da Silva. Unidade de ensino potencialmente significativa para o estudo da água e poluição na perspectiva da educação ambiental crítica. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, Passo Fundo, v. 4, n. 2, p. 993-1017, mar. 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.5335/rbecm.v4i2.11047>.

SILVA, Horlando Carlota da. **A utilização da temática frutas para o ensino de funções orgânicas oxigenadas e nitrogenadas no ensino médio**. 2017. Monografia (Graduação em Licenciatura em Química) – Departamento de Química

Orgânica e Inorgânica da Universidade Federal do Ceará, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/48713>. Acesso em: 20 jan. 2024.

SILVA, Minelly Azevedo. *et al.* Compostagem: experimentação problematizadora e recurso interdisciplinar no ensino de química. **Química Nova Na Escola**, São Paulo, v. 37, n. 1, p. 71-81, fev. 2015. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/>. Acesso em: 17 jan. 2024.

SILVEIRA, Denise Tolfo; CORDOVA, Fernanda Peixoto. A pesquisa científica. *In:* GERHDART, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo (Orgs.). **Métodos de pesquisa**. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2009. p. 33-44.

SOLOMONS, Graham; FRYHLE, Craig Barton. **Química Orgânica**. v. 1, 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2000.

SOLOMONS, Graham; FRYHLE, Craig Barton. **Química Orgânica**. v. 2, 7 ed. Rio de Janeiro: LTC, 2002.

TAVARES, Romeo. Aprendizagem significativa. **Revista Conceitos**, João Pessoa, v. 10, n. 55, p. 55-60, 2004. Disponível em: https://cmapspublic3.ihmc.us/rid=1237415764640_1647465121_8863/AprendizagemSignificativaConceitos.pdf. Acesso em: 20 jan. 2024.

VALADÃO, Dirlene Lima; ARAUJO NETO, Waldmir Nascimento de; LOPES, José Guilherme da Silva. Estratégias do agir na prática docente de Química Orgânica no Ensino Superior. *In:* ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 11., 2017, Florianópolis. **Anais [...]** Rio de Janeiro: ABRAPEC, 2017. p. 1-9. Disponível em: <https://www.abrapec.com/enpec/xi-enpec/anais>. Acesso em: 20 jan. 2024.

ZANON, Dulcimeire Aparecida Volante; GUERREIRO, Manoel Augusto da Silva; OLIVEIRA, Robson Caldas de. Jogo didático Ludo Químico para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos: projeto, produção, aplicação e avaliação. **Ciências & Cognição**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 1, p. 72-81, 2008. Disponível em: <http://www.cienciasecognicao.org/revista/index.php/cec/article/view/69>.

APÊNDICE A – ROTEIRO EXPERIMENTAL

Título: Oxidação dos compostos orgânicos oxigenados

OBJETIVOS:

Geral:

- Compreender que o processo de oxidação ocorre de forma espontânea em nosso cotidiano.

Específicos:

- Identificar a presença de compostos oxigenados em determinados materiais de uso cotidiano.
- Reconhecer o mecanismo de uma reação de oxidação em compostos orgânicos.
- Reconhecer as diferentes formas de oxidação de acordo com a classificação dos álcoois em questão.

PROBLEMA MOTIVADOR

Carlos foi até o supermercado comprar uma caixa de leite, ao chegar em casa ele utilizou parte do leite da caixinha e deixou a sobra em cima do armário. Dias depois, ele precisou novamente utilizar o leite, e lembrou que o resto de leite que havia sobrado na caixinha tinha ficado em cima do armário. Ao retirar o leite da caixinha ele percebeu que o aspecto do leite estava bastante diferente, a textura havia mudado e o odor estava bastante desagradável. Baseado neste relato explique qual o processo químico aconteceu com o leite? Que outras substâncias químicas sofrem o mesmo processo? O que permite que este tipo de reação aconteça?

MATERIAIS E REAGENTES:

Béquer (50 mL)	Álcool etílico (C ₂ H ₅ OH)
3 Tubos de ensaio	Álcool iso-propílico (C ₃ H ₇ OH)
Estante para tubos de ensaio	Terc-Butanol (C ₄ H ₁₀ O)
3 conta-gotas	Permanganato de Potássio (KMnO ₄)
Balança	Ácido sulfúrico (H ₂ SO ₄)

Pipeta graduada	Água destilada
Pipetador automático	

PROCEDIMENTOS:

PARTE 1: PREPARO DA SOLUÇÃO DE PERMANGANATO EM MEIO ÁCIDO.

1º Passo: pesar 1,4 g de dicromato de potássio na balança e colocá-lo no béquer de 50 mL;

2º Passo: pipetar 14 mL de água destilada e adicionar ao béquer. Em seguida, agitar bastante para dissolver o dicromato;

3º Passo: pipetar 7 mL de ácido sulfúrico e adicionar, vagarosamente, ao tubo de ensaio número 1. Em seguida, repetir o procedimento para os tubos de ensaio 2 e 3;

4º Passo: numerar os três tubos de ensaio;

5º Passo: posicionar os tubos de ensaio na estante;

PARTE 2: ADIÇÃO DA SOLUÇÃO DE PERMANGANATO NOS ÁLCOOIS.

1º Passo: pipetar 2 mL da solução de dicromato preparada e adicioná-la ao tubo de ensaio número 1. Em seguida, repetir o procedimento para os tubos de ensaio 2 e 3;

2º Passo: adicionar 10 gotas do etílico ao tubo de ensaio número 1. Observar o que ocorre;

3º Passo: adicionar 10 gotas do iso-propílico ao tubo de ensaio número 2. Observar o que ocorre;

4º Passo: adicionar 10 gotas do terc-butanol ao tubo de ensaio número 3. Observar o que ocorre.

PARTE 3: INVESTIGAÇÃO PARA RESOLVER A QUESTÃO PROBLEMA

1 – O que foi possível identificar quando a solução ácida de permanganato de potássio foi misturada ao álcool etílico?

2 – Houve alguma diferença quando esta mesma solução ácida de permanganato de potássio foi misturada ao álcool isopropílico?

3 – Foi possível perceber alguma mudança visual quando foi adicionada a solução ácida de dicromato de potássio ao álcool terc-butanol?

4 – Que tipo do fenômeno foi vivenciado nas situações?

5 – O que explicaria os fenômenos observados acima? Quais aspectos estruturais podem ser relacionados?

6 – Retornando ao problema motivador, o que aconteceu com o leite de Carlos? Que aspectos podem ser relacionados? Qual o tipo de reação envolvida?

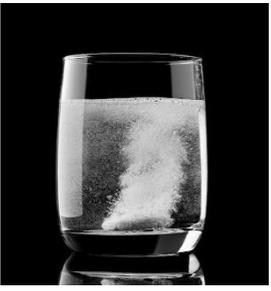
REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

DIAS, Diogo Lopes. Atividade prática sobre reações de oxidação em álcoois. Brasil escola, 2022. Disponível: <https://educador.brasilescola.uol.com.br/estrategias-ensino/atividade-pratica-sobre-reacoes-oxidacao-alcoois.htm>. Acesso em: 21 abr 2022.

APÊNDICE B – PROBLEMAS PROPOSTOS

PROBLEMA 1:

Observe as figuras abaixo e responda SIM ou NÃO para as situações do cotidiano que se relacionam com o processo de oxidação.

<p>Figura 1: Ferro enferrujado</p> 	<p>Figura 2: Fabricação de sabão</p> 	<p>Figura 3: Envelhecimento</p> 
<p>Figura 4: Funcionamento de Pilhas</p> 	<p>Figura 5: Margarina estragada</p> 	<p>Figura 6: Dissolução de comprimido efervescente</p> 

PROBLEMA 2:

Carlos foi até o supermercado comprar uma caixa de leite, ao chegar em casa ele utilizou parte do leite da caixinha e deixou a sobra em cima do armário. Dias depois, ele precisou novamente utilizar o leite, e lembrou que o resto de leite que havia sobrado na caixinha tinha ficado em cima do armário. Ao retirar o leite da caixinha ele percebeu que o aspecto do leite estava bastante diferente, a textura havia mudado e o odor estava bastante desagradável. Baseado neste relato explique qual o processo químico aconteceu com o leite? Que outras substâncias químicas sofrem o mesmo processo? O que permite que este tipo de reação aconteça?

APÊNDICE C – TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

TERMO DE ASSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Convidamos você _____, após autorização dos seus pais [ou dos responsáveis legais] para participar como voluntário (a) da pesquisa: **CONTRIBUIÇÕES DE UMA UEPS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE OXIDAÇÃO DA FUNÇÃO ÁLCOOL – UM ESTUDO DE CASO.**

Esta pesquisa é da responsabilidade do pesquisador João Paz Lima Junior, residente na 4ª Travessa Neném Ferreira, Panorama, Panelas/PE – 55470-000, com o telefone (82) 9936-6952 e e-mail: joao,paz@ufpe.br. A pesquisa está sob a orientação de: Ana Paula Freitas da Silva, Telefone: ((81) 99532-2529), e-mail (ana.pfsilva5@ufpe.br) e José Ayron Lira dos Anjos, Telefone ((81) 99795-5967), e-mail (jose.ayron@ufpe.br).

Você será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida com o responsável por esta pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e você concorde com a realização do estudo, pedimos que rubriche as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias. Uma via deste termo lhe será entregue para que seus pais ou responsável possam guarda-la e a outra ficará com o pesquisador responsável.

