

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE QUÍMICA
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO MESTRADO PROFISSIONAL EM
QUÍMICA EM REDE NACIONAL - PROFQUI

LARA COLVERO ROCKENBACH

PLANTAS MEDICINAIS E ESTEREOISOMERIA NO ENSINO MÉDIO: UMA
PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Porto Alegre
2020

LARA COLVERO ROCKENBACH

PLANTAS MEDICINAIS E ESTEREOISOMERIA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA
DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Química, sob orientação da Profa. Dra.
Daniele Raupp.

Porto Alegre
2020

LARA COLVERO ROCKENBACH

PLANTAS MEDICINAIS E ESTEREOISOMERIA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA
DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA

Dissertação apresentada como requisito
parcial para obtenção do título de Mestre
em Química, sob orientação da Profa. Dra.
Daniele Raupp.

BANCA EXAMINADORA



Prof. Dra. Daniele Raupp (orientadora)



Prof. Dra. Leandra Franciscato Campo - PROFQUI - UFRGS



Prof. Dr. Maurícius Selvero Pazinato - PROFQUI - UFRGS



Prof. Dr. Carlos Eduardo Schnorr - Universidad de la Costa

À todas as mulheres curandeiras,
principais detentoras dos saberes empíricos
sobre as propriedades, técnicas de
manipulação, manejo e uso de plantas
medicinais.

AGRADECIMENTOS

Gostaria de começar agradecendo a todas as minhas professoras e professores, que no decorrer de cerca de 25 anos como aluna, contribuíram para a formação da cidadã, professora e mestre que venho me tornando. Destaco a professora Irene, minha alfabetizadora em 1997, a primeira e única mulher negra que tive como professora em um ambiente educacional, e o professor Olavo que nos anos 2000 despertou em mim o sonho de cursar uma universidade federal. Ao professor Cirilo, que em 2006 causava em mim o encantamento que anos depois redescobri em Attico Chassot, ao encharcar a química de realidade.

Meu reconhecimento aos programas de acesso e permanência estudantil, pois sem as bolsas, o acesso à moradia e à alimentação estudantil, a conclusão da graduação, e por consequência essa pesquisa, não seriam possíveis. Aos docentes da Universidade Federal de Santa Maria, que oportunizou uma potente formação inicial, e aos docentes do Programa de Mestrado em Química em Rede Nacional da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, que ao abraçar o Profqui, qualificaram o programa e também a nossa atuação didática. À banca de qualificação, pelas sugestões, e à Prof^a. Dr^a. Daniele Raupp, a melhor orientadora que eu poderia ter; minha gratidão. A valorização e universalização da educação pública, em todos os níveis de ensino, é nosso dever urgente.

Estendo esse agradecimento também aos colegas professores no magistério público estadual, e nominalmente aos colegas Bruno Gracioli, Carla Brigo, Darléia Barbosa, Dionara Carbone, Dioni Machado, Elenice Gonzatto, Francisco Neto, Gislaine Rossetto, Josoe Borba, Maikeli Carniel, Mayara Antler, Morgana Rodrigues, Patrícia Fernandes, Raquel Elguesabal, Rosaura Lamb, Suzana Pietroski, Tatiana Kapelinski e Thiago Garcia; pelos lanches, caronas, e risadas compartilhados, que diminuíram o fardo de conciliar escolas, mestrado e viagens; e principalmente pelas trocas de conhecimento, experiências e pela parceria durante todo o processo.

Algumas pessoas têm papéis fundamentais para a construção da nossa trajetória. Nossa família, que edifica nossos valores e as amigas que constroem conosco afetos, lutas e identidades; minha gratidão a todas estas mulheres, com quem sei que posso contar. Agradeço especialmente ao Luiz Fernando, que foi fundamental para que eu prestasse o exame seletivo; mais ainda pelo amor, companheirismo, debates, incentivo e colaboração em todos estes anos.

“A Terra não é uma coisa uniforme, uma laranja,
uma banana. É uma complexidade que
junta todas as possibilidades e se
manifesta em vida. Esse grande ser vivo
se move e cria fenômenos de puro êxtase
no Cosmos.”
Ailton Krenak

RESUMO

Este trabalho apresenta a elaboração e aplicação de um produto educacional desenvolvido no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI-UFRGS, linha de pesquisa Química da vida. A proposta é direcionada para abordagem dos conceitos de estereoquímica com foco na contextualização com a temática plantas medicinais, tendo como base a Teoria da Aprendizagem Significativa. Estruturada no formato de uma sequência didática, denominada Unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS), objetiva superar a forte dependência da memorização mecânica, utilizando os conhecimentos prévios dos alunos como ponto de partida para o ensino de conceitos científicos. A justificativa para essa pesquisa está relacionada ao fato da estereoquímica ser considerada difícil pois exige dos estudantes o domínio de uma rede de conceitos e o desenvolvimento habilidades visuoespaciais. Para elaborar o produto educacional, inicialmente foi elaborado um compêndio de princípios ativos estereoisômeros, bem como revisão sistemática de literatura sobre ensino de estereoisomeria e sobre plantas medicinais no ensino de ciências. A UEPS organizada em cinco aulas e aborda os conceitos de estereoisomeria contextualizados com a temática plantas medicinais. Como recursos visuais foram utilizadas múltiplas representações, modelos moleculares e aplicativo de montagem de moléculas. Tal unidade foi aplicada em duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio e os dados coletados foram analisados com base na Análise de conteúdo. Os resultados apontam que a unidade de ensino apresenta um potencial para promover a aprendizagem significativa pois fomenta a participação ativa dos estudantes ao utilizar a relação com seus conhecimentos prévios e os integrar de forma progressiva com os novos conhecimentos. Além disso ao demandar uma avaliação processual, pode promover uma atitude reflexiva do professor sobre a prática docente e assim contribuir para um ensino de química que motive os estudantes a reconhecer a relevância do conhecimento científico em sua vida diária e na sociedade.

Palavras Chave: ensino de estereoisomeria, aprendizagem significativa, recursos visuais, mapas conceituais, unidade didática.

ABSTRACT

This work presents the construction and application of an educational product developed in the Professional Master's Program in Chemistry in the National Network - PROFQUI-UFRGS, research line Chemistry of life. The proposal is directed to approach the concepts of stereochemistry with a focus on contextualization with the thematic medicinal plants, based on the Theory of Meaningful Learning. Structured in the format of a didactic sequence, called Potentially Significant Teaching Unit (PSTU), it aims to overcome the strong dependence on mechanical memorization, using the students' prior knowledge as a starting point for teaching scientific concepts. The justification for this research is related to the fact that stereochemistry is considered difficult because it requires students to master a network of concepts and to develop visuospatial skills. To prepare the educational product, a compendium of stereoisomeric active ingredients was initially prepared, as well as a systematic review of the literature on the teaching of stereoisomers and on medicinal plants in science education. The PSTU is organized in five classes and addresses the concepts of stereoisomerism contextualized with the thematic medicinal plants. As visual resources, multiple representations, molecular models and a molecule assembly application were used. This unit was applied in two classes of third year of high school and the data collected were analyzed based on Content analysis. The results show that the teaching unit has a potential to promote meaningful learning because it encourages the active participation of students by using the relationship with their previous knowledge and integrating them progressively with new knowledge. In addition, by requiring a procedural assessment, it can promote a reflective attitude of the teacher about teaching practice and thus contribute to a teaching of chemistry that motivates students to recognize the relevance of scientific knowledge in their daily life and in society.

Keywords: stereoisomery teaching, meaningful learning, visual resources, conceptual maps, didactic unit.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Enantiômeros R e S do Linalol, respectivamente	11
Figura 2 - Plantas que contém linalol em sua composição	11
Figura 3 - Foco dos artigos analisados Ensino Estereoisomeria	31
Figura 4 - Estratégias para abordagem de estereoisomeria	33
Figura 5 - Recursos visuais ensino estereoisomeria	34
Figura 6 - Temáticas Ensino Estereoisomeria	35
Figura 7 - Isômeros <i>cis</i> -1,2-dicloroeteno e <i>trans</i> -1,2-dicloroeteno.	45
Figura 8 - Exemplo de nomenclatura - Configuração Z	46
Figura 9 - Quiralidade das mãos	46
Figura 10 - Dois arranjos possíveis para o carbono assimétrico.	47
Figura 11 - Esquema de Funcionamento de um Polarímetro	48
Figura 12 - Configuração absoluta de enantiômeros	49
Figura 13 - Representação do encaixe da molécula quiral em um receptor biológico	50
Figura 14 - Mapa conceitual estereoisômeros em plantas medicinais	60
Figura 15 - Utilização de plantas medicinais pelos alunos	73
Figura 16 - Utilização de fitoterápicos pelos alunos	73
Figura 17 - Confiabilidade sobre plantas medicinais pelos alunos	74
Figura 18 - Plantas Medicinais utilizadas pelos alunos	75
Figura 19 - Contato dos alunos com pessoas que trabalham com plantas medicinais	76
Figura 20 - Situação problema inicial	81
Figura 21 - Respostas Problematização Inicial 1 - Diastereoisômeros	82
Figura 22 - Sub Categorias Respostas Problematização Inicial 1	83
Figura 23 - Resultados problematização inicial nomenclatura de diastereoisômeros	84
Figura 24 - Nova situação problema 1	85
Figura 25 - Respostas Nova situação problema 1	87
Figura 26 - Nova situação problema enantiômeros	88
Figura 27 - Respostas nova situação problema	89
Figura 28 - Comparação entre as representações	89
Figura 29 - Resposta sobre diferença dos enantiômeros	90
Figura 30 - Imagem do aplicativo Molecular Constructor	94
Figura 31 - Enantiômeros montados com o app Molecular Constructor	94
Figura 32 - Mapa Conceitual Estereoisômeros - Alunas 14, 15 e 20	99
Figura 33 - Mapa Conceitual Estereoisômeros Aluna 4	101
Figura 34 - Mapa Conceitual Estereoisômeros - Alunos 21 e 22	104
Figura 35 - Questão sobre nomenclatura de diastereoisômeros	106
Figura 36 - Questão sobre enantiomeria	106
Figura 37 - Médias dos alunos na avaliação tipo teste	107

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 -Algumas classes de compostos presentes em plantas medicinais	17
Quadro 2 - Artigos selecionados revisão sobre plantas medicinais e ensino de química	23
Quadro 3 -Análise da relevância: ensino estereoisomeria	28
Quadro 4 - Diastereoisômeros em Plantas Mediciniais.	41
Quadro 5 -Enantiômeros em Plantas Mediciniais	42
Quadro 6 - Síntese UEPS – Estereoisômeros em Plantas Mediciniais	71
Quadro 7 - Questionário Investigativo	72
Quadro 8 - Propriedades medicinais das plantas mencionadas pelos alunos	75

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Periódicos selecionados revisão sobre plantas medicinais e ensino de química	21
Tabela 2 Periódicos selecionados para Revisão sobre Ensino de Estereoisomeria	27
Tabela 3 - Questionário final Avaliação UEPS - Questões escala Likert	108

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
1.1 OBJETIVOS	14
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivos específicos	15
2 REVISÃO DE LITERATURA	16
2.1 QUÍMICA DAS PLANTAS MEDICINAIS.....	16
2.2 PLANTAS MEDICINAIS E O ENSINO DE QUÍMICA	19
2.3 O ENSINO DE ESTEREOISOMERIA.....	26
2.4 QUÍMICA DOS AROMAS E EDUCAÇÃO DOS SENTIDOS	36
2.5 ESTEREOISÔMEROS EM PRINCÍPIOS ATIVOS DE PLANTAS MEDICINAIS.....	40
3 REFERENCIAL TEÓRICO	44
3.1 ESTEREOISOMERIA	44
3.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O USO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS.....	51
3.3 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS).....	55
3.4 A ABORDAGEM TEMÁTICA E A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO	61
4 PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS E METODOLÓGICOS	65
4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E ETAPAS.....	65
4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRAGEM.....	65
4.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS	66
4.4 ANÁLISE DE DADOS	70
5 RESULTADOS	71
5.1 PRODUTO DE MESTRADO: UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA A PARTIR DA ABORDAGEM TEMÁTICA PLANTAS MEDICINAIS SOBRE ESTEREOISOMERIA.....	71
5.2 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA UEPS	72
5.2.1 Situação inicial: questionário.....	72
5.2.2 Situação Inicial: debate sobre documentário	78
5.2.3 Situação-problema inicial	80
5.2.4 Aprofundamento do conteúdo.....	84
5.2.5 Avaliação formativa	85

5.2.6 Nova situação-problema	87
5.2.7 Novo Aprofundamento do conteúdo	92
5.2.8 Nova Avaliação formativa.....	93
5.2.9 Aula Integradora Final	95
5.2.10 Avaliação de aprendizagem na UEPS	103
5.2.11 Avaliação da UEPS	105
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS.....	111
7 REFERÊNCIAS.....	115
PRODUÇÕES DECORRENTES DESTE TRABALHO	125
APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO	127
APÊNDICE B - UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA SOBRE ESTEREOISOMERIA COM A TEMÁTICA PLANTAS MEDICINAIS	128
APÊNDICE C - Registros identificação categorias de análise situação problema 1.....	161
APÊNDICE D – Registros identificação categorias de análise nova situação problema	164
APÊNDICE E - Registros identificação categorias de análise situação problema 2.....	166

1 INTRODUÇÃO

A contextualização no ensino de química pode ser desenvolvida por meio de inúmeras temáticas e com distintos propósitos. De acordo com Santos (2002), a contextualização pode ser vista com os seguintes objetivos: 1) desenvolver atitudes e valores em uma perspectiva humanística diante das questões sociais relativas à ciência e à tecnologia; 2) auxiliar na aprendizagem de conceitos científicos e de aspectos relativos à natureza da ciência; e 3) encorajar os alunos a relacionar suas experiências escolares em ciências com problemas do cotidiano.