Você estará livre para decidir participar ou recusar-se. Caso não aceite participar, não haverá nenhum problema, desistir é um direito seu. Para participar deste estudo, um responsável por você deverá autorizar e assinar um Termo de Consentimento, podendo retirar esse consentimento ou interromper a sua participação em qualquer fase da pesquisa, sem nenhum prejuízo.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação:** Este projeto de pesquisa surge a partir da compreensão que o ensino de química orgânica, na educação básica, não oferece uma formação que auxilie os estudantes a construir a sua aprendizagem de forma significativa, prevalecendo a memorização de conceitos e fórmulas, que pouco contribui para a formação de sujeitos críticos, reflexivos e que se aproprie de forma adequado dos conceitos inerentes às reações de oxidação dos compostos oxigenados. Sendo assim, essa pesquisa buscar compreender como uma Unidade de Ensino

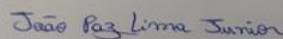
Potencialmente Significativa (uma potencial proposta de ensino), fundamentada em uma atividade experimental investigativa pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos relacionados às reações de oxidação dos compostos orgânicos oxigenados. Os participantes desta pesquisa participarão, de forma voluntária, das seguintes atividades: Aulas expositivas, atividade prática em laboratório, construção de mapas conceituais. A coleta dos dados acontecerá no espaço físico da Escola de Referência em Ensino Médio de Painelas, de forma coletiva e individual, na modalidade presencial. Serão coletados os dados de um intervalo de 12 momentos, cada momento com a duração de 50 minutos. Os participantes da pesquisa deverão participar das atividades propostas durante as aulas expositivas e dialogadas, das atividades de investigação em laboratório, bem como da construção de mapas conceituais.

- **RISCOS:** Manuseio de produtos químicos (álcool etílico, álcool iso-propílico, terc-butanol, permanganato de potássio e ácido sulfúrico diluído) que podem oferecer risco a saúde dos participantes, porém todos os participantes estarão utilizando EPI's a fim de amenizar os riscos potenciais. Devido os momentos presenciais para a coleta de dados teremos riscos de contaminação pelo vírus da Covid-19, para que estes sejam minimizados todos os participantes utilizarão, de forma obrigatória, máscaras de proteção, e farão uso de álcool em gel.
- **BENEFÍCIOS diretos/indiretos** para os voluntários: Direto: O desenvolvimento das atividades propostas poderá proporcionar uma aprendizagem significativa dos conceitos das funções orgânicas oxigenadas. Indireto: poderá proporcionar um aumento do rendimento escolar dos participantes.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações audiovisuais, fotos e mapas conceituais), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador e dos orientadores, no endereço (acima informado), pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Nem você e nem seus pais (ou responsáveis) pagarão nada para você participar desta pesquisa, também não receberão nenhum pagamento para a sua participação, pois é voluntária. Se houver necessidade, as despesas (deslocamento e alimentação) para a sua participação e de seus pais serão assumidas ou ressarcidas pelos pesquisadores. Fica também garantida indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da sua participação na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial.

Este documento passou pela aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE que está no endereço: (**Avenida da Engenharia s/n – 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br**).



Assinatura do pesquisador (a)

**ASSENTIMENTO DO (DA) MENOR DE IDADE EM PARTICIPAR COMO
VOLUNTÁRIO (A)**

Eu, _____, portador (a) do documento de Identidade _____, abaixo assinado, concordo em participar do estudo **CONTRIBUIÇÕES DE UMGA UEPS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE OXIDAÇÃO DA FUNÇÃO ÁLCOOL – UM ESTUDO DE CASO**, como voluntário (a). Fui informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, o que vai ser feito, assim como os possíveis riscos e benefícios que podem acontecer com a minha participação. Foi-me garantido que posso desistir de participar a qualquer momento, sem que eu ou meus pais precise pagar nada.

Local e data: _____

Assinatura do (da) menor: _____

Presenciamos a solicitação de assentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do/a voluntário/a em participar.

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE D – TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO
CENTRO ACADÊMICO DO AGRESTE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS E
MATEMÁTICA

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Solicitamos a sua autorização para convidar o (a) seu/sua filho (a) _____

_____ para participar, como voluntário (a), da pesquisa **CONTRIBUIÇÕES DE UMA UEPS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE OXIDAÇÃO DA FUNÇÃO ÁLCOOL – UM ESTUDO DE CASO.**

Esta pesquisa é da responsabilidade do pesquisador João Paz Lima Junior, residente na 4ª Travessa Neném Ferreira, Panorama, Panelas/PE – 55470-000, com o telefone (82) 9936-6952 e e-mail: joao.paz@ufpe.br. A pesquisa está sob a orientação de: Ana Paula Freitas da Silva, Telefone: ((81) 99532-2529), e-mail (ana.pfsilva5@ufpe.br) e José Ayron Lira dos Anjos, Telefone ((81) 99795-5967), e-mail (jose.ayron@ufpe.br).

O/a Senhor/a será esclarecido (a) sobre qualquer dúvida a respeito da participação dele/a na pesquisa. Apenas quando todos os esclarecimentos forem dados e o/a Senhor/a concordar que o (a) menor faça parte do estudo, pedimos que rubrique as folhas e assine ao final deste documento, que está em duas vias.

Uma via deste termo de consentimento lhe será entregue e a outra ficará com o pesquisador responsável. O/a Senhor/a estará livre para decidir que ele/a participe ou não desta pesquisa. Caso não aceite que ele/a participe, não haverá nenhum problema, pois, desistir que seu filho/a participe é um direito seu. Caso não concorde, não haverá penalização para ele/a, bem como será possível retirar o consentimento em qualquer fase da pesquisa, também sem nenhuma penalidade.

INFORMAÇÕES SOBRE A PESQUISA:

- **Descrição da pesquisa e esclarecimento da participação:** Este projeto de pesquisa surge a partir da compreensão que o ensino de química orgânica, na educação básica, não oferece uma formação que auxilie os estudantes a construir a sua aprendizagem de forma significativa, prevalecendo a memorização de conceitos e fórmulas, que pouco

contribui para a formação de sujeitos críticos, reflexivos e que se aproprie de forma adequado dos conceitos inerentes às reações de oxidação dos compostos oxigenados. Sendo assim, essa pesquisa buscar compreender como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (uma potencial proposta de ensino), fundamentada em uma atividade experimental investigativa pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos relacionados às reações de oxidação dos compostos orgânicos oxigenados. Os participantes desta pesquisa participarão, de forma voluntária, das seguintes atividades: Aulas expositivas, atividade prática em laboratório e construção de mapas conceituais. A coleta dos dados acontecerá no espaço físico da Escola de Referência em Ensino Médio de Painelas, de forma coletiva e individual, na modalidade presencial. Serão coletados os dados de um intervalo de 12 momentos, cada momento com a duração de 50 minutos. Os participantes da pesquisa deverão participar das atividades propostas durante as aulas expositivas e dialogadas, das atividades de investigação em laboratório, bem como da construção de mapas conceituais.

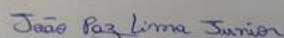
- **RISCOS:** Manuseio de produtos químicos (álcool etílico, álcool iso-propílico, terc-butanol, permanganato de potássio e ácido sulfúrico diluído) que podem oferecer risco a saúde dos participantes, porém todos os participantes estarão utilizando EPI's a fim de amenizar os riscos potenciais. Devido os momentos presenciais para a coleta de dados teremos riscos de contaminação pelo vírus da Covid-19, para que estes sejam minimizados todos os participantes utilizarão, de forma obrigatória, máscaras de proteção, e farão uso de álcool em gel.
- **BENEFÍCIOS diretos/indiretos** para os voluntários: Direto: O desenvolvimento das atividades propostas poderá proporcionar uma aprendizagem significativa dos conceitos das funções orgânicas oxigenadas. Indireto: poderá proporcionar um aumento do rendimento escolar dos participantes.

Esclarecemos que os participantes dessa pesquisa têm plena liberdade de se recusar a participar do estudo e que esta decisão não acarretará penalização por parte dos pesquisadores. Todas as informações desta pesquisa serão confidenciais e serão divulgadas apenas em eventos ou publicações científicas, não havendo identificação dos voluntários, a não ser entre os responsáveis pelo estudo, sendo assegurado o sigilo sobre a sua participação. Os dados coletados nesta pesquisa (gravações audiovisuais, fotos e mapas conceituais), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do pesquisador e dos orientadores, no endereço (acima informado), pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

O (a) senhor (a) não pagará nada e nem receberá nenhum pagamento para ele/ela participar desta pesquisa, pois deve ser de forma voluntária, mas fica também garantida a indenização em casos de danos, comprovadamente decorrentes da participação dele/a na pesquisa, conforme decisão judicial ou extra-judicial. Se houver necessidade, as despesas para

a participação serão assumidas pelos pesquisadores (ressarcimento com transporte e alimentação).

Em caso de dúvidas relacionadas aos aspectos éticos deste estudo, o (a) senhor (a) poderá consultar o Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da UFPE no endereço: **(Avenida da Engenharia s/n – Prédio do CCS - 1º Andar, sala 4 - Cidade Universitária, Recife-PE, CEP: 50740-600, Tel.: (81) 2126.8588 – e-mail: cephumanos.ufpe@ufpe.br).**



Assinatura do pesquisador (a)

CONSENTIMENTO DO RESPONSÁVEL PARA A PARTICIPAÇÃO DO/A VOLUNTÁRIO

Eu, _____, CPF _____, abaixo assinado, responsável por _____, autorizo a sua participação no estudo **“CONTRIBUIÇÕES DE UMA UEPS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE OXIDAÇÃO DA FUNÇÃO ÁLCOOL – UM ESTUDO DE CASO”** como voluntário (a). Fui devidamente informado (a) e esclarecido (a) pelo (a) pesquisador (a) sobre a pesquisa, os procedimentos nela envolvidos, assim como os possíveis riscos e benefícios decorrentes da participação dele (a). Foi-me garantido que posso retirar o meu consentimento a qualquer momento, sem que isto leve a qualquer penalidade para mim ou para o (a) menor em questão.