Ao se estabelecer uma relação estreita entre o conhecimento conceitual e as situações da vida diária dos estudantes, a contextualização tem o potencial de tornar questões científicas relevantes, fazendo a ponte entre o conhecimento conceitual e as situações da vida real, tendo impacto positivo na motivação e na aprendizagem. (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002).

Assim a contextualização pode ser uma importante estratégia para o ensino de tópicos como estereoquímica, que pertence ao domínio da Química Orgânica, pois, geralmente, a “[...] a química orgânica é introduzida de forma árida para os alunos, que não conseguem relacionar esse conhecimento escolar com suas experiências prévias.” (CORREIA; DONNER JR; INFANTE-MALACHIAS, 2009, p. 489). Além da falta de conexão entre conteúdo químico e conhecimentos prévios, visualizar aspectos tridimensionais de moléculas e suas relações com outras moléculas é uma tarefa considerada difícil. (KURBANOGLU; TASKESENLIGIL; SOZBILIR, 2006).

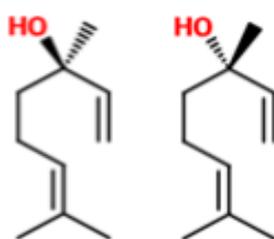
Para facilitar a compreensão do impacto da organização espacial das moléculas, a estereoquímica, há inúmeras temáticas que podem ser exploradas, desde os exemplos mais simples, como o caso da gordura *trans* até o mais complexo como a interação biológica de determinados fármacos quirais, uma vez que o metabolismo dos seres vivos é altamente relacionado à estereoquímica. (BARREIRO; FERREIRA; COSTA, 1997).

Uma temática interessante, para ser abordada no Ensino Médio, de modo a estabelecer a conexão entre conhecimento químico e a vida real, é a temática plantas medicinais. O conhecimento a respeito das plantas medicinais é milenar e foi preservado oralmente através das gerações e, por séculos, foi o recurso terapêutico

predominante. As plantas medicinais são, atualmente, a matéria-prima de parte dos fármacos sintéticos, bem como são as precursoras de intervenções terapêuticas, pois, a partir da atividade de algumas plantas, se desenvolveu a pesquisa sobre compostos correlatos e suas interações com o organismo. (SIMÕES; SCHENKEL, 2000).

Inúmeras plantas medicinais contêm compostos químicos que apresentam quiralidade e, portanto, são compreendidas por meio da perspectiva da estereoquímica. Pode-se citar como exemplo, para uma compreensão da temática, o linalol (3,7-dimetil-octa-1,6-dien-3-ol) que, por apresentar um carbono quiral, é naturalmente encontrado na forma de dois enantiômeros (Figura 1), o 3-*R*-(-)-Linalol e o 3-*S*-(+)-Linalol.(CAMARGO; DE VASCONCELOS, 2014).

Figura 1 - Enantiômeros R e S do Linalol, respectivamente



Fonte: Autora (2020)

O linalol é um componente de óleos essenciais aromáticos, de origem vegetal, presente em várias plantas da flora brasileira (Figura 2) como bergamota, lavanda, manjerição, alecrim e canela. (MORAIS, 2009; MONTEIRO, 2013).

Figura 2 -Plantas que contém linalol em sua composição



Fonte: Autora (2020)

A composição enantiomérica de linalol varia de acordo com as espécies de plantas; algumas apresentam apenas um enantiômero puro e outras uma mistura deles. A diferenciação enantiomérica do linalol é útil no controle de qualidade de óleos essenciais, pois fornece uma indicação importante da autenticidade de muitas ervas e especiarias em suas características químicas e biológicas. Quanto às suas qualidades olfativas, o (3R) - linalol apresenta um odor remanescente de lavanda e flores frescas com notas amadeiradas. Já o enantiômero S possui um odor herbáceo de folhas com notas cítricas e frutadas. (RAVID *et al.*,1997; CAMARGO; DE VASCONCELOS, 2014).

O ensino de Química Orgânica é uma das áreas mais recentes entre as pesquisas relacionadas ao ensino de química, e a publicação de trabalhos tornou-se intensa e diversificada nas últimas duas décadas. A química orgânica é uma das ciências mais visuais, considerando a geração e interpretação de símbolos e representações estruturais. A maneira como as moléculas são representadas, como os mecanismos são racionalizados e as informações estereoquímicas apresentadas são todas inerentes à química orgânica. (GRAULICH,2015).

A justificativa para desenvolver um produto educacional na área de química orgânica, mais especificamente para o ensino de estereoisomeria, é o fato de a estereoquímica ser apontada como um tópico desafiador da Química Orgânica, devido ao nível de abstração para visualização tridimensional de moléculas e à compreensão da influência da estereoquímica nas propriedades e reatividade.

Portanto, manipular, traduzir e interpretar corretamente essas representações são enormes desafios para a maioria dos alunos (KOZMA; RUSSELL, 1997) e exigem várias habilidades cognitivas. As habilidades cognitivas atualmente sob investigação que influenciam o desempenho dos alunos em aulas de química orgânica podem ser organizadas em a) competências representacionais, b) habilidades espaciais e c) estratégias de raciocínio científico. (GRAULICH,2015).

Entre as dificuldades para aprender estereoquímica, relatadas por pesquisadores da área de ensino, a resolução de problemas no 3D é apontada como principal fator (FROMM, 1945; SHINE, 1957; EVANS, 1963; HABRAKEN, 1996; WU; SHAH, 2004). Então, em Química Orgânica, a complexidade dos conteúdos que envolvem resolução de problemas em nível 3D (CHITTLEBOROUGH; TREAGUST, 2007) explica por que para alguns estudantes o aprendizado pode ser difícil e até

mesmo traumático, uma vez que a tarefa de visualizar os aspectos tridimensionais de moléculas e suas relações com outras moléculas é considerada difícil. (KURBANOGLU; TASKESENLIGIL; SOZBILIR, 2006).

Os estudantes ainda dependem fortemente da memorização mecânica e os exercícios tradicionais são frequentemente resolvidos sem um entendimento mais profundo. Uma combinação de estratégias instrucionais apropriadas e a avaliação correspondente é necessária para mudar a percepção dos alunos e seu processo de aprendizagem a longo prazo. (GRAULICH, 2015). Nesse sentido o produto aqui apresentado é estruturado no modelo de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que pode ser definida como sequência de ensino alicerçada em teorias de aprendizagem cognitivistas, que visam a aprendizagem significativa, em contraposição à aprendizagem puramente mecânica. Esse tipo de proposta didática tem como argumento principal a contribuição para uma modificação no ensino que, ao longo das últimas décadas, tem sido pautado na memorização de conteúdo, resultando apenas em uma aprendizagem mecânica. (MOREIRA, 2011).

Considerando que o conhecimento prévio influencia fortemente a aprendizagem, utiliza-se a temática plantas medicinais devido a sua estreita relação com o ensino de Química. Neste trabalho a contextualização é utilizada como estratégia de ensino com abordagem metodológica e socioambiental. Como resultado, espera-se que essa unidade possa fomentar a compreensão das conexões entre sociedade e ciência, contribuindo para motivação e, conseqüentemente, para o aprendizado significativo por parte dos estudantes. Buscando assim apresentar uma estratégia para a superação das abordagens mecanicistas na educação, bem como para o desenvolvimento de habilidades visuais, por meio de material didático estruturado e temático.

Tendo clara a relação entre plantas medicinais e estereoquímica, o produto educacional aqui apresentado foi desenvolvido como parte da pesquisa de mestrado, realizada no Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - PROFQUI – UFRGS, na Linha de Pesquisa Química da Vida. Tendo o objetivo de contribuir com o ensino dos conceitos de estereoquímica para estudantes do Ensino Médio, utilizando uma sequência didática, baseada na teoria da aprendizagem significativa. Essa proposta de ensino, com abordagem contextualizada, foi estruturada no formato de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa (UEPS) tendo como alicerces o

trabalho de Moreira (2011) e a Aprendizagem Significativa de Ausubel. (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL; 2003). Esta UEPS foi aplicada com duas turmas de terceiro ano de uma escola pública da região central de Santa Maria, Rio Grande do Sul.

Uma UEPS objetiva superar a forte dependência da memorização mecânica e dos exercícios tradicionais que são frequentemente resolvidos sem um entendimento mais profundo, promovendo situações que utilizam os conhecimentos prévios dos alunos como ponto de partida para o ensino de conceitos científicos. (MOREIRA, 2011). Assim, espera-se que o uso de uma abordagem temática, aliada a uma estratégia de aprendizagem significativa, possa fomentar a compreensão das conexões entre a sociedade e a ciência, contribuindo para motivação e, conseqüentemente, para o aprendizado da temática e dos conceitos de estereoquímica.

Buscou-se, neste trabalho, desenvolver uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que integrasse os conhecimentos do aluno e sua comunidade sobre as plantas medicinais à uma reflexão sobre o contexto social e aos conteúdos de química orgânica, em especial à Estereoisomeria, ou Isomeria Espacial; com atividades que possibilitem que a construção do conhecimento ocorra de maneira mais significativa e autônoma na vida dos estudantes. Entendendo que esta temática possibilita um olhar crítico sobre o conhecimento, e permite valorizar o saber popular e partir dos conhecimentos prévios e das vivências dos alunos em sua relação com a natureza e a ciência a fim de que construam ferramentas que auxiliem na construção de sua própria visão sobre o mundo, sobre a ciência e sobre o conhecimento químico. Pretendeu-se então explorar as relações entre os saberes populares e o conhecimento científico em estereoisomeria, a partir de uma relação entre a comunidade escolar e o ambiente educativo, por meio da temática das Plantas Mediciniais. A problemática elaborada para o desenvolvimento da pesquisa e do produto educacional foi: *Quais as contribuições de uma unidade de ensino baseada na teoria da aprendizagem significativa com a temática plantas medicinais para ensino de estereoisomeria em compostos orgânicos?*

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo geral

Investigar as contribuições uma unidade de ensino baseada na Aprendizagem Significativa com a temática plantas medicinais para ensino e aprendizagem de estereoisomeria em compostos orgânicos.

1.1.2 Objetivos específicos

- a) Produzir uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa envolvendo o conceito de estereoisomeria em compostos orgânicos com a temática plantas medicinais para o Ensino Médio;
- b) Avaliar a unidade de ensino buscando evidências de aprendizagem significativa dos conceitos de estereoisomeria em compostos orgânicos;

2 REVISÃO DE LITERATURA

Nessa revisão de literatura, buscou-se compreender os desafios, abordagens, metodologias e recursos didáticos utilizados no ensino de estereoisomeria, bem como sobre a utilização da temática plantas medicinais no ensino de química. Para tanto, optou-se pela revisão sistemática de literatura para as duas abordagens: 1) Ensino de estereoisomeria; 2) Plantas medicinais e o ensino de química. Buscou-se em trazer um breve panorama sobre o histórico de utilização das plantas medicinais, introduzido a revisão sobre a química das plantas medicinais, os processos físico-químicos envolvidos no preparo e extração de princípios ativos e as classes de compostos e suas atividades biológicas. A fim de subsidiar a Unidade de Ensino Potencialmente Significativa proposta realizou-se um apanhado de exemplos de princípios ativos estereoisômeros em plantas medicinais e foram analisados trabalhos que tiveram como temática a “Química dos aromas e a educação dos sentidos”, com a finalidade de contribuir para uma possível elaboração de uma análise sensorial para compor a unidade de ensino.

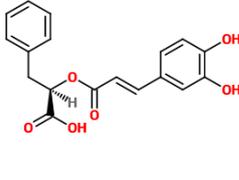
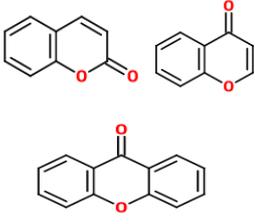
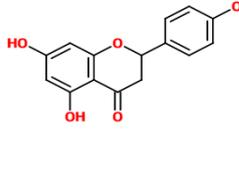
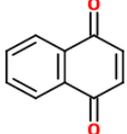
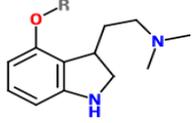
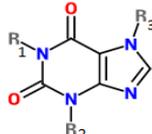
2.1 QUÍMICA DAS PLANTAS MEDICINAIS

Planta medicinal a espécie vegetal, utilizada com propósitos terapêuticos e/ou profiláticos (BRASIL, 2011), vastamente empregadas na área farmacêutica as plantas medicinais têm sido utilizadas como base para desenvolvimento e como fonte de matéria-prima para produção de fármacos, bem como adjuvantes e fitoterápicos (SCHENKEL *et al*, 2000).

Os fitoterápicos são produtos elaborados a partir da extração do princípio ativo, ou de uma mistura de princípios ativos, de origem vegetal com possíveis adjuvantes farmacêuticos. (VEIGA JUNIOR; PINTO; MACIEL, 2005). Os autores atentam ainda para possíveis efeitos adversos da utilização de plantas medicinais e fitofármacos, como: reações alérgicas, intoxicações, reações adversas, contaminação por metais pesados e interação com fármacos sintéticos.

Algumas classes de compostos presentes em plantas medicinais estão apresentadas no Quadro 1.

Quadro 1 -Algumas classes de compostos presentes em plantas medicinais

Classes de compostos encontradas nas plantas medicinais			
Fenólicos	Cumarinas, Xantonas e Cromonas	Flavonóides	Taninos
			
Podem apresentar atividades antioxidantes. O ácido rosmarínico presente no alecrim, sálvia, melissa e orégano; o guaiacol expectorante e a capsaicina utilizada como analgésico tópico. (CARVALHO; <i>et al.</i> 2000)	Ex: cumarol, de ação anticoagulante; a di-hidropiranocumarinas vasodilatadoras; cumarinas di-hidroxiladas antioxidantes; xantonas apresentam atividades antimicrobiana, antifúngica e antimalárica. (KUSTER; ROCHA, 2000);	Polifenóis com mais de 4200 estruturas, a como a flavonona , que possuem propriedades farmacológicas diversas, como anticancerígeno, anti-inflamatório, antialérgico, antiulcerogênico, antivirais, etc. (ZUANAZZI, 2000)	Entre suas diversas atividades são citadas ação bactericida e fungicida, antiviral, moluscicida, antitumoral e inibidora de enzimas, os taninos possuem três características gerais: Complexação com Íons Metálicos e Antioxidante (SANTOS; MELLO, 2000)
Quinonas	Alcalóides	Alcalóides Indólicos	Metilxantinas
			
São produtos da oxidação de fenóis, que em sua maioria possuem atividades laxantes, presentes no sene e na cáscara sagrada. (FALKENBERG, 2000)	Heterociclos contendo nitrogênio, de caráter básico, com atividades amebicidas, anticolinérgicas e antihipertensivas, antitussígenos, hipnoanalgésico, estimulantes. (HENRIQUES ; <i>et al.</i> , 2000)	Antagonistas em receptores como o serotoninérgico, como é o caso da psilocibina. Outros alcalóides atuam no sistema cardiovascular ou ainda atividades antitumorais. (SCHRIPEMA, <i>et al.</i> , 2000)	Substâncias estimulantes farmacologicamente por suas funções inibitórias do sono, de diminuição de fadiga, de aumento da frequência cardíaca. (RATES, 2000)

Fonte: A Autora (2020)

Falkenberg, Santos e Simões (2000) discorrem sobre a análise fitoquímica das plantas medicinais, que se inicia na coleta de plantas sadias, seguida da estabilização onde ocorre a desnaturação proteica das enzimas celulares, e da secagem que visa impedir a hidrólise das substâncias e o desenvolvimento de micróbios. Ainda na preparação das amostras, ocorre a moagem, onde as dimensões finais da amostra dependem da rigidez dos tecidos vegetais.

Após o processo de preparação das amostras, a extração dos princípios ativos

se dá pela escolha do solvente mais seletivo possível, que é escolhido de acordo com sua polaridade e dos métodos de extração, sendo que estes “dizem respeito à agitação, temperatura e ao tempo (...)” (FALKENBERG; SANTOS; SIMÕES, 2000, p.167). Entre os métodos de extração citados existem os de extração à frio como a turbolização, a maceração e a percolação; entre os métodos de extração à quente estão a infusão, a turbolização, a decocção, a extração sob refluxo e a extração em aparelho *Soxhlet*.

A caracterização dos principais grupos de princípios ativos se dá por reações químicas de mudança de coloração ou de formação de precipitados. E o isolamento das substâncias ativas ocorre por partição por solventes e separação cromatográfica. A fim de identificar as estruturas dos compostos são utilizados métodos como a cromatografia gasosa, espectroscopia ultravioleta e infravermelho, ressonância magnética nuclear e espectro de massas. Ainda sobre as operações extrativas, Sonaglio, Ortega, Petrovick e Bassani (2000), colocam que na preparação de tinturas homeopáticas, entre os solventes mais utilizados estão o etanol e as soluções hidroetanólicas.

Simões e Spitzer (2000) relatam como métodos de extração mais comuns a Enfloração, utilizado em plantas com baixo teor de óleo essencial, no qual estas são colocadas sobre uma camada de gordura para extração, seguida de tratamento com álcool e destilação; o Arraste por Vapor d'água, a partir do aparelho de Clavenger, utilizado na extração de óleos voláteis de plantas frescas; a Prensagem, utilizada para a extração de óleos voláteis de frutos cítricos, onde os óleos são posteriormente separados por decantação, destilação fracionada ou centrifugação; e a Extração por CO₂ Supercrítico, no qual o gás carbônico é liquefeito e aquecido a temperatura superior à 31°C, levando o gás a uma condição de viscosidade que permite a extração, após a qual, o CO₂ volta ao estado gasoso.

A respeito dos dados farmacológicos, Simões e Spitzer (2000), pontuam algumas propriedades farmacológicas de fitoterápicos, como: ação carminativa (relaxamento da cárdia), presente no funcho, erva-doce, camomila e menta; antiespasmódica (relaxamento do intestino), presente na camomila, macela, alho, funcho, erva-doce e sálvia; estimulante do aparelho digestivo, presente no gengibre e na genciana; cardiovascular (aumento do ritmo cardíaco) presente nos óleos de cânfora; secretolítica (expulsão de fluídos respiratórios) como é o caso do eucalipto e

do anis estrelado; estimulante do sistema nervoso central (óleo de cânfora) ou depressora, (melissa e capim limão); anestésica local (cravo da Índia); antiinflamatória (camomila) e anti séptica (citral, geraniol, linalol e timol).

O conhecimento a respeito das plantas medicinais é milenar, sendo por séculos o recurso terapêutico predominante. São conhecimentos preservados oralmente através das gerações. As plantas medicinais são, atualmente a matéria prima de parte dos fármacos sintéticos, bem como são as precursoras de intervenções terapêuticas, pois a partir da atividade de algumas plantas se desenvolveu a pesquisa sobre compostos correlatos e suas interações com o organismo. (SCHENKEL; GOSMANN; PETROVICK, 2000).

2.2 PLANTAS MEDICINAIS E O ENSINO DE QUÍMICA

Schenkel, Gosmann e Petrovick, (2000) afirmam que a Química Orgânica teve seu estudo impulsionado pelo estudo das plantas e um dos exemplos é a síntese do ácido acetil salicílico, medicamento amplamente utilizado. Sua obtenção foi inspirada nas propriedades de um anti-inflamatório obtido da casca do salgueiro: a salicilina, cujo composto ativo é *Salix Alba L.* O conhecimento a respeito das plantas medicinais trata-se, segundo Elizabetsky (2000), de um conhecimento popular não submetido a metodologias científicas, cujo estudo tem interesse e aplicação no campo da ciência, uma vez que é “[...] um relato verbal da observação sistemática de fenômenos biológicos” (2000, p. 88). A autora ressalta ainda a urgência em estudar cientificamente tais plantas, uma vez que se vive em um acelerado processo de mudança cultural e de perda da biodiversidade, bem como por vantagens individuais e econômicas.

As mulheres, bruxas e curandeiras, historicamente tiveram seu acesso à educação negado, desenvolveram conhecimentos e técnicas não reconhecidas pela ciência. No entanto, as curandeiras durante mais de mil anos representaram o único acesso da população de classe baixa à saúde, desenvolveram conhecimento sobre as plantas, sua sazonalidade, suas propriedades e maneiras de manipulá-las. (FEDERICI, 2017)

As plantas são historicamente utilizadas na medicina popular, mas também na fabricação de perfumes e cosméticos; para tanto se desenvolveram técnicas de

destilação, extração, conservação e tratamento ainda utilizadas na área da química. (KOVALESKI, 2013). As poções e unguentos utilizados pelas bruxas ou feiticeiras eram preparadas a partir de ervas e secreções ou partes de animais que possuem substâncias com diferentes princípios ativos. As propriedades destas substâncias eram reconhecidas a partir da observação da natureza, da interação dos animais com as plantas e entre eles. Também partiam da observação e experimentação os procedimentos utilizados.

As bruxas eram conhecedoras empíricas de propriedades químicas como solubilidade, dispersão e polaridade. Processos como a extração também eram dominados pelas bruxas, ainda que apenas experimentalmente. O conhecimento das moléculas e suas propriedades químicas. Estes saberes foram perseguidos e dizimados no período da Caça às Bruxas, Silvia Federici, em sua obra “Calibã e a Bruxa” (2017), frisa: “Com a perseguição à curandeira popular, as mulheres foram expropriadas de um patrimônio de saber empírico, relativo a ervas e remédios curativos, que haviam acumulado e transmitido de geração a geração” (2017, p. 364).

Para compreender as possibilidades de aplicação da temática no ensino de química, foi realizada uma breve revisão de literatura. Optou-se por empregar uma revisão sistemática como proposto por Sampaio e Mancini (2007); de acordo com as etapas (1) elaboração da pergunta de investigação, (2) definição do método de busca, (3) determinação dos critérios de inclusão e exclusão de documentos, e da (4) análise da relevância da literatura encontrada para este trabalho. A elaboração da pergunta de investigação, que orientou a pesquisa, foi: De que maneira a temática plantas medicinais tem sido abordada no ensino de Química e Ciências? A definição do método de busca contou com três critérios.

Foram utilizados, como ponto de partida, na composição do *corpus* de pesquisa: a) recorte temporal de 20 anos (2000-2019); b) periódicos nacionais; c) utilizada a Lista de Classificação de Periódicos da área de Avaliação Ensino da CAPES – quadriênio 2013-2016, disponibilizada na Plataforma Sucupira, a seleção de periódicos avaliados no estrato A1 e A2, nacionais (Tabela 1) além do periódico Química Nova na Escola. O periódico Química Nova na Escola foi selecionado por se constituir em um importante meio de pesquisa para professores de Química. (COLEN, 2012). Após a definição dos periódicos a serem analisados, optou-se por realizar a busca na *Scientific Electronic Library Online – SciELO Brasil*, uma biblioteca

eletrônica que abrange uma coleção selecionada de periódicos científicos e diretamente nas plataformas dos periódicos escolhidos.

Para determinação dos critérios de inclusão e exclusão de documentos, utilizou-se os termos “plantas medicinais *or* plantas”, tendo como escopo o texto completo. Para selecionar os artigos a serem incluídos (Quadro 2), foi realizada a leitura completa do artigo, foram estabelecidos como critérios de exclusão os artigos que não denotaram relação entre plantas medicinais e sua relação com a Química e/ou o ensino de ciências. Ao todo, 15 artigos foram selecionados.

Tabela 1 - Periódicos selecionados revisão sobre plantas medicinais e ensino de química

ISSN	REVISTA	Qualis	Nº artigos
2178-7727	Acta Scientiae	A2	1
1980-850X	Ciência & Educação	A1	0
1983-2117	Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências	A1	0
1982-5153	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	A2	1
2317-5125	Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	A2	1
2179-1309	Contexto & Educação	A2	0
1518-8795	Investigações em Ensino de Ciências	A2	0
1982-873X	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	A2	0
1806-5104	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2	1
2238-2380	Revista de Educação, Ciências e Matemática	A2	1
2175-2699	Química Nova na Escola	B1	10
Total			15

Fonte: A Autora (2020)

Percebe-se que há um pequeno número de trabalhos utilizando a temática, representando apenas dezesseis artigos publicados ao longo dos últimos 20 anos, nos 11 periódicos analisados. Mesmo as plantas medicinais possuindo forte conexão com o cotidiano dos estudantes, e tendo possibilidade de ser temática geradora não

só para o ensino de diversos conceitos químicos, como também a abordagem temática socioambiental, ainda é um tema pouco explorado.