Local e data _____

Assinatura do (da) responsável: _____

Presenciamos a solicitação de consentimento, esclarecimentos sobre a pesquisa e aceite do voluntário em participar:

Nome:	Nome:
Assinatura:	Assinatura:

APÊNDICE E – CARTA DE ANUÊNCIA



ESCOLA DE REFERÊNCIA EM ENSINO MÉDIO DE PANEAS

CARTA DE ANUÊNCIA

Declaramos para os devidos fins, que aceitaremos (o) a pesquisador **João Paz Lima Junior**, a desenvolver o seu projeto de pesquisa **CONTRIBUIÇÕES DE UMA UEPS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE OXIDAÇÃO DA FUNÇÃO ÁLCOOL – UM ESTUDO DE CASO**, que está sob a coordenação/orientação dos Professores **Ana Paula Freitas da Silva e José Ayrton Lira dos Anjos** cujo objetivo é buscar compreender como uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS), fundamentada em uma atividade experimental investigativa pode contribuir para a aprendizagem significativa dos conceitos relacionados às reações de oxidação dos álcoois, na Escola de Referência em Ensino Médio de Panelas.

Esta autorização está condicionada ao cumprimento do pesquisador aos requisitos das Resoluções do Conselho Nacional de Saúde e suas complementares, comprometendo-se utilizar os dados pessoais dos participantes da pesquisa, exclusivamente para os fins científicos, mantendo o sigilo e garantindo a não utilização das informações em prejuízo das pessoas e/ou das comunidades.

Antes de iniciar a coleta de dados o pesquisador deverá apresentar a esta Instituição o Parecer Consubstanciado devidamente aprovado, emitido por Comitê de Ética em Pesquisa Envolvendo Seres Humanos, credenciado ao Sistema CEP/CONEP.

Panelas - PE, em ____/____/_____.

Nome/assinatura e **carimbo** do responsável onde a pesquisa será realizada

APÊNDICE F – TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

TERMO DE COMPROMISSO E CONFIDENCIALIDADE

Título do projeto: CONTRIBUIÇÕES DE UMA UEPS PARA A APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA DO CONCEITO DE OXIDAÇÃO DA FUNÇÃO ÁLCOOL – UM ESTUDO DE CASO.

Nome Pesquisador responsável: João Paz Lima Junior

Instituição/Departamento de origem do pesquisador: UFPE-CAA.

Endereço completo do responsável: 4ª Travessa Neném Ferreira, Panorama, Panelas/PE – 55470-000.

Telefone para contato: (82) 99136-6952 **E-mail:** joao.paz@ufpe.br

Orientadores/fone contato/e-mail: Ana Paula Freitas da Silva, (82) 99532-2529 e e-mail: ana.pfsilva5@ufpe.br / José Ayron Lira dos Anjos, (82) 99795-5967 e e-mail: jose.ayron@ufpe.br.

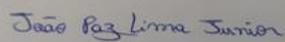
O pesquisador do projeto acima identificado assume o compromisso de:

- Garantir que a pesquisa só será iniciada após a avaliação e aprovação do Comitê de Ética e Pesquisa Envolvendo Seres Humanos da Universidade Federal de Pernambuco – CEP/UFPE e que os dados coletados serão armazenados pelo período mínimo de 5 anos após o término da pesquisa;
- Preservar o sigilo e a privacidade dos voluntários cujos dados serão estudados e divulgados apenas em eventos ou publicações científicas, de forma anônima, não sendo usadas iniciais ou quaisquer outras indicações que possam identificá-los;
- Garantir o sigilo relativo às propriedades intelectuais e patentes industriais, além do devido respeito à dignidade humana;
- Garantir que os benefícios resultantes do projeto retornem aos participantes da pesquisa, seja em termos de retorno social, acesso aos procedimentos, produtos ou agentes da pesquisa;
- Assegurar que os resultados da pesquisa serão anexados na Plataforma Brasil, sob a forma de Relatório Final da pesquisa;

Os dados coletados nesta pesquisa (gravações audiovisuais, fotos e mapas conceituais), ficarão armazenados em computador pessoal, sob a responsabilidade do

pesquisador e dos Orientadores, no endereço (acima informado), pelo período de mínimo 5 anos após o término da pesquisa.

Panelas, ...26... de ..outubro....de 2022..... .



João Paz Lima Junior

Assinatura Pesquisador Responsável

APÊNDICE G – ORÇAMENTO

Para a realização deste trabalho de pesquisa fez-se necessário saber os materiais que foram utilizados para o desenvolvimento das atividades, bem como as despesas previstas. Observe o quadro abaixo:

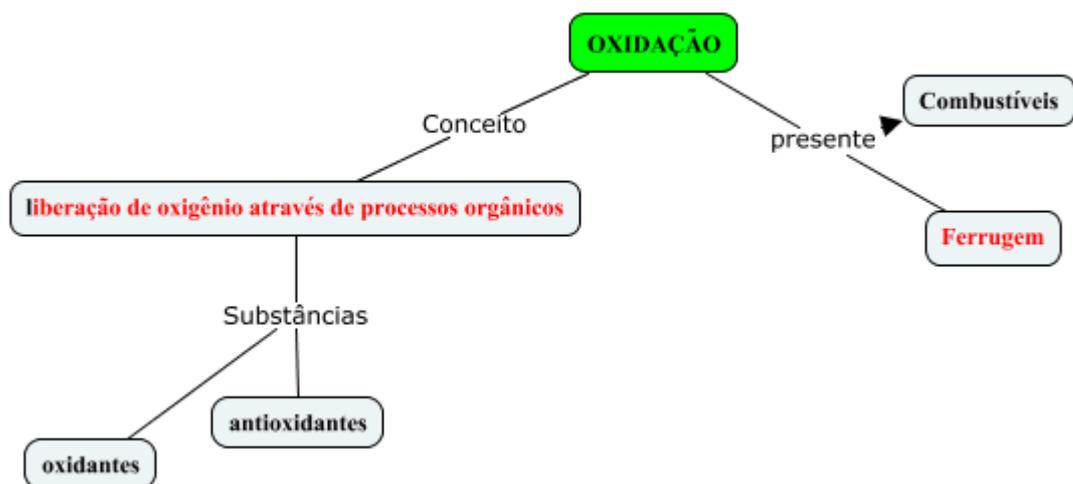
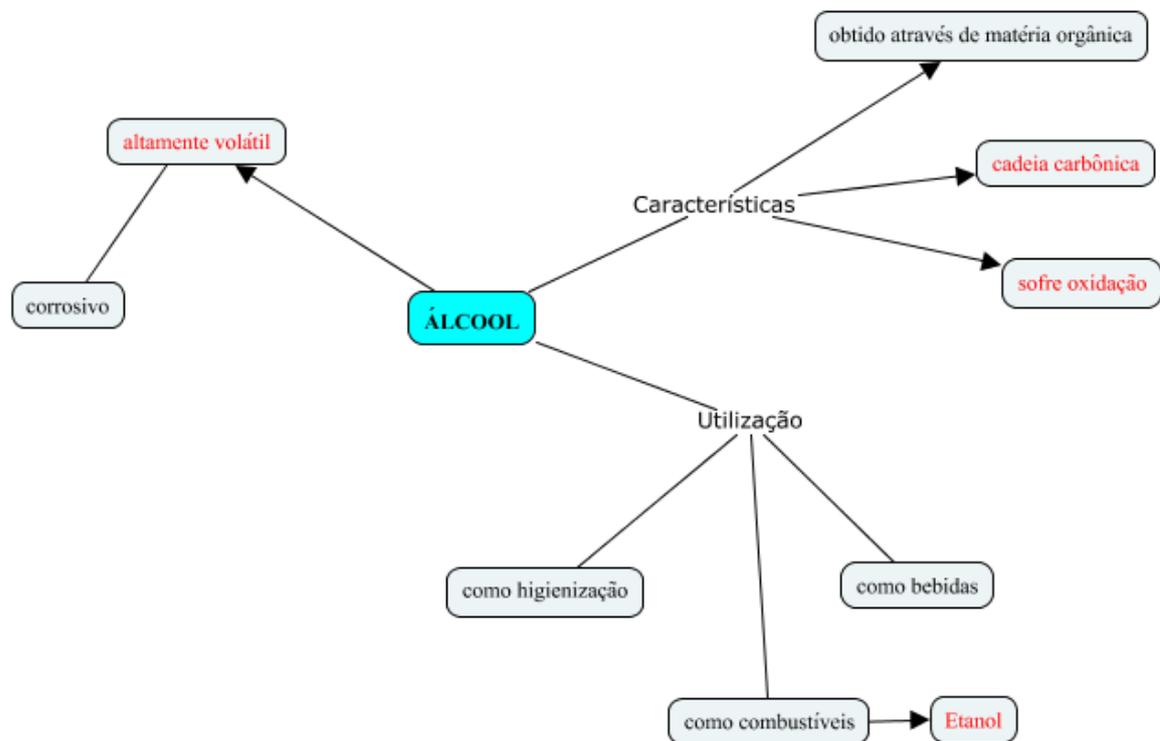
Quadro 1 – Despesas

Material	Quantidade	Valor
Béquer (50 ml)	3	R\$ 30,00
Tubos de ensaio	3	R\$ 10,00
Estante para tubos de ensaio	1	R\$ 16,00
Conta-gotas	3	R\$ 5,00
Balança digital	1	R\$ 35,00
Pipeta graduada	1	R\$ 17,00
Pipetador manual	1	R\$ 20,00
Álcool etílico	100 mL	R\$ 10,00
Álcool iso-propílico	100 mL	R\$ 10,00
Terc-butanol	100 mL	R\$ 40,00
Permanganato de Potássio	100 g	R\$ 15,00
Ácido sulfúrico	100 mL	R\$ 20,00
Resma de papel A4	2	R\$ 50,00
Caixa de luvas de látex descartáveis (EPI)	1	R\$ 20,00
Óculos de proteção incolor (EPI)	8	R\$ 40,00
Jalecos de laboratório (EPI)	8	R\$ 320,00
Caixa de máscara descartável (EPI)	2	R\$ 50,00
Álcool em gel	1L	R\$ 10,00
TOTAL		R\$ 718,00

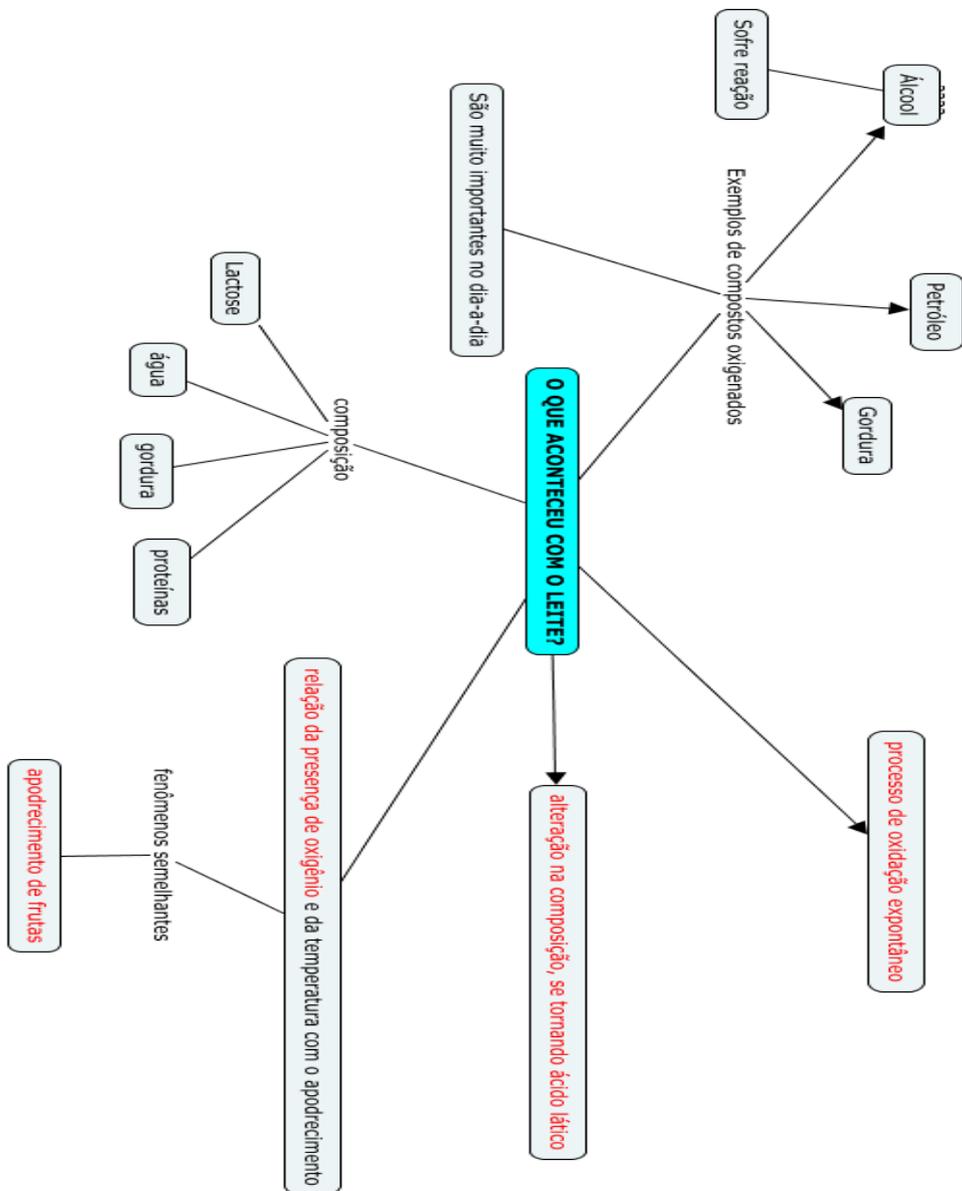
Fonte: Própria (2022)

As despesas com o orçamento desta pesquisa será inteira responsabilidade do pesquisador, sendo este o financiador de todas as despesas.

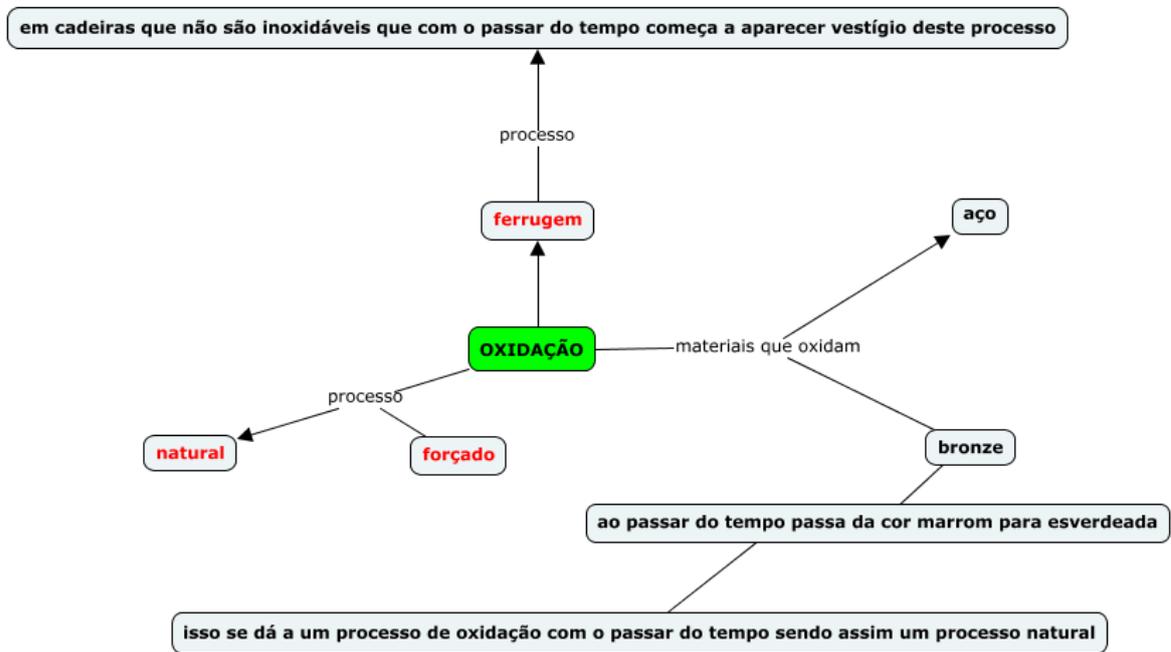
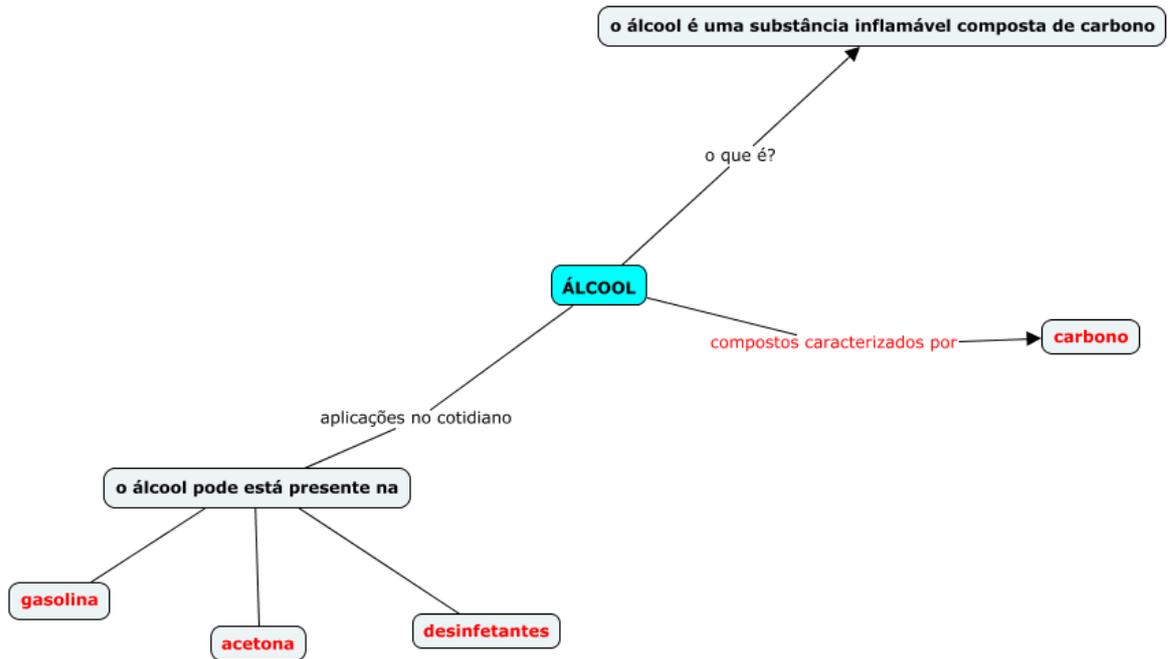
ANEXO A – MAPAS INICIAIS DE P1