A análise da relevância da literatura encontrada foi organizada com uma breve descrição dos artigos científicos selecionados (Quadro 2). Percebe-se que alguns destacam claramente a relação plantas medicinais e os conteúdos específicos de Química Orgânica. Além da relação com os conceitos químicos, identificou-se o uso da temática com abordagem socioambiental, como a valorização de saberes populares, a história e cultura brasileira e o cuidado com o meio ambiente. Os artigos das Revistas Alexandria, Amazônia, Revista de Educação, Ciências e Matemática, Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, e Acta Scientiae são apresentados, no Quadro 2, em ordem decrescente de ano de publicação; seguidos dos artigos da Revista Química Nova na Escola, também apresentados em ordem decrescente de ano de publicação.

Quadro 2 - Artigos selecionados revisão sobre plantas medicinais e ensino de química (continua)

N°	Revista	Título	Autores/ano	Compêndio dos Pontos Relevantes
1	Alexandria	Livro-Brinquedo de Plantas Medicinais: uma proposta de Ensino de Ciências e Alfabetização - Língua Portuguesa com turma de 1º ano do Ensino Fundamental	Teles e Corrêa, 2019	Construção e avaliação de um material didático lúdico, na forma de Livro-Brinquedo, que objetiva promover a alfabetização e o ensino de ciências com um alfabetário de Plantas Medicinais.
2	Amazônia	O Uso de Plantas Medicinais para fins terapêuticos: os conhecimentos etnobotânicos de alunos em escola pública e privada em Floriano, Piauí, Brasil	Araújo e Lima, 2019	Pesquisa quali-quantitativa, realizada com alunos do 3º ano do Ensino Médio, que analisou o uso e conhecimentos de plantas medicinais no contexto familiar, revelando que mais de 80% dos alunos de escola pública e escola privada possuem, em seu ambiente familiar, o hábito de utilizar tais recursos naturais.
3	Revista de Educação, Ciências e Matemática	Da xícara ao becker: plantas medicinais como recurso didático no ensino de Química	Melo, Vieira e Braga, 2016	As plantas boldo e hortelã foram utilizadas como tema gerador para o ensino de conceitos da química orgânica como: princípios ativos, representação química, fórmulas e nomenclatura, grupos funcionais e quiralidade em uma turma de curso técnico em informática.
4	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	Plantas Medicinais no Ensino de Química e Biologia: propostas interdisciplinares na educação de jovens e adultos	Cavaglier e Messeder, 2014	Apresenta alternativa para o EJA de maneira interdisciplinar e contextualizada, utilizando uma oficina de chás onde cada aluno trouxe uma amostra da planta medicinal, explicando sua ação terapêutica. foi construído um módulo de ensino com cinco unidades temáticas relacionados a conteúdos de química e biologia.
5	Acta Scientiae	Cidadania e educação ambiental: plantas medicinais no contexto escolar	Mauli, Fortes e Antunes, 2007	Busca promover a educação ambiental e o exercício da cidadania a partir de um projeto de ensino, com pesquisas, palestras, apresentações, construção de canteiros e organização das ervas medicinais em herbário.
6	QNEsc	Temática chás: uma contribuição para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos	Silva, Ribeiro e Mazzetto, 2017	Uso da temática chás para o ensino sobre nomenclatura de compostos orgânicos, relacionando ao cotidiano e com o uso de estímulos sensoriais como recurso didático.
7	QNEsc	Tem dendê, tem axé, tem química: sobre história e cultura africana e afro-brasileira no ensino de Química	Silva, Alvino, Santos, Santos e Benite, 2017	Utilizam a temática das plantas medicinais ao relacionar o ensino de química com a Lei 10.639/03 que determina a obrigatoriedade do ensino de história e cultura africana e afro-brasileira nas escolas, utilizando o dendê para abordar o conceito de lipídeos.
8	QNEsc	Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais	Loyola e Silva, 2017	Construção de oficinas temáticas para o ensino de funções orgânicas a partir de princípios ativos de plantas medicinais, voltada para o EJA, defendendo a formação de um espírito crítico dos alunos a partir da interdisciplinaridade.
9	QNEsc	Ensino de bioquímica e formação docente: propostas de projetos voltados para o ensino básico, desenvolvidos por estudantes de licenciatura	Neto e Matta, 2016	Trabalho desenvolvido na disciplina Biologia Metabólica no curso de Licenciatura em Biologia na UFRN, de construção de projetos voltados para o Ensino Médio. Uma das temáticas abordadas foi <i>medicina alternativa - plantas medicinais</i> , com enfoque CTSA envolvendo conceitos de botânica e farmacologia.

N°	Revista	Título	Autores/ano	Compêndio dos Pontos Relevantes
10	QNEsc	Máquina de café expresso para extração de óleos essenciais: uma proposta experimental	Querubina, Coser e Waldman, 2016	Relata a utilização de máquina de café expresso para a extração de óleos essenciais de cravo e canela, com sistema de coleta refrigerada do extrato a quente produzido.
11	QNEsc	A Química dos Chás	Braibante, Silva, Braibante e Pazinato, 2014	Revisão sobre os chás feitos da <i>Camellia sinensis</i> : mostrando a existência de alcalóides como a cafeína, e compostos oxidantes como os flavonoides, etc. Trazem compostos e isômeros presentes nos chás de Hortelã, Erva doce, Capim-cidró e Camomila, usando a temática em atividades de pesquisa, degustação e experimentação, descrevendo reações de identificação de grupos funcionais.
12	QNEsc	Bulas de Medicamentos, Vídeo Educativo e Biopirataria: Uma Experiência Didática em Uma Escola Pública de Porto Velho – RO	Lauthartte e Francisco Junior, 2011	Aplicação de atividades com a temática fármacos com pesquisa em bulas de medicamentos, debate do vídeo “A química dos fármacos” (SBQ, 2007) que evidencia a relação entre fármacos e plantas medicinais, e por fim foi desenvolvido um “júri químico” sobre Biopirataria das plantas medicinais e do etnoconhecimento no Brasil.
13	QNEsc	A Bioquímica do candomblé – Possibilidades didáticas de aplicação da Lei Federal 10639/03	Moreira, Rodrigues Filho, Fusconi e Jacobucci, 2011	Valorização curricular dos saberes dos povos pré-colombianos, africanos e indígenas, para educar para a igualdade de acesso e direitos. Relaciona o candomblé com os conceitos químicos, em especial as plantas medicinais.
14	QNEsc	Extraíndo óleos essenciais de plantas	Guimarães Oliveira e Abreu, 2000	Proposição de experimento de baixo custo com destilação de Óleos Essenciais de Manjericão, Capim Limão e Laranja.
15	QNEsc	O papel do professor na produção de medicamentos fitoterápicos	Silva, Aguiar e Medeiros, 2000	A aproximação entre os saberes populares e eruditos impactou no processo de fabricação de fitoterápicos, considerando aspectos físico-químicos de tratamento e conservação.

Fonte: A Autora (2020)

A análise da literatura demonstra as diferentes possibilidades de promover a construção de conhecimentos químicos não só da Química Orgânica como também da Química Geral. Os seguintes conteúdos/conceitos foram identificados na análise: funções orgânicas, nomenclatura, interações intermoleculares, isomeria, quiralidade, propriedades organolépticas, processos de separação de misturas, representações químicas, grupos funcionais, reações químicas, fármacos, alopáticos e fitoterápicos.

Conforme evidenciado pelo Quadro 02, plantas medicinais tem sido temática geradora para o ensino de diversos conceitos químicos. Silva, Ribeiro e Maceto (2017), destacam a utilização dos chás no ensino da nomenclatura de compostos orgânicos, ao defender que o assunto presente no cotidiano dos alunos, aliado aos estímulos sensoriais estimulam o aprendizado. Os autores colocam que, “a contextualização das disciplinas surgiu como um dos pilares da reforma do Ensino

Médio, a partir da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB no 9.394/96), valorizando a compreensão dos conhecimentos para uso cotidiano.” (SILVA; RIBEIRO; MAZZETO, 2017, p. 329). Os autores referem também o contexto dos estudantes, alegando que boa parte da população, especialmente das classes populares, utiliza os chás e plantas medicinais como forma de promover a saúde; indicando também o trabalho interdisciplinar.

Ainda sobre a temática chás, o artigo “A química dos chás” relata que o uso de chás devido às suas propriedades medicinais é registrado pelo menos desde 200 a. C., sendo que no ano de 2007 atingiu-se a marca de três bilhões de toneladas de chás produzidos. Os autores sugerem a utilização da temática no ensino de química a partir de diferentes metodologias como pesquisas sobre uso e princípios ativos presentes, degustações e experimentos envolvendo técnicas de extração. Trazem uma revisão sobre as propriedades e obtenções dos chás branco, verde, *oolong* e preto, evidenciando as classes de compostos orgânicos presentes. São ainda apresentadas moléculas biologicamente ativas presentes em plantas comumente consumidas como infusões, equacionando as reações de identificação orgânica possíveis de serem realizadas com cada infusão (BRAIBANTE *et al.* 2014).

Silva *et al.* (2017) e Moreira *et al.* (2011), utilizam ainda a temática das plantas medicinais ao relacionar o ensino de química com a Lei 10.639/03, que determina a obrigatoriedade do ensino de história e cultura africana e afro-brasileira nas escolas. Silva *et al.* (2017) realizam em seu trabalho um levantamento a respeito da cultura negra e o ensino de química, e utiliza o Dendê para a realização de atividades didáticas em química, abordando o conceito de lipídeos, concluindo que se trata de “uma proposta de descolonização da ciência quando apresentam a química a partir de contextos da diáspora africana no Brasil.” (SILVA *et al.*, 2017, p. 25) .

O estudo de Moreira *et al.* (2011) problematiza nossa visão euro centrada de ciência por seu caráter discriminatório por “apagar” o conhecimento elaborado por outros povos, como pré-colombianos, africanos e indígenas; afirmando que para educar para a igualdade de acesso e direitos a escola deve dimensionar as diferenças no currículo, sendo que este deve valorizar e partir dos saberes populares. No desenvolver de seu trabalho, Moreira *et al.* relacionam o candomblé com os conceitos químicos, em especial as plantas medicinais, afirmando que “sem folhas, não há orixás, e sem orixás, não há contato com o sagrado (...) Esses rituais envolvem

adivinhação, banhos de cura e incensos, nos quais é necessário o uso de plantas para mediar a comunicação com os guias espirituais.” (MOREIRA *et al*, 2011, p. 88). Sua proposição didática relaciona o extrato de noz de cola, com seu uso no candomblé e os conceitos químicos envolvidos.

Existem ainda proposições de materiais experimentais alternativos para a extração de óleos essenciais, como por exemplo Querubina *et al*. (2016), que relata a utilização de máquina de café expresso para a extração: “Foi usada uma máquina doméstica de café expresso para extração de óleos essenciais de cravo e canela com um sistema de coleta refrigerada do extrato aquoso a quente produzido.” (p. 269, 2016). É evidente ainda a relação entre as plantas medicinais e o debate à respeito dos saberes populares e o conhecimento científico.

Os artigos em geral propõem metodologias que buscam a motivação e participação ativa dos estudantes. Entre as ferramentas e metodologias didáticas utilizadas destacam-se os projetos, as atividades lúdicas - jogos, proposições de pesquisa oral e escrita, atividades experimentais, resolução de problemas, hortas-medicinais, herbários, alfabetários, debates, júri- químico, vídeos didáticos, experimentos de extração e destilação e a produção de fitoterápicos. Plantas medicinais são relatadas como temáticas geradoras para o ensino de diversos conceitos químicos, podendo ainda ser utilizadas em atividades como estímulos sensoriais.

2.3 O ENSINO DE ESTEREOISOMERIA

A fim de compreender os desafios e propostas didáticas relacionados ao ensino de estereoisomeria, realizou-se uma revisão sistemática, como proposto por Sampaio e Mancini (2007). Como pergunta base para a investigação adotou-se: Quais os desafios e metodologias utilizadas no ensino de Estereoisomeria?

Os critérios adotados para a busca foram: a) Recorte temporal de 20 anos (1999-2019); b) Seleção de periódicos avaliados com Qualis A1 e A2 encontrados na Lista de Classificação de Periódicos da área de Avaliação Ensino da CAPES – quadriênio 2013-2016, disponibilizada na Plataforma Sucupira, além do periódico Química Nova na Escola (Tabela 2) c) Análise de periódicos disponibilizados em

plataformas próprias. Como critérios de seleção foram utilizados os termos “isômeros or estereoisômeros”, tendo como escopo o texto completo.