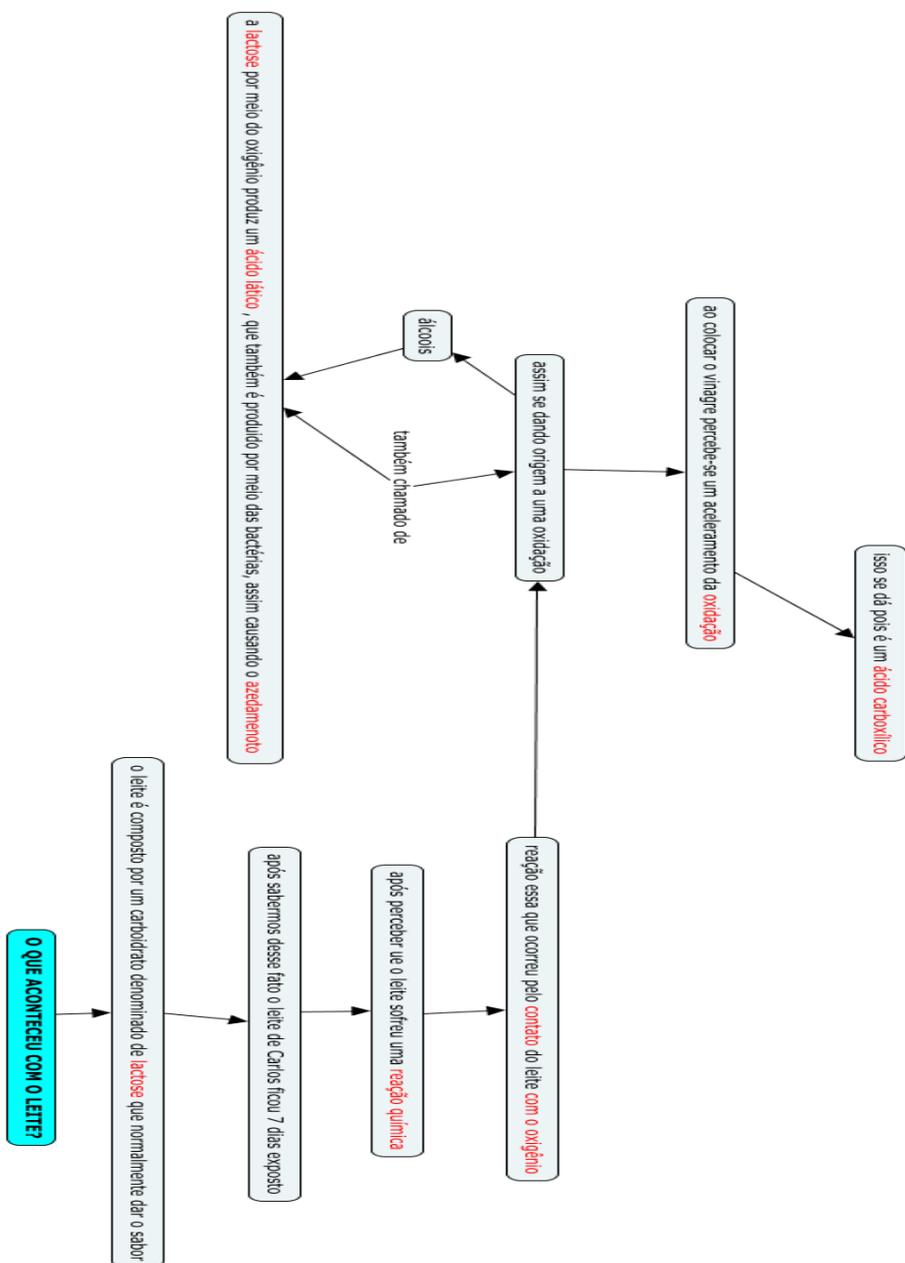
ANEXO B – MAPA FINAL DE P1



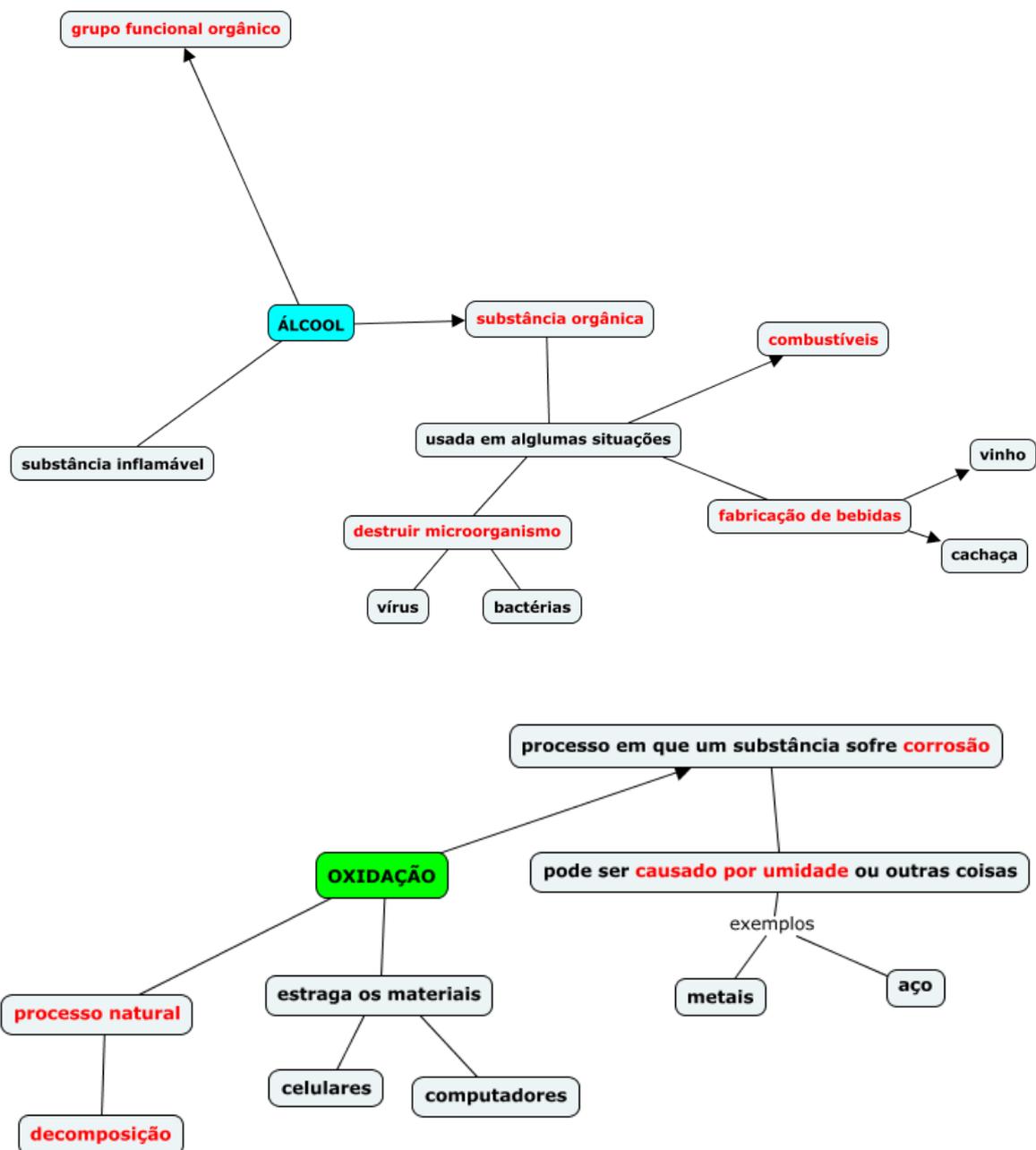
ANEXO C – MAPAS INICIAIS DE P2



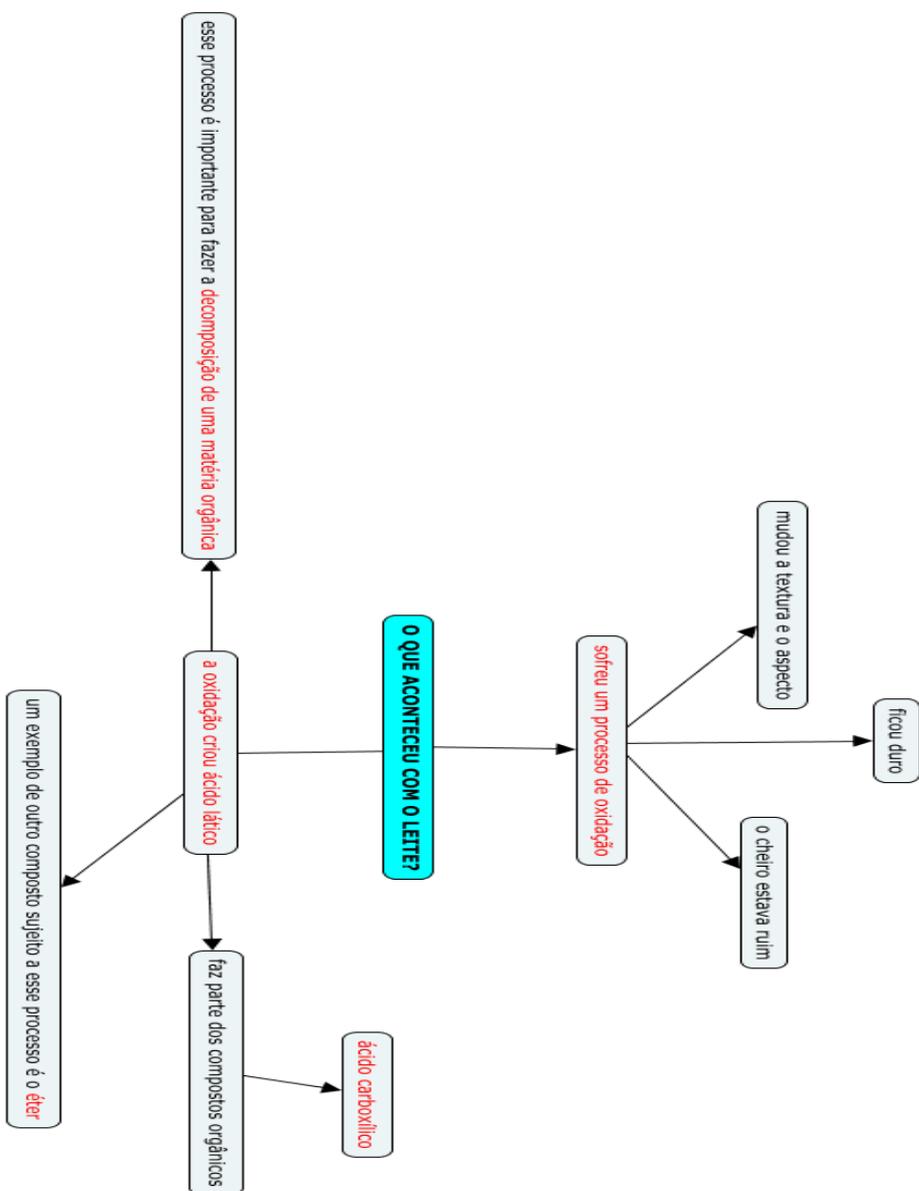
ANEXO D – MAPA FINAL DE P2



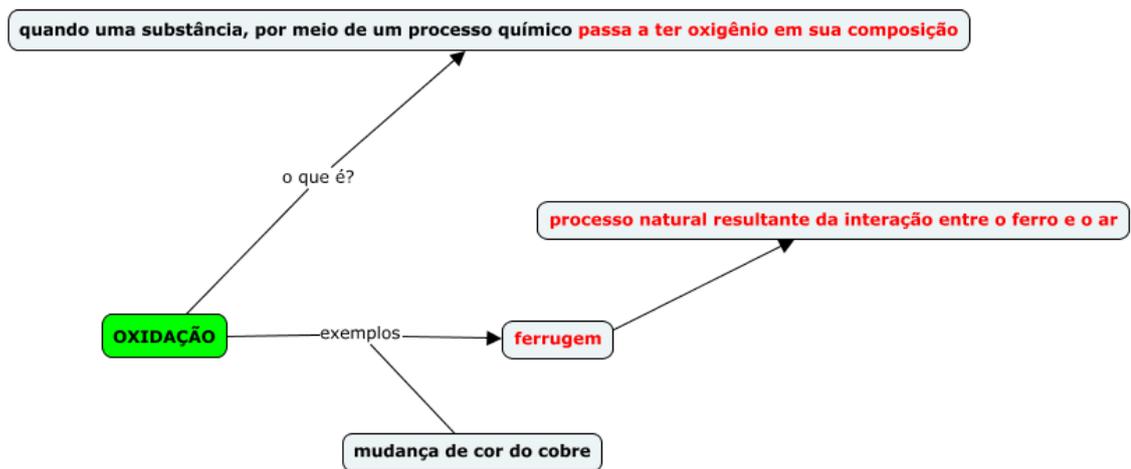
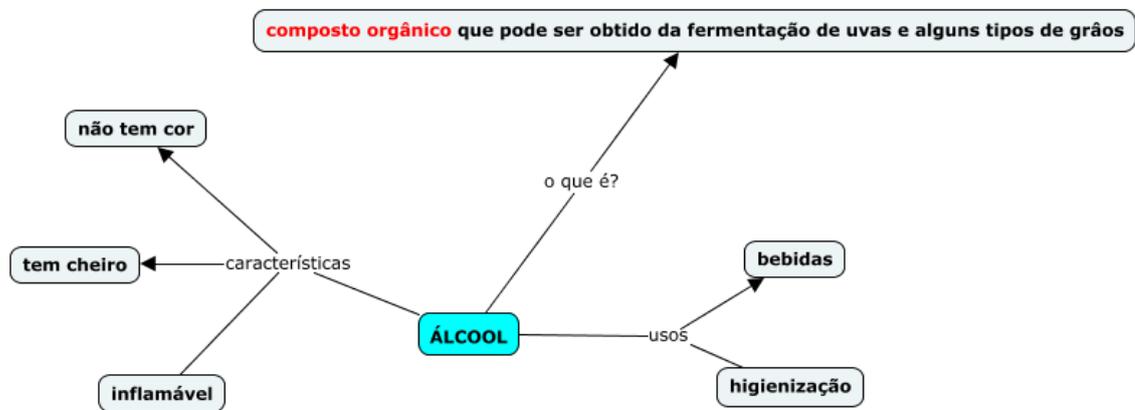
ANEXO E – MAPAS INICIAIS DE P3



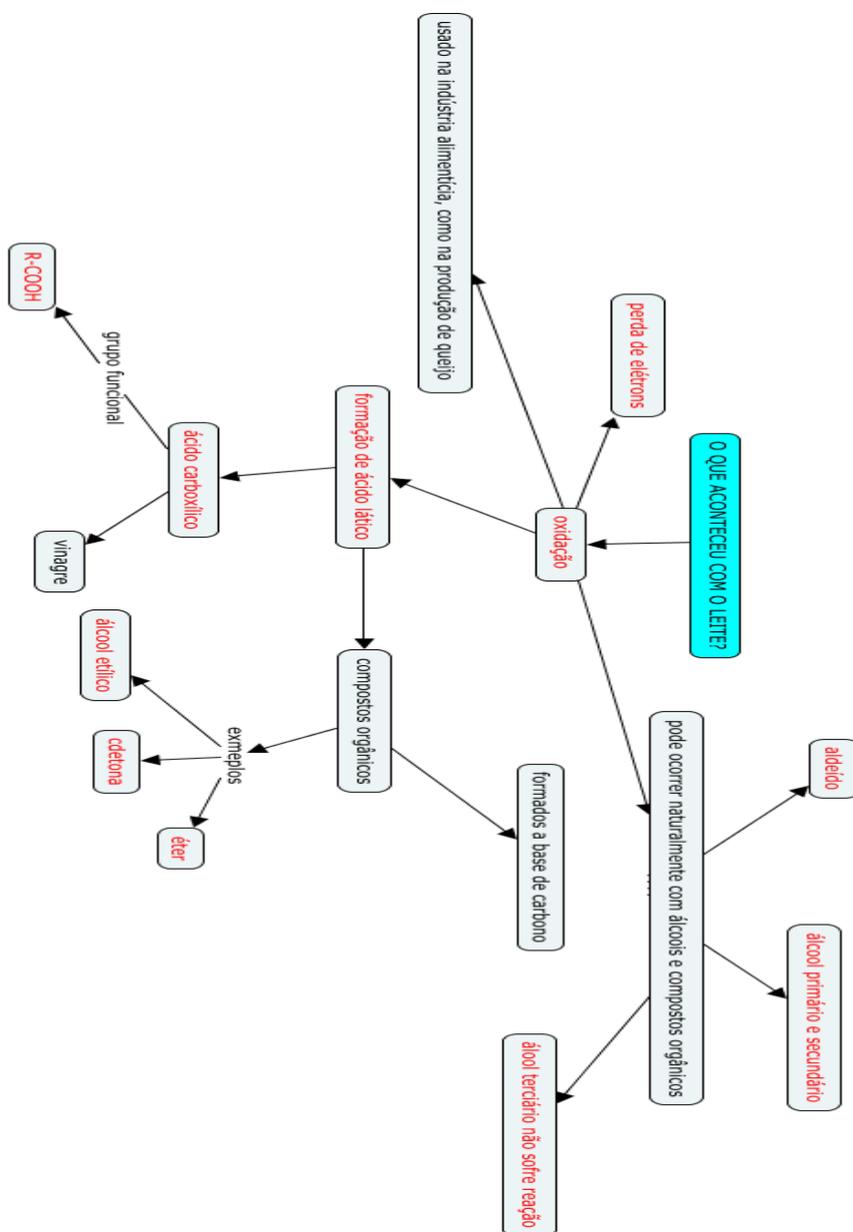
ANEXO F – MAPA FINAL DE P3



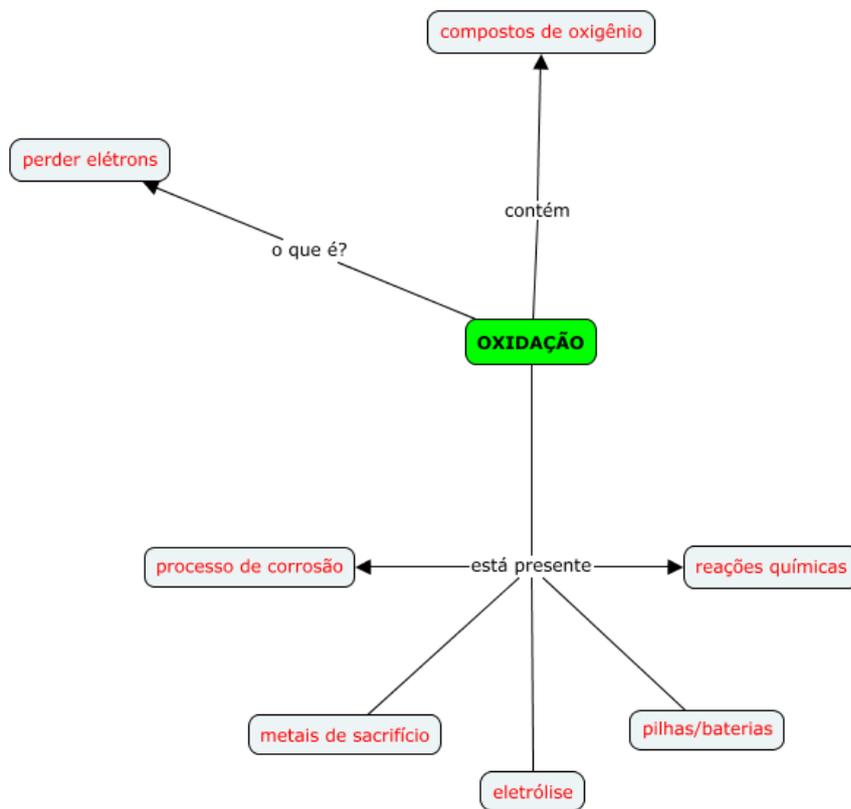
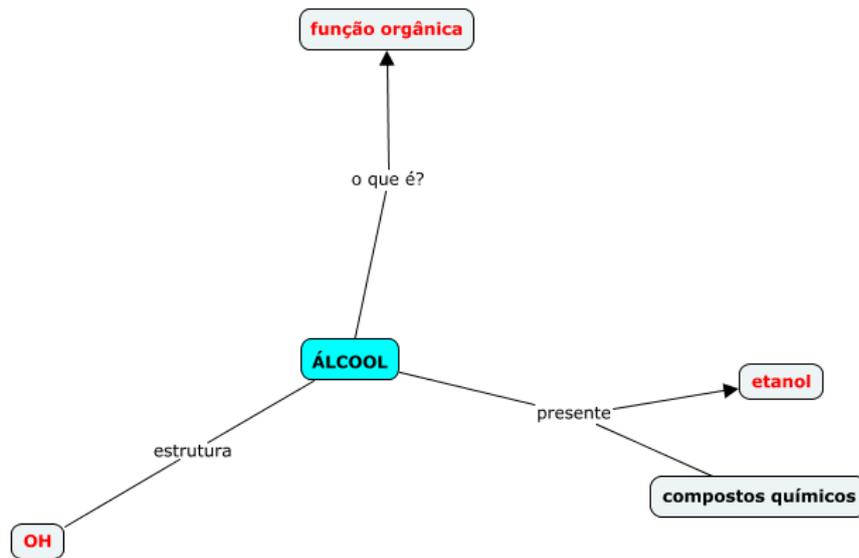
ANEXO G – MAPAS INICIAIS DE P4