Tabela 2 - Periódicos selecionados para Revisão sobre Ensino de Estereoisomeria

ISSN	REVISTA	Qualis	Nº artigos
2178-7727	Acta Scientiae: Revista de Ensino de Ciências e Matemática	A2	0
1982-5153	Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia	A2	0
2317-5125	Amazônia – Revista de Educação em Ciências e Matemáticas	A2	0
1984-7505	Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências	A2	0
1980-850X	Ciência & Educação	A1	1
2179-1309	Contexto & Educação	A2	0
1678-4634	Educação e Pesquisa	A1	0
0187-893X	Educación Química	A1	1
1415-2150	Ensaio. Pesquisa em Educação em Ciências	A1	1
0212-4521	Enseñanza de las Ciencias	A1	1
1518-9384	Investigações em Ensino de Ciências	A2	1
2179-426X	Rencima - Revista de Ensino de Ciências e Matemática	A2	0
1579-1513	Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	A2	1
1982-873X	Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia	A2	3
1806-5104	Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências	A2	0
2238-2380	Revista de Educação, Ciências e Matemática	A2	0
0104-8899	Química Nova na Escola	B1	7
Total			16

Fonte: A Autora (2020)

O próximo passo foi realizar a decomposição por meio da leitura detalhada dos mesmos, tomando apontamentos fundamentais de relevância para a pesquisa. Visando estabelecer as unidades de análise que a compreendem os aspectos relativos às estratégias e temáticas adotadas para ensino de estereoisomeria. Foram selecionados 16 artigos.

As unidades de análise consistiram em identificar no texto o seu escopo, se fora realizada revisão de literatura, análise de práticas docentes ou proposições didáticas; sua orientação estratégica, se o texto apresentou contextualização, estratégias de visualização espacial ou experimentação; quais os recursos didáticos

utilizados para a visualização espacial, e ainda quais as temáticas utilizadas na contextualização. Uma síntese dos artigos é apresentada no Quadro 3.

(continua)

Quadro 3 -Análise da relevância: ensino estereoisomeria

Nº	Revista	Título	Autores/ano	Compêndio dos Pontos Relevantes
1	Ciência & Educação	Mapeamento conceitual como estratégia para romper fronteiras disciplinares: A isomeria nos sistemas biológicos	Correia, Donner e Malachias; 2008.	Apresenta-se o Mapa Conceitual, utilizando o programa CMapTools, como estratégia para evidenciar a aprendizagem significativa de conceitos interdisciplinares, após atividade temática sobre isomeria e sistemas biológicos, abordando o <i>cis</i> -retinal e a talidomida.
2	Educación Química	La equivalencia entre las paridades de los intercambios de dos sustituyentes y las reflexiones especulares, en la determinación de la quiralidad de átomos tetraédricos: ¡Una demostración con espejos!	Benítez, 2008.	O artigo explica conceitos fundamentais da estereoisomeria, relatando a dificuldade dos estudantes de promover a visualização e rotação espacial de moléculas. Defende o uso do sistema Prelog-Ingold-Cahn a partir da demonstração com espelhos.
3	Revista Ensaio	Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos estudantes do Ensino Médio e evolução conceitual	Correia, Freitas, Freitas e Freitas Filho, 2010.	A partir de perspectiva construtivista, que visa a participação ativa do estudante e a valorização de seus saberes prévios, foram aplicadas Oficinas de acordo com os três Momentos Pedagógicos, abordando a talidomida, os feromônios a partir de atividades com textos e atividade experimental sobre luz polarizada.
4	Ensenanza de las ciencias	La estereoisomería en los libros de texto y el diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje con realidad aumentada para promover la visualización	Rubilar, Vargas, Bernal, Nilo, Quiroz, Arellano e Castillo, 2017	Compreendendo a capacidade metavisual (relações entre: micro, macro, simbólico) como fator fundamental para a aprendizagem de ciências, desenvolve-se o aplicativo SPECTO, que se constitui em um guia de uma sequência didática, que utiliza realidade aumentada, com a temática medicamentos estereoisômeros.
5	RBECT	A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química	Pauletti, Rosa e Catelli, 2014	Analisa o uso do software <i>ChemSketch</i> , que possibilita a interação com o abstrato e microscópico e o uso de experimentos para motivar e relacionar com o macroscópico. Afirmando, de acordo com a Teoria de Mediação Cognitiva, que quanto mais vastas as representações, maiores condições para a aprendizagem. Apontam ainda para o problema de existirem poucos softwares on-line.
6	RBECT	Brincoquímica: Uma Ferramenta Lúdico-Pedagógica para o Ensino de Química	Filho, Melo, Freitas, Freitas e Freitas, 2015	Relatam a utilização de jogos como impulsores no ensino de: “ácido carboxílico, éster, isômeros, estereoquímica <i>cis-trans</i> , gordura, óleo, gordura <i>trans</i> , lipídios etc (...)” p. 52; por oportunizarem “a interlocução de saberes, a socialização e o desenvolvimento pessoal, social, e cognitivo.” p. 37 Aulas expositivas com o uso de modelos moleculares precederam os jogos.

N°	Revista	Título	Autores/ano	Compêndio dos Pontos Relevantes
7	RBECT	Um estudo de caso: programas computacionais mediando o ensino de isomeria geométrica	Pauletti e Catelli, 2018	Detalha-se o uso dos softwares <i>ChemSketch</i> e <i>Construtor</i> em atividades didáticas visando a visualização espacial de representações do microscópico no Ensino Médio. Destaca-se que tais ferramentas possibilitam a aprendizagem nos três níveis de representação, por meio da interação: alunos, professor e representações moleculares. É realizado um estudo de caso com professores da rede pública, concluindo que não fazem uso de Tecnologias Digitais.
8	IENCI	Abordando a isomeria em compostos orgânicos e inorgânicos: Uma atividade fundamentada no uso de situações-problema na formação inicial de professores de química	Neto, Campos e Júnior, 2013	Esta pesquisa visou identificar as concepções de estudantes sobre estereoisomeria, bem como a aplicação de atividade didática baseada em resolução de problema, com o uso de textos sobre histórico e aplicações medicinais e modelos moleculares. A metodologia foi avaliada positivamente destacando-se: "facilidade de comunicação e ajuda mútua, convergência de pensamentos e estreitamento das interações sociais entre os colegas de turma." p. 342
9	REEC	Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva	Raupp <i>et al</i> 2010	Investiga-se quais processos cognitivos ocorrem com o uso do <i>ChemSketch</i> na aprendizagem de estereoisomeria. O desenvolvimento de habilidades visuoespaciais e representacionais foi facilitado com o uso da ferramenta, podendo ser identificado pela aplicação de pré e pós-teste. Com melhoras significativas na diferenciação entre os átomos, desenho dos ângulos e perspectivas.
10	QNesc	Fármacos e Quiralidade	Coelho, 2001	O autor explica que diferentes configurações podem levar à diferentes atividades biológicas dos isômeros. Cita diversos fármacos que são vendidos "opticamente puros" e a necessidade de garantia de pureza isomérica, devido à possibilidade de efeitos adversos.
11	QNesc	Uma Análise das Analogias e Metáforas Utilizadas por um Professor de Química Durante uma Aula de Isomeria Óptica	Araújo, Malheiros e Teixeira, 2015	O uso de metáforas, analogias e modelos icônicos aproxima conceitos complexos a elementos do cotidiano, facilitando a mudança conceitual. Os autores apontam para a necessidade de sistematizar o uso de tais recursos e demarcar a diferença entre o real e a analogia/modelo.
12	QNesc	Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio Segundo a Abordagem CTS	Júnior e Silva, 2016	Desenvolveram e aplicaram 3 ciclos de atividades com enfoque CTS no ensino de química orgânica, para as três séries do EM. A temática gorduras <i>trans</i> é relacionada com a estereoisomeria em um dos ciclos, com o uso do <i>ArgusLab</i> , vídeos, imagens e debate.

N°	Revista	Título	Autores/ano	Compêndio dos Pontos Relevantes
13	QNesc	Desenhando Isômeros Ópticos	Rezende, Amauro e Rodrigues Filho, 2016	Apresentam estratégias didáticas para a compreensão do domínio espacial, visualização e interconversões 3D e 2D. As estratégias utilizadas foram a impressão “frente e verso” de moléculas enantioméricas desenhadas no <i>ChemSketch</i> , modelos atômicos e enantiômeros em transparências para verificar a não sobreposição das imagens especulares.
14	QNesc	Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais	Felipe e Bicas, 2017	Os terpenos são substâncias geralmente presentes em óleos essenciais e que podem apresentar enantiômeros com diferentes aromas e efeitos biológicos. Após uma revisão teórica sobre o tema os autores indicam que pode ser abordado no ensino de funções orgânicas, isomerismo óptico, bioquímica, bem como métodos de extração, síntese e biotecnologia.
15	QNesc	Do Senso Comum à Elaboração do Conhecimento Químico: Uso de Dispositivos Didáticos para Mediação Pedagógica na Prática Educativa	Mininel, Nardo, Oliveira e Arnoni, 2017	Apresentam atividades temáticas para as três séries do EM a partir das temáticas Água, Solo e Interação Inseto - Planta, esta última tema de organizador prévio no ensino de isomeria geométrica. Após atividade alunos montaram estruturas moleculares, visualizando espacialmente os diastereoisômeros.
16	QNesc	Estudo de Caso em Aulas de Química: Percepção dos Estudantes de Nível Médio sobre o Desenvolvimento de suas Habilidades	Sousa, Rocha e Garcia, 2012	Afirmam que além de estruturas no ensino de estereoisomeria, deve-se abordar sua relação com “ <i>questões ambientais, econômicas, éticas e sociais.</i> ” aplicam e um Estudo de Caso, com a temática do controle de insetos em macieiras, cuja resolução envolve isomeria geométrica.

Fonte: A Autora (2019)

Essa pré-análise foi a base *definição das categorias analíticas*. As duas categorias pré-definidas como unidades de análise foram: as estratégias de ensino e temáticas que têm sido utilizadas no ensino de estereoisomeria. Ao longo do processo analítico, a partir dos dados oriundos do recorte emergiram novas categorias para compor o grupo, visto que identificou-se diferentes objetivos nos artigos, bem como uma pluralidade e detalhamento de estratégias específicas que abordam a alfabetização visual. Dessa forma as quatro categorias analíticas estabelecidas que compõem o grupo são: a) escopo do artigo, b) orientação das estratégias de ensino, c) recursos didáticos para visualização e d) temas utilizados.

Após a definição das categorias analíticas realizou-se a *Categorização final das unidades de análise* por meio de profunda análise dos recortes. A categorização, que emergiu na criação de subcategorias e permitiu uma alocação mais exaustiva e

precisa de cada um dos artigos. Tais categorias foram originadas a partir da codificação dos textos, identificando quais as unidades de registro emergentes. As unidades de registro, ou unidades de análise foram delineadas de acordo com a ocorrência de termos como visualização, experimentação, contextualização, e também foram inferidas da interpretação da intencionalidade de cada artigo.

a) Categoria Escopo do artigo: Identificando os objetivos declarados pelos autores, os artigos analisados podem ser agrupados em três subcategorias de acordo com seu escopo: a) revisão de literatura, b) proposta de ensino e c) análise de prática docente (Figura 3.) Cabe destacar que um artigo pode ser classificado em mais de um subcategoria.

Figura 3 - Foco dos artigos analisados Ensino Estereoisomeria



Fonte: A Autora (2020)

Doze artigos apresentam propostas de ensino, tais artigos propõem diferentes ferramentas de ensino, e abordagens temáticas como exemplo de tais ferramentas temos a aplicação de Jogos Pedagógicos, artigo 6, (FREITAS FILHO *et al*, 2015). Alguns destes artigos são baseados em sequências metodológicas como a abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), que é uma alternativa que atende os PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) ao possibilitar maior compreensão e participação ativa no mundo, sob uma perspectiva cidadã. Esta abordagem mostra-se presente na metodologia de Estudo de Caso - Resolução de Problemas, artigos 16 e 8, (SOUSA; ROCHA; GARCIA 2012; SIMÕES NETO; CAMPOS; MARCELINO JÚNIOR, 2013). Outra metodologia mencionada foi a sequência didática dos Três

Momentos Pedagógicos proposta por Delizoicov e colaboradores, artigos 1 e 3, (CORREIA; DONNER JR; INFANTE-MALACHIAS, 2008; CORREIA *et al*, 2010).

O artigo 10 apresenta uma revisão teórica sobre a química dos fármacos, destacando os efeitos de enantiômeros em sistemas biológicos, e trazendo uma listagem dos principais fármacos produzidos (COELHO, 2001) e o artigo 14 apresenta um compêndio de moléculas presentes em óleos essenciais, destacando a ocorrência de estereoisomeria em alguns terpenos e sugerindo a utilização da temática no ensino de química e biologia (FELIPE; BICAS, 2017).

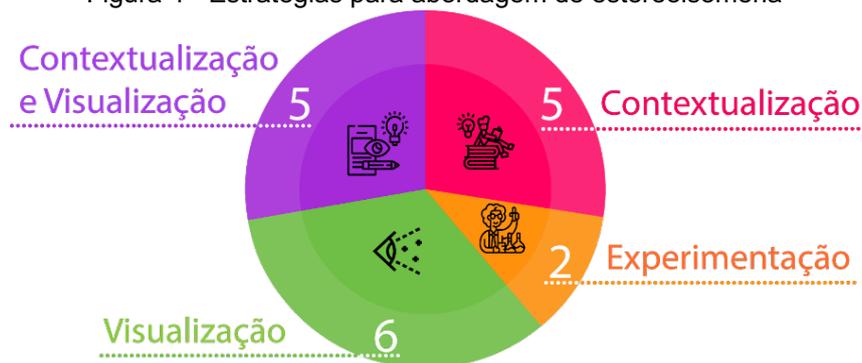
Análise de prática docente é observada nos artigos: 7 e 11 (2 artigos). Na prática docente, muitos professores utilizam de analogias e metáforas a fim de trazer para o cotidiano questões de difícil compreensão. Araújo, Malheiros e Teixeira (2015) analisam a utilização de metáforas e analogias por parte de um docente durante o ensino de estereoisomeria. Sobre tais analogias, os autores apontam que “analogias e metáforas podem funcionar positivamente, desde que empregadas de maneira sistematizadas, como ferramentas de transposição didática.” (ARAÚJO, 2015, p. 23), alertando sobre a necessidade de demarcar diferenças entre o modelo ou análogo com o que se quer representar/explicar.

O trabalho de Pauletti e Catelli (2018), “[...] tem por objetivo investigar as possibilidades de uso dos programas de simulação computacional no ensino de química e especificamente no campo de isomeria geométrica no contexto do ensino público”. (PAULETTI; CATELLI, 2018, p. 250) Discorrendo sobre o uso de softwares no ensino de estereoisomeria voltado para os três níveis de representação e sobre um estudo de caso com professores da rede básica cuja conclusão foi a escassa utilização de recursos tecnológicos como os softwares.

A contribuição de Pauletti e Catelli (2018), é também no sentido de realizar uma revisão de literatura sobre o uso de softwares. No artigo 5, Pauletti, Rosa e Catelli (2014), apresentam revisão de literatura sobre o uso de softwares e experimentos no ensino com base nos três níveis de representação.

b) Categoria orientação da estratégias de ensino: Fundamentalmente a análise dos artigos permitiu ainda determinar quais as estratégias foram utilizadas ou citadas para a abordagem do conteúdo estereoisomeria e assim sub categorizá-las como: a) contextualização, b) visualização c) contextualização e visualização d) experimentação (Figura 4).

Figura 4 - Estratégias para abordagem de estereoisomeria



designed by freepik.com

Fonte: A Autora (2020)

Tais estratégias vão ao encontro aos três níveis de representação necessários no ensino de ciências, em especial de química: macroscópico, microscópico e simbólico. (PAULETTI, 2014; REZENDE, 2016; RUBILAR, 2017; PAULETTI, 2018). Sobre os três níveis de representação, Pauletti explica: “O nível macroscópico corresponde aos fenômenos e processos químicos observáveis e perceptíveis numa dimensão visível. Já o nível simbólico envolve as fórmulas, equações e estruturas. Por fim, o nível microscópico diz respeito aos movimentos e arranjos de moléculas, átomos e partículas.” (2014, p. 124)

Como exemplo de abordagem experimental do nível macroscópico, Correia *et al* (2010), no artigo 3, descreve o emprego de um experimento simulando a rotação da luz polarizada, e Pauletti, Rosa e Catelli, 2014, artigo 5, trazem uma revisão sobre a experimentação no ensino de química. Ainda em relação ao nível macroscópico temos os exemplos das temáticas utilizadas na contextualização dos conteúdos, nos artigos 1, 3, 4, 6, 8, 10, 12, 14, 15 e 16.

Com relação ao nível microscópico, as alternativas de representação são exploradas com o uso de softwares e aplicativos (artigos 4, 5, 7, 9, 12 e 13) e/ou de kits de modelos moleculares (artigos 6, 8, 11, 13 e 15). Parte significativa dos artigos analisados trazem as estratégias de visualização espacial e de contextualização combinadas, como é o caso dos artigos: 4, 6, 8, 12 e 15.

c) Categorias recursos didáticos para visualização: Dentre os artigos analisados que tem como foco a visualização (Figura 5), percebe-se a valorização de

ferramentas que permitem uma visualização 3D para facilitar o ensino de estereoisomeria, em especial em seus aspectos microscópicos e representacionais.

Figura 5 - Recursos visuais ensino estereoisomeria



Fonte: A Autora (2020)

Entre as ferramentas destacam-se os *softwares ChemSketch*, artigos 9, 5, 13 e 7 (RAUPP *et al*, 2010; PAULETTI, ROSA, CATELLI, 2014; REZENDE, AMAURO, RODRIGUES FILHO, 2016; PAULETTI, CATELLI, 2018) e *Construtor*, artigo 7, (PAULETTI, CATELLI 2018) e os aplicativos *ArgusLab*, artigo 12, (DINIZ JÚNIOR, SILVA, 2016) e *SPECTO*, artigo 4, (RUBILAR *et al*, 2017) apresentados como potenciais facilitadores no desenvolvimento de habilidades visuoespaciais. O uso destes *softwares* e aplicativos, bem como de modelos moleculares, artigos 8, 6, 13, 15 e 11, (SIMÕES NETO, CAMPOS, MARCELINO JÚNIOR, 2013; FREITAS FILHO *et al*, 2015; REZENDE, AMAURO, RODRIGUES FILHO 2016; MININEL *et al*, 2017; ARAÚJO, MALHEIROS, TEIXEIRA, 2018) respondem à uma das maiores dificuldades dos estudantes no aprendizado de estereoisomeria: capacidade metavisual. (RUBILAR *et al*, 2017).

Dentre as metodologias utilizadas para o ensino de habilidades visuoespaciais, ressalta-se ainda o trabalho de Rezende, Amauro e Rodrigues Filho (2016) que utiliza também, a impressão frente e verso de moléculas a fim de realizar a transposição 3D - 2D e a impressão de pares de enantiômeros em transparências a fim de verificar a não sobreposição das imagens especulares. Benitez (2008) apresenta ainda a utilização de espelho como ferramenta didática no ensino de enantiomeria.

d) Categoria temas utilizados

Uma abordagem menos conteudista afirma que nem sempre a dificuldade dos estudantes está relacionada apenas à aspectos conceituais ou representacionais, mas também à falta de relação entre os conteúdos e o cotidiano do aluno, da falta de sentido, “(...) de contextualização, de um entendimento maior da importância de seu estudo.” (SOUSA; ROCHA; GARCIA, 2012, p. 222). Na Figura 6, são ranqueadas as temáticas utilizadas nos artigos analisados.



Fonte: A Autora (2020)

Entre os 10 artigos que citaram a abordagem de alguma temática, 5 deles apresentam a unidade de registro fármacos, e em todos estes 5 (artigos 1, 3, 4, 8 e 10), encontra-se o exemplo dos efeitos teratogênicos de um dos enantiômeros da talidomida (COELHO, 2001; CORREIA; DONNER JR; INFANTE-MALACHIAS, 2008; CORREIA *et al*, 2010; SIMÕES NETO; CAMPOS; MARCELINO JÚNIOR, 2013; FELIPE; BICAS, 2016; RUBILAR *et al*, 2017). Efeitos sobre a saúde também são abordados artigos 6 e 12, com o exemplo das gorduras *trans*, prejudiciais ao sistema cardiovascular (FREITAS FILHO *et al*, 2015; DINIZ JÚNIOR; SILVA, 2016).

A categoria feromônios foi inferida dos artigos 3, 16 e 15, que trataram da temática, do controle de insetos em macieiras e da interação inseto-plantas, respectivamente (CORREIA *et al*, 2010; SOUSA; ROCHA; GARCIA, 2012; MININEL *et al*, 2017). A categoria óleos essenciais foi elencada devido à pertinência da temática na estereoquímica, tendo sido o foco do artigo 14, a respeito da química dos terpenos (FELIPE; BICAS, 2017).

Conclui-se que as principais dificuldades no ensino de estereoisomeria são a aprendizagem significativa, a relação entre os conceitos da matéria de ensino e conceitos interdisciplinares, a visualização e rotação das moléculas, a interconversão entre moléculas em 2D para 3D, e as relações entre os níveis de representação

macroscópico, microscópico e simbólico. Entre as metodologias relatadas estão os três momentos pedagógicos, estudos de caso - resolução de problemas e a contextualização. Alguns recursos didáticos foram relatados como os mapas conceituais, os experimentos, aplicativos, recursos visuais e modelos moleculares.

2.4 QUÍMICA DOS AROMAS E EDUCAÇÃO DOS SENTIDOS

Os diferentes aromas percebidos entre os enantiômeros, bem como uma busca menos sistemática sobre a química dos sentidos utilizando a plataforma Google Acadêmico, apontam ainda para o ensino da temática sentidos a partir de atividades que envolvam o desenvolvimento da percepção de propriedades organolépticas da matéria. A educação dos sentidos foi abordada nos trabalhos de conclusão de curso de Borges (2015) intitulado “Os sentidos como estímulo no ensino de isomeria”, e de Cunha (2017) “As sensações e os sentidos no ensino-aprendizagem da química orgânica”. Analisamos também os artigos de Coelho, Moreira e Afonso (2018): “A ciência nos perfumes: atribuindo significados a Química Orgânica através da história da temática”; “Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais” (FELIPE; BICAS, 2016); “A Química dos Sentidos – Uma Proposta Metodológica” (VIDAL; MELO, 2013) e “Algo Aqui Não Cheira Bem... A Química do Mau Cheiro” (SILVA; BENITE; SOARES, 2010). Analisou-se ainda a contribuição feita por Oliveira (2014) em sua dissertação intitulada “Aromas: contextualizando o ensino de química através do olfato e paladar” e a defesa de Duarte (2000) de uma educação do sensível, em sua tese “O sentido dos sentidos: a educação (do) sensível.”

Silva, Benite e Soares (p. 4, 2010) propõem “o olfato como uma ferramenta para exercitarmos a capacidade e abstração dos alunos, assim como seu desenvolvimento cognitivo”, e explicam: “(...) os receptores sensoriais, ou os quimiorreceptores, estão localizados no epitélio olfativo – um pedaço de tecido do localizado na cavidade nasal – que contém numerosos receptores neurais: as células olfativas.” (SILVA; BENITE; SOARES, 2010, p. 5,). Os autores explicam que as moléculas aromáticas são dissolvidas pelo muco nasal e interagem com os receptores por meio da ativação da enzima *adenilil ciclase*, esta gera então um impulso que o cérebro interpreta como odor, pontuando que “o nariz humano possui mais de 100

milhões de receptores especializados” (SILVA; BENITE; SOARES, 2010, p. 7, 2010).

Propondo então a abordagem da temática dos maus odores no ensino de química “e a construção de modelos mentais a partir de uma percepção fisiológica pouco explorada” (SILVA; BENITE; SOARES, 2010, p. 7, 2010). Discorrem ainda sobre as características necessárias para uma molécula apresentar aroma como a volatilidade, a solubilidade no muco nasal, a baixa massa molar e a elevada pressão de vapor.

Vidal e Melo (2013) explicam que para a molécula chegar até a cavidade nasal ela precisa apresentar volatilidade (facilidade em passar do estado líquido para o vapor) para se “desprender” da amostra e ser transportada por difusão até as narinas, onde precisam encontrar quimiorreceptores específicos. A atividade proposta relacionada ao olfato utiliza amostras de “óleo de pinho, óleo de hortelã, essência de baunilha, óleo de eucalipto, alho e casca de limão macerados”, apresentando a principal molécula causadora de cada odor como a carvona, o eucaliptol, o citronelal e o limoneno. As autoras concluem que a contextualização e a abordagem dos sentidos podem contribuir como importantes fatores motivacionais no ensino de química.

Coelho, Moreira e Afonso (2018) explicam a aplicação e avaliação de uma sequência didática com a temática “Perfumes” abordando aspectos históricos da temática e da Ciência, o uso de trechos do filme “Perfume: A história de um assassino” abordando técnicas de extração (destilação e enfleurage), bem como o experimento de identificação de fragrâncias de “água potável, álcool hidratado, óleo de girassol, vinagre, essência de cravo e perfume de limão e patchouli” (COELHO; MOREIRA; AFONSO, 2018, p. 109) e posterior relação com fórmulas estruturais e suas funções orgânicas. A sequência didática culminou descrevendo os mecanismos até a chegada dos impulsos ao cérebro e foi avaliada positivamente por despertar a curiosidade e participação dos alunos, elementos necessários para a aprendizagem significativa. A metodologia, que contou com descrição de memórias relacionadas aos aromas, durante a identificação das fragrâncias pelos alunos, permite concluir também que a percepção de um aroma é individual e ocorre de acordo com as vivências dos estudantes.