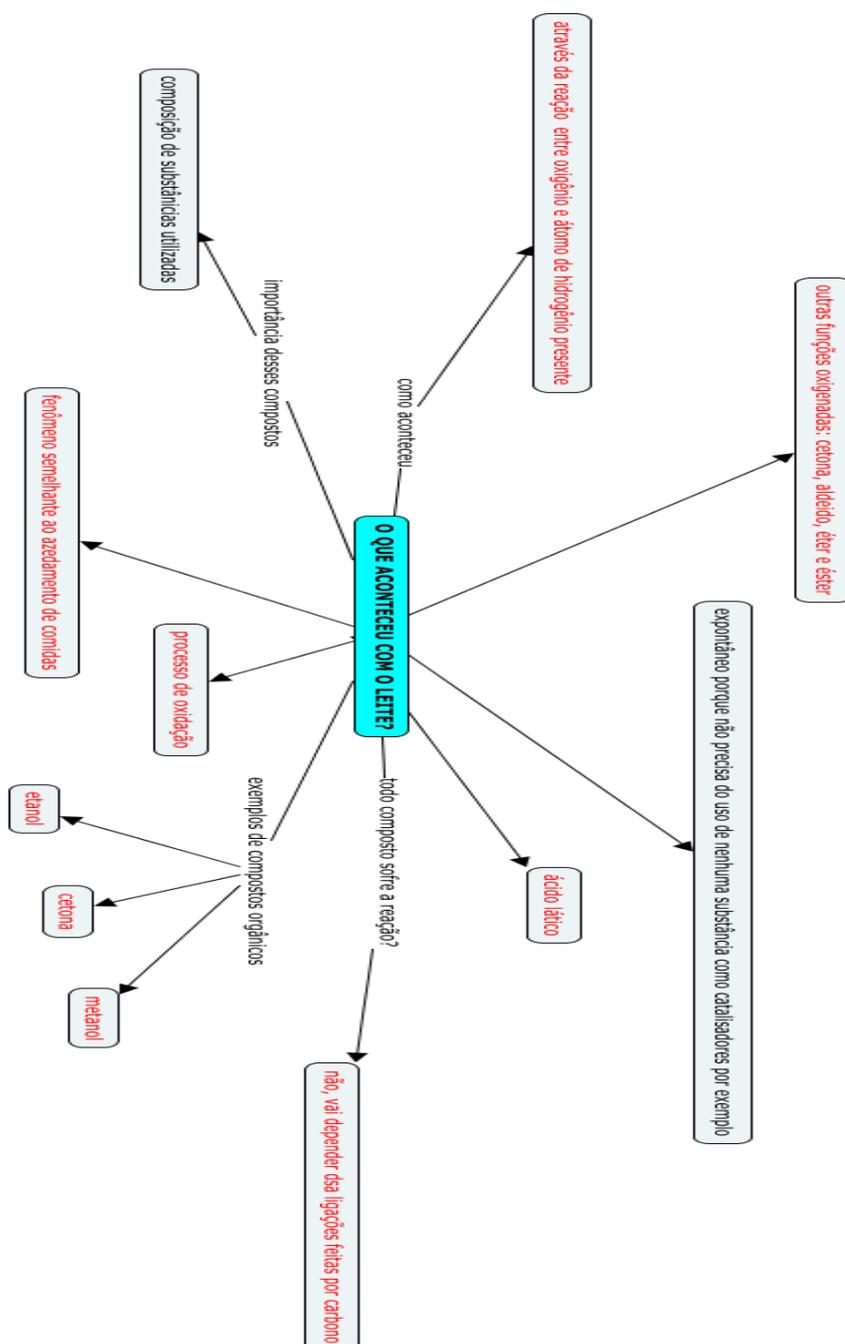
ANEXO H – MAPA FINAL DE P4



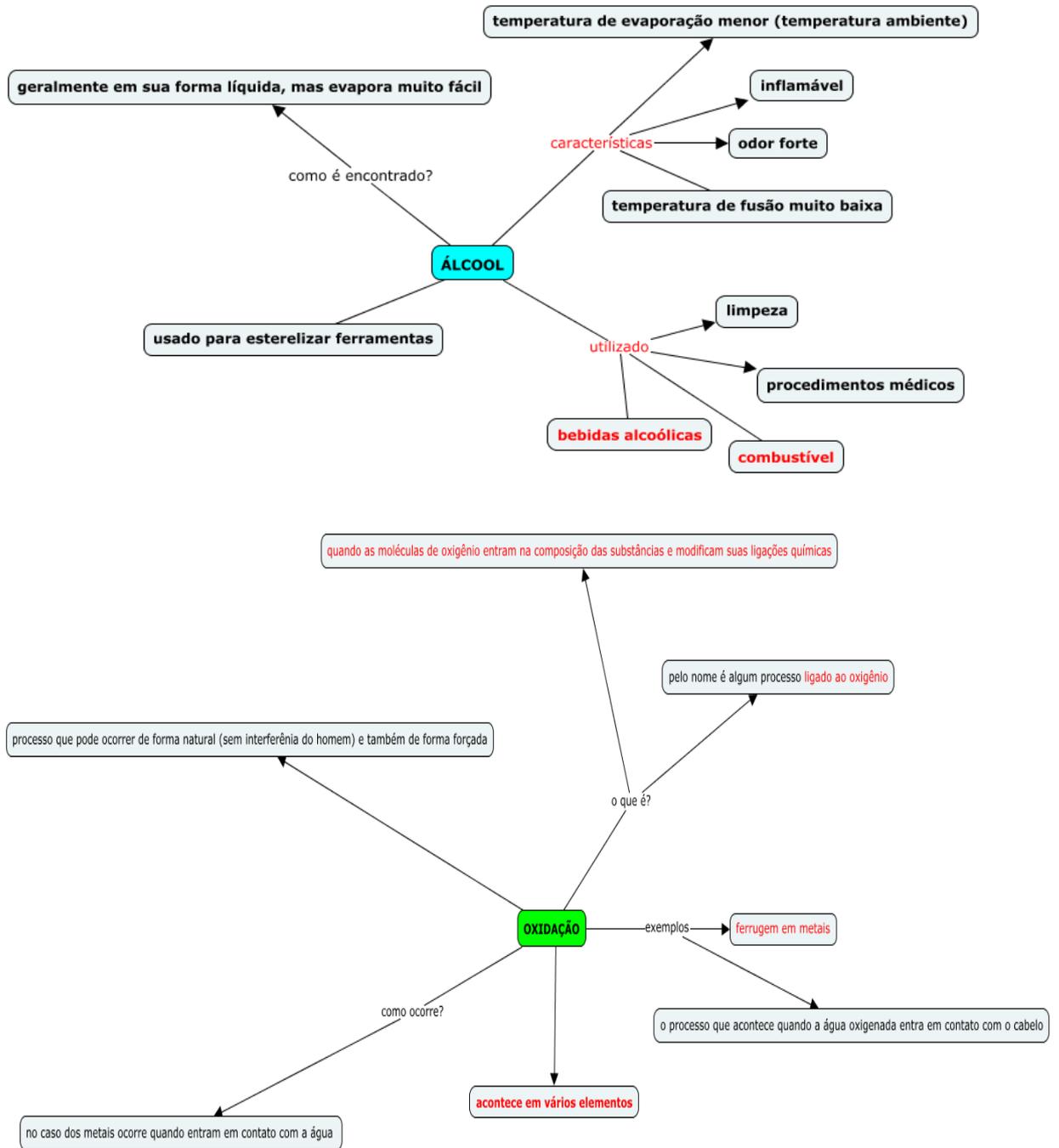
ANEXO I – MAPAS INICIAIS DE P5



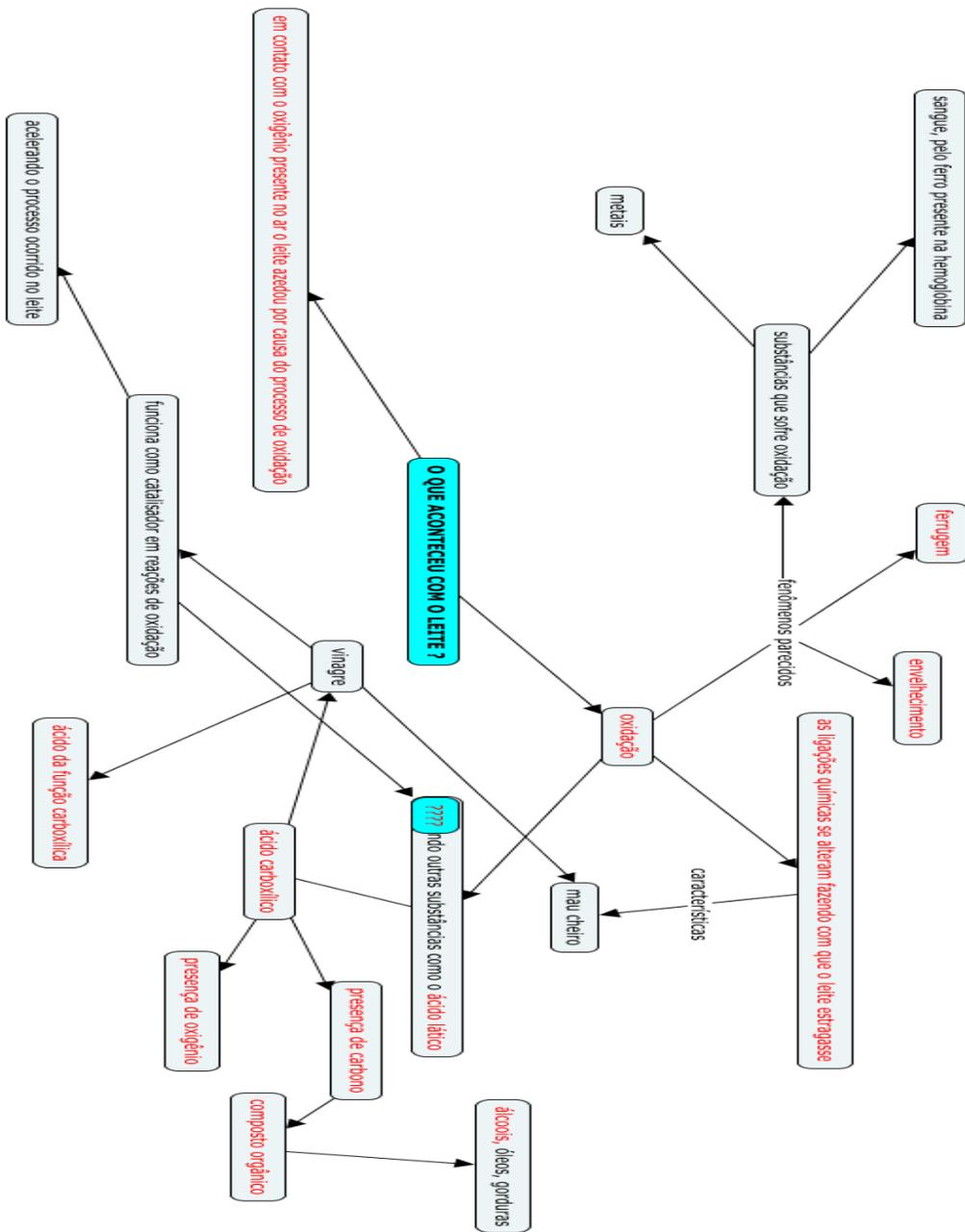
ANEXO J – MAPA FINAL DE P5



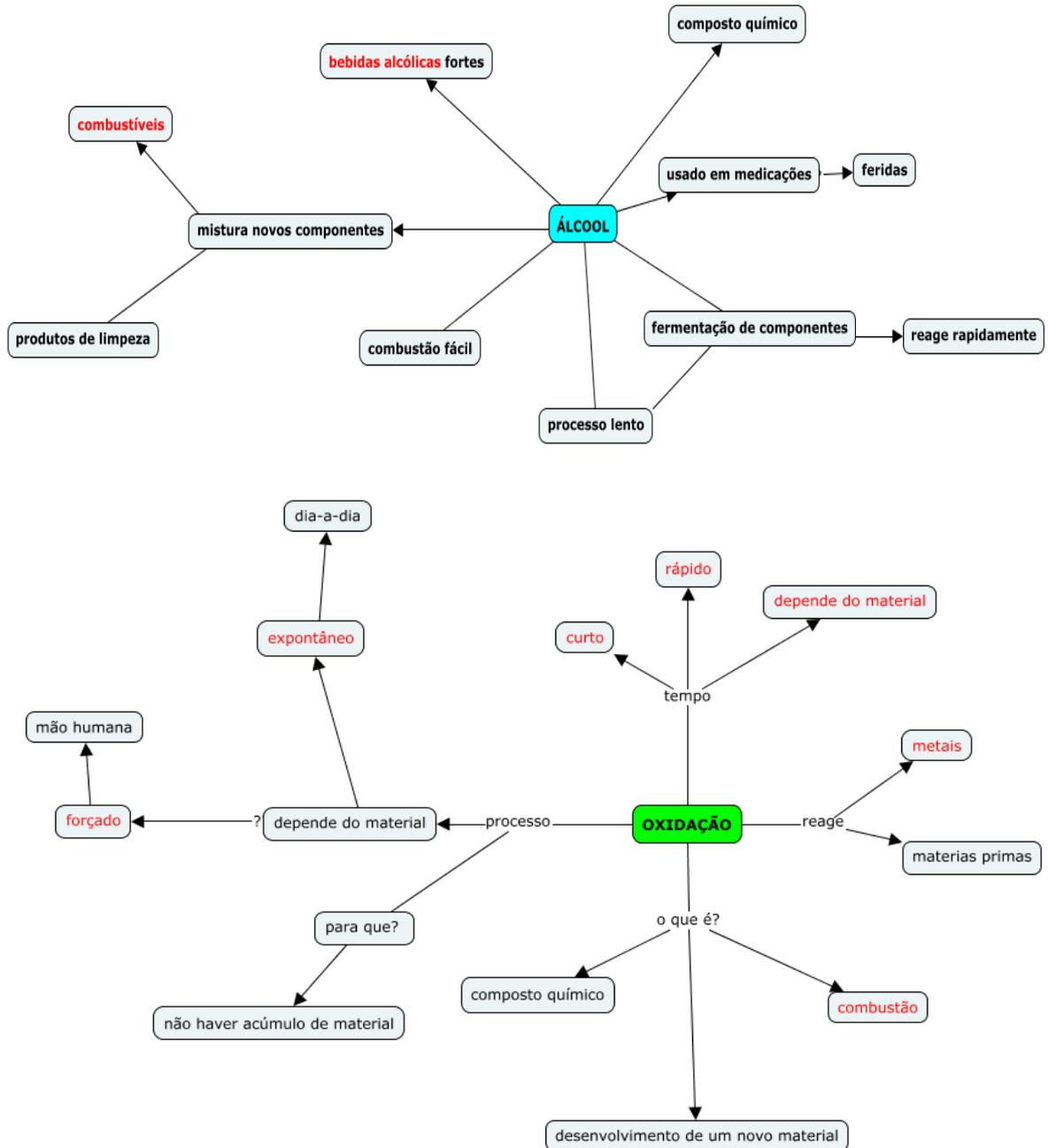
ANEXO K – MAPAS INICIAIS DE P6



ANEXO L – MAPA FINAL DE P6



ANEXO M – MAPAS INICIAIS DE P7



ANEXO N – MAPA FINAL DE P7