Felipe e Bicas (2016) abordam a questão dos óleos essenciais, conhecidos há mais de 3.500 anos e presentes em inúmeras espécies de plantas utilizadas também

como medicinais. Explicando que grande parte destes óleos, como os presentes no gengibre, bergamota, cravo, hortelã, pimenta e limão são formados por terpenos (FELIPE; BICAS, 2016, p. 121). Destacam ainda “que isômeros ópticos podem conferir nota aromática completamente diferente uma da outra” (FELIPE; BICAS, 2016, p. 123) com os exemplos da carvona e do mentol. Aromas considerados complexos como café, vinho e cerveja são resultado da interação de centenas de compostos aromáticos (no sentido de molécula olfativa, não necessariamente de cadeia aromática).

As monografias de Borges (2015) e Cunha (2017) abordam a temática dos sentidos, desenvolvendo atividades de ensino de isomeria a partir dos cinco sentidos, utilizando como exemplos isômeros de noz moscada e cravo da Índia e suas análises sensoriais; e o estímulo dos sentidos no estudo de estrutura e funções orgânicas de moléculas neurotransmissoras como adrenalina, noradrenalina, dopamina, serotonina; respectivamente.

Em sua dissertação de mestrado, Oliveira (2014), investigou “Como o tema aromas, através de oficinas temáticas e da resolução de problemas, pode auxiliar na significação dos conteúdos de Química?” (OLIVEIRA, 2014, p. 20) Realizando uma “(...) revisão sobre aspectos químicos e biológicos relacionados ao sistema nervoso central, propriedades físico-químicas e funções orgânicas das substâncias envolvidas com a temática.” (OLIVEIRA, 2014, p. 20) e propondo um entrelaçamento entre situações cotidianas, saberes empíricos e atividades didáticas (OLIVEIRA, 2014, p. 22).

O autor pontua que entre os cinco sentidos, o olfato e o paladar se classificam como químicos, pois são resultado da interação entre as substâncias e receptores presentes no nariz e na língua. Em sua revisão, Oliveira (2014) explica que estes receptores enviam impulsos nervosos que possibilitam uma comunicação química entre os neurônios, traduzindo as sensações em informações sobre as substâncias (OLIVEIRA, 2014, p. 34).

Tais impulsos são transmitidos através do tronco encefálico, por meio de nervos cranianos. São 12 pares de nervos que enviam para o cérebro informações provenientes de receptores da gustação, visão, olfato, audição e tato. Estes impulsos estimulam então determinados neurônios, que distribuem a informação pelo sistema nervoso central por meio da liberação de neurotransmissores. Sobre a estrutura dos

neurotransmissores, salienta: “(...) são moléculas simples tais como aminoácidos, aminas e peptídeos.” (OLIVEIRA, 2014, p. 42)

De acordo com Chauí (2002, apud OLIVEIRA, 2014, p. 35) tais sensações e informações são percepções associadas a memórias, pensamentos, linguagem e aprendizagem, que por sua vez, se relacionam à personalidade, história pessoal, afetividade, desejo e paixões de cada indivíduo. Sendo assim, apesar de os processos de transmissão de impulsos nervosos e liberação de neurotransmissores seguirem modelos gerais, a percepção a respeito de cada aroma irá variar de pessoa para pessoa, de acordo com suas vivências.

Duarte (2000) explica em sua tese que a vida moderna, ao nos distanciar da natureza e causar a poluição do ar, vem nos privando de experienciar o olfato de maneira positiva com aromas e perfumes. E que, apesar de possuímos, enquanto humanos, a capacidade de imprimir em nosso olfato memórias e “cargas de significados e emoções” (DUARTE, 2000, p. 104), nosso olfato é cada vez mais obliterado, ao buscarmos “um cérebro que tão-só pensa e realiza cálculos sem se dar conta do mundo sensível ao derredor.” (DUARTE, 2000, p. 105). Sobre esta obliteração e privação de aromas, explica que na medida em que a vida moderna nos priva de aromas, também acentua nossa “deseducação olfativa, ao nos impingir” desde alimentos industrializados até sprays desodorizantes com diversos aromas sintéticos que imitam grosseiramente as fragrâncias naturais. (DUARTE, 2000, p.104)

Enquanto sociedades ditas primitivas mantêm seus saberes “sensíveis”, nossa sociedade valoriza saberes lógicos e racionais, como as palavras, números e símbolos; na medida em que também costuma desvalorizar o sentido e o sensível, que passam pela educação do corpo e se manifestam de diversas maneiras; como se o conhecimento não residisse também no organismo como um todo, corpo e mente (DUARTE, 2000, p. 133).

O autor pontua que todo conhecimento, mesmo o racional e abstrato, tem origem em processos sensíveis, defendendo ações educacionais que tenham o sensível como ponto de partida, e considerem ciência e tecnologia como instrumentos para a construção de uma sociedade mais justa. “As próprias leis e enunciados científicos podem despertar o sentimento do belo, desde que a sua construção ou apreensão se dê por parte de um sujeito sensível” (DUARTE, 2000, p. 163), um ensino que valorize a educação do sensível torna os mecanismos lógicos e racionais mais

abrangentes, formando alunos cidadãos que tendo contato sensível com a realidade na qual se insere acabam por descobrir, valorizar e preservar conhecimentos culturais. Sobre estes saberes o autor elucida:

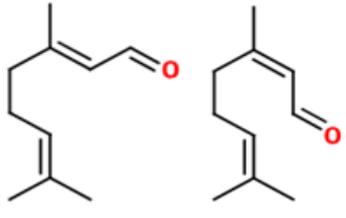
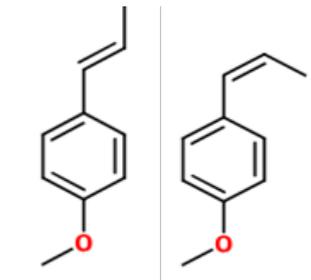
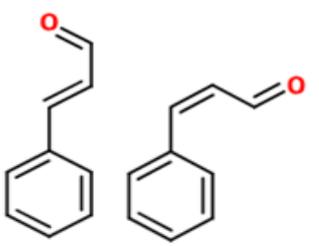
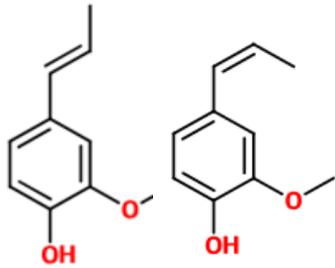
A sensibilidade para com o nosso ambiente imediato e a atenção voltada para antigos saberes, assim, parecem constituir também um sólido ponto de partida para pesquisas científicas especializadas, sendo que a valorização desse contato com o saber comum, histórico, tradicional, precisa ser considerada uma urgente missão da educação, não só com vistas à sua preservação, mas ainda para que tal saber possa ser aperfeiçoado e sofrer aprimoramentos. (DUARTE, p.184, 2000)

Assim, o autor defende uma integração entre os conhecimentos ditos científicos e as interações sensoriais, possibilitando um alargamento dos saberes, uma vez que estimula o aluno a compreender e investigar as situações de maneira integrada e dotada de valores.

2.5 ESTEREOISÔMEROS EM PRINCÍPIOS ATIVOS DE PLANTAS MEDICINAIS

Existem inúmeros exemplos da ocorrência de estereoisomeria em princípios ativos de plantas medicinais; alguns exemplos são brevemente citados nos Quadros 04 e 05, a seguir. Os primeiros quatro exemplos são diastereoisomeria, enquanto os demais apresentam enantiomeria. Cabe destacar que a quiralidade é uma característica peculiar que compartilham muitas moléculas biologicamente importantes. (BAGANTIN *et al.*, 2005). Por essa razão, a IUPAC recomenda uma nomenclatura específica para os casos em que dois enantiômeros possuem potência de ação diferente. O enantiômero de maior ação farmacológica e afinidade pelo receptor é denominado eutômero, enquanto o outro enantiômero, responsável pelo efeito indesejado, é denominado distômero (ORLANDO, 2007).

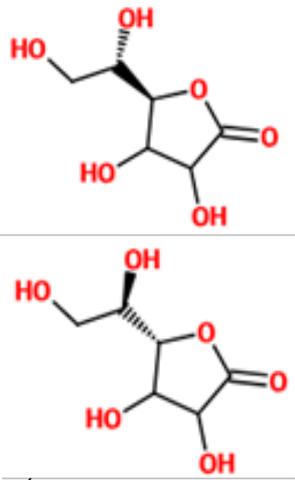
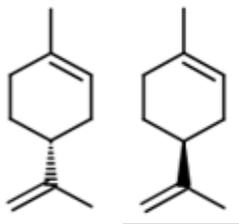
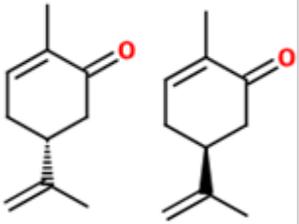
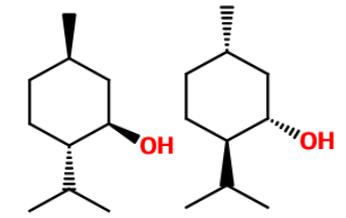
Quadro 4 - Diastereoisômeros em Plantas Medicinais.

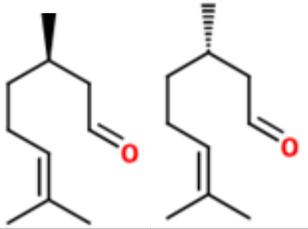
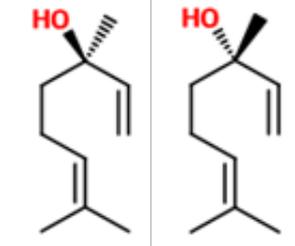
DIASTEREOISÔMEROS PRESENTES EM PLANTAS MEDICINAIS			
Fórmula Estrutural	Atividades Biológicas	Características dos Isômeros	Plantas Medicinais
 <p>Citral: Geranial e Neral - E, Z</p>	<p>Anti-inflamatório (LIAO, 2015) Ansiolítico (SILVA, 2011)</p>	<p>Isômero Neral apresenta maior efeito anti-inflamatório (LIAO, 2015)</p>	<p>capim santo (<i>Cymbopogon citratus</i>), cidreira (<i>Lippia alba</i>) (MORAIS, 2009)</p>
 <p>Anetol - E, Z</p>	<p>Antimicrobiana e Analgésica (PINTO, 2018)</p>	<p>Isômero <i>cis</i> apresenta alta toxicidade e propriedades organolépticas desagradáveis (PAZINI, 2013)</p>	<p>Erva doce (<i>Pimpinella anisum</i>) (CARAMORI, 2009), anis estrelado, funcho</p>
 <p>Cinamaldeído - E, Z</p>	<p>Antimicrobiana e Antiinflamatória (FIGUEIREDO, 2017)</p>	<p>O produto presente na natureza é o E-cinamaldeído.</p>	<p>canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>) (MONTEIRO, 2013)</p>
 <p>Eugenol - E, Z</p>	<p>Antioxidante (MORAIS, 2009) Analgésico e Antimicrobiano, estimulante cardíaco, digestivo, respiratório e antiespasmódico (TANGERINO, 2006)</p>	<p>Altas concentrações causam efeitos neurotóxicos, a mistura dos isômeros possui as propriedades citadas (TANGERINO, 2006)</p>	<p>boldo (<i>Pneumus boldus</i>), canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>), cravo (<i>Eugenia aromatica</i>), louro (<i>Laurus nobilis</i> L.) (MORAIS, 2009)</p>

Fonte: A Autora (2020)

A seguir, no Quadro 05 pode-se observar exemplos de substâncias quirais presentes em plantas medicinais.

Quadro 5 -Enantiômeros em Plantas Medicinais

ENANTIÔMEROS PRESENTES EM PLANTAS MEDICINAIS			
Fórmula Estrutural	Atividades Biológicas	Características dos Isômeros	Plantas Medicinais
 <p>Ácido Ascórbico (5R,1S) (5S, 1R)</p>	<p>Antioxidante (OLIVEIRA; GODOY; PRADO, 2012)</p>	<p>O ácido L-ascórbico é a forma ativa da vitamina C. É isômero mais encontrado naturalmente em frutas.(OLIVEIRA; GODOY; PRADO, 2012)</p>	<p>Frutas Cítricas (OLIVEIRA;GODOY ; PRADO, 2012)</p>
 <p>Limoneno – R, S</p>	<p>Ansiolítico (SILVA, 2011)</p>	<p>O isômero R apresenta odor de limão e o S apresenta atividade inseticida e odor de fruta cítrica, principalmente laranja</p>	<p>Capim santo (<i>Cymbopogon citratus</i>) cidreira (<i>Lippia alba</i>) (MORAIS, 2009)</p>
 <p>Carvona - R, S</p>	<p>Efeitos no sistema nervoso central, antibacteriana, anticonvulsante, citotoxicidade em células cancerígenas antifúngica e carminativa. (PINTO, 2014)</p>	<p>A R-carvona é extraída da hortelã, sendo o seu maior constituinte. Já a S-carvona é o maior constituinte de plantas como o cominho (PINTO, 2014)</p>	<p>Cidreira (<i>Lippia alba</i>) (MORAIS, 2009) Hortelã (<i>Mentha spicata</i>) e cominho (<i>Carum carvi L</i>) (PINTO, 2014)</p>
 <p>Mentol (1R, 2S, 5R), (1S, 2R, 5S)</p>	<p>O isômero L-mentol apresenta propriedades anestésicas e sabor de menta (CRAVEIRO, 1992)</p>	<p>O isômero L possui aroma de hortelã, enquanto o D apresenta aroma canforado. (FELIPE, 2016)</p>	<p>capim santo (<i>Cymbopogon citratus</i>), hortelã (<i>Mentha arvensis</i>) (MORAIS, 2009)</p>

Fórmula Estrutural	Atividades Biológicas	Características dos Isômeros	Plantas Medicinais
 <p>Citronelal - R, S</p>	<p>Antifúngico e Antioxidante (OLIVEIRA, 2016)</p>	<p>Estereoisomeria não interfere nas atividades antifúngica e antioxidante, bem como na citotoxicidade dos compostos. (OLIVEIRA, 2016)</p>	<p><i>Eucalyptus</i>, erva-cidreira (<i>Melissa officinalis</i>), menta (<i>mentha L.</i>), canela (<i>cinnamomum</i>), capim santo (<i>cymbopogon</i>) (OLIVEIRA, 2016)</p>
 <p>Linalol - R, S</p>	<p>Anti-inflamatório, analgésico, hipotensor, vasorrelaxante, antinociceptivo e antimicrobiano, hipnótico, hipotérmico e sedativo (MONTEIRO, 2013)</p>	<p>O isômero R-lincareol apresenta aroma de lavanda e flores frescas, o S-coriandrol folhas envelhecidas e características cítricas (MONTEIRO, 2013)</p>	<p>Tangerina, bergamota, jasmim, lavanda, manjerição e coentro (CAMARGO, 2014), capim santo (MORAIS, 2009), canela (MONTEIRO, 2013)</p>

Fonte: A Autora (2020)

3 REFERENCIAL TEÓRICO

A construção do referencial teórico deste trabalho conta primeiramente com uma explicação sobre a Química dos Estereoisômeros, seus sistemas de nomenclatura, histórico e atividades biológicas. Um segundo tópico aborda conceitualmente a Aprendizagem Significativa sob a perspectiva de Ausubel com base no trabalho de Moreira (2010). No tópico 3.3 explica-se a proposta de Moreira (2011) para as Unidades de Ensino Potencialmente Significativas, suas etapas e princípios. Por fim é realizada uma explanação da concepção adotada ao utilizar a Abordagem Temática.

3.1 ESTEREOISOMERIA

Estereoisômeros, conforme McMurry (2011) e Vollhardt (2013), são moléculas de idêntica fórmula molecular e conectividade (ordem dos átomos ligados), mas que possuem diferentes configurações (estruturas espaciais). Podem ser classificados como diastereoisômeros, caso das estruturas que não guardam relação enantiomérica, e como enantiômeros, estruturas que não possuem eixo de simetria e existem aos pares (*R/S*) por possuírem relação especular entre si. Entre os diastereoisômeros, selecionamos neste trabalho os isômeros geométricos *E/Z* ou *cis/trans* de carbonos de ligações duplas.

Dentro da indústria farmacêutica existe a preocupação com a quiralidade dos fármacos, devido à enantiosseletividade biológica. De acordo com McMurry (2011, p. 284), “a maioria das moléculas biológicas é quiral”, o que acarreta o fato de que diversas drogas possuam quiralidade. Destaca-se que “drogas provenientes de fontes naturais são normalmente quirais” (MCMURRY, 2011, p. 300). Vollhardt (2013, p. 173) explica: “A quiralidade está associada a uma função biológica específica, ditada pela presença de sítios receptores quirais no corpo”.

A fim de compreender a diastereoisomeria entre alcenos devemos considerar sua geometria. McMurry (2011) explica que em termos de ligação de valência a ligação dupla pode ser entendida a partir de sua hibridização sp^2 onde existem três orbitais híbridos equivalentes no mesmo plano formando um ângulo de 120° entre si. Embora a rotação em torno da ligação simples seja possível, com um gasto

energético de 12 kJ/mol, a ligação dupla apresenta um impedimento energético maior, relativo ao rompimento da dupla ligação, demandando uma energia de 350 kJ/mol.

Solomons (2001) explica que diastereômeros do tipo *cis/trans* ocorrem em alcenos onde os carbonos vizinhos da dupla possuem dois ligantes diferentes. Os ligantes podem estar no mesmo lado da dupla ligação ou em lados opostos, gerando dois compostos diferentes que “não podem ser facilmente interconvertidos devido à grande barreira de rotação da ligação dupla carbono-carbono” (SOLOMONS, 2001, p. 157). Um exemplo destes isômeros é dado na Figura 7. Para confirmar se dois compostos são isômeros, o autor indica que se sobreponham as duas estruturas, se não forem sobreponíveis se trata de estruturas diferentes.

Figura 7 - Isômeros *cis*-1,2-dicloroeteno e *trans*-1,2-dicloroeteno.



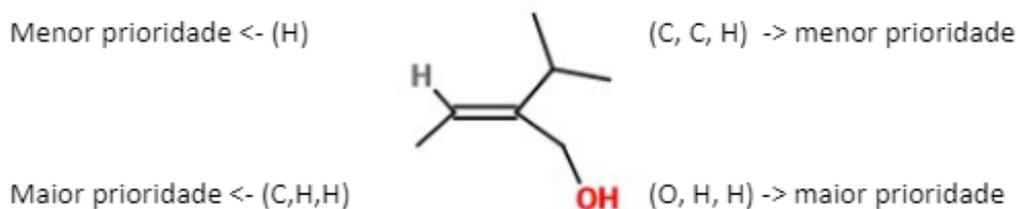
Fonte: Autora (2020)

A nomenclatura *cis/trans* é viável em alcenos dissustituídos (dois átomos de carbono com ligantes diferentes de hidrogênio), para alcenos trissustituídos ou tetra substituídos, segundo McMurry (2011) é necessário um sistema de nomenclatura mais abrangente. O sistema de nomenclatura *E/Z* atribui prioridades aos substituintes de cada carbono da dupla; caso os grupo de maior prioridade esteja do mesmo lado da dupla ligação o isômero é denominado *Z*, do alemão *zusammen* (juntos), se os grupos de maior prioridade estiverem em lados opostos tal isômero é denominado *E*, do alemão *entgegen* (opostos).

O autor explica que para determinar a prioridade dos substituintes é utilizado o sistema *Cahn-Ingold-Prelog* (em consideração aos químicos que o propuseram), tal sistema atribui prioridades de acordo com o número atômico do substituinte, sendo o de maior número atômico o de maior prioridade. Cada carbono da dupla deve ser analisado separadamente para determinar a prioridade dos substituintes. Se o átomo ligado imediatamente ao carbono da dupla não resolver a geometria, deve-se considerar o átomo subsequente até a primeira diferença. Em caso de ligações múltiplas, o número de ligações equivale (para fins de nomenclatura) ao número de

átomos a ser considerado, por exemplo uma carbonila, C=O, equivale a dizer que este carbono está ligado à dois oxigênios. A Figura 08 mostra um exemplo deste sistema de nomenclatura.

Figura 8 - Exemplo de nomenclatura - Configuração Z



Fonte: Autora (2020)

Moléculas quirais existem aos pares chamados enantiômeros, são chamadas quirais devido à palavra grega *Cheir* que significa mão. Tais moléculas possuem relação enantiomérica, quer dizer que uma é a imagem especular da outra e que não são sobreponíveis, assim como nossas mãos (Figura 9). Moléculas quirais, conforme Solomons (2001), possuem lado direito e esquerdo (são assimétricas). Meias são exemplos de objetos aquirais, pois são simétricas, podendo ser usadas em um pé ou no outro; enquanto luvas são quirais se encaixando em apenas uma das mão

Figura 9 - Quiralidade das mãos

Espelho - imagens especulares



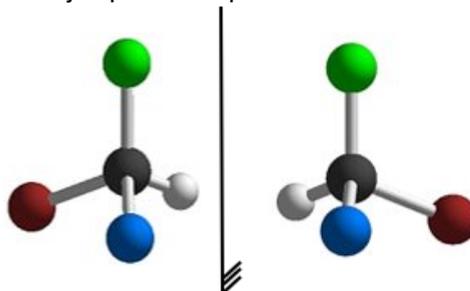
Sobreposição das imagens

Fonte: Coelho (2001)

Para compreender e visualizar a quiralidade em moléculas orgânicas é necessário considerarmos a geometria tetraédrica dos carbonos sp^3 (quatro ligações simples). Allinger (1976) explica que devido à geometria tetraédrica se um átomo de carbono tiver quatro ligantes diferentes não haverá na molécula nenhum plano de simetria fazendo com que haja “dois arranjos geométricos diferentes para os quatro

grupos ligados ao carbono” (ALLINGER, 1976, p.90) formando assim duas estruturas que são imagens especulares não sobreponíveis chamadas enantiômeros conforme exemplo na Figura 10.

Figura 10 - Dois arranjos possíveis para o carbono assimétrico.



Fonte: A Autora (2020)

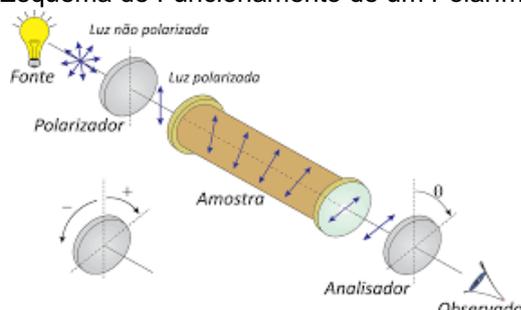
A existência do carbono quiral é condição para a enantiomeria, podemos prever a quantidade de enantiômeros existentes para uma determinada estrutura considerando a relação 2^n , onde n corresponde ao número de carbonos quirais. No entanto nem toda a molécula que contém carbono quiral é enantiomérica, quando uma molécula possui mais de um carbono quiral ela pode possuir um eixo de simetria levando à existência de compostos chamados meso, que apresentam diferentes propriedades em relação aos enantiômeros, como solubilidade, pontos de fusão e ebulição e densidade, além de não desviarem o plano da luz polarizada. (MCMURRY, 2011).

Moléculas enantioméricas possuem as mesmas propriedades físicas exceto a rotação da luz polarizada, que ocorre em direções opostas e pelo mesmo ângulo. Ao serem misturadas quantidades iguais dos dois enantiômeros, resulta em uma mistura dita racêmica, que não desvia a luz polarizada, uma vez que uma atividade óptica cancela a outra. No caso de moléculas não especulares uma molécula sozinha pode provocar um pequeno desvio no ângulo da luz polarizada, mas esta luz pode encontrar outra molécula orientada no sentido oposto, cancelando o desvio da luz (ALLINGER, 1976).

O estudo da estereoquímica teve seu início com o trabalho de Jean Baptiste Biott no século XIX, ao perceber que moléculas como o açúcar e a cânfora possuíam atividade óptica, ou seja, a propriedade de desviar o plano da luz polarizada. A verificação da atividade óptica é realizada utilizando um polarizador, que bloqueia os

feixes luminosos que se propagam em todos os sentidos, permitindo a passagem em apenas um dos sentidos, um polarímetro, com o qual se verifica o ângulo de rotação da luz polarizada ao passar pela amostra de determinada substância, um esquema do funcionamento de um polarímetro pode ser visualizado na Figura . 11

Figura 11 -Esquema de Funcionamento de um Polarímetro



Fonte: CBPFIndex (2018)

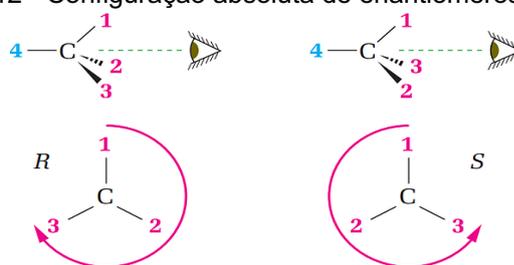
Esta rotação depende da concentração da solução utilizada na amostra e também do comprimento de onda da luz utilizada. Em 1848, Louis Pasteur, ao sintetizar cristais de ácido tartárico, consegue isolar dois tipos de cristais diferentes que possuem relação especular entre si. Ao separar os dois tipos de cristais percebe que se encontram na amostra inicial em uma proporção de 50:50, e constata que, apesar da amostra inicial ser opticamente inativa, as porções em separado desviam o ângulo da luz polarizada com iguais rotações específicas e sinais opostos; concluindo assim que tais estruturas são assimétricas e uma corresponde ao inverso do arranjo da outra. (MCMURRY, 2011).

McMurry (2011) explica ainda que o ângulo da rotação define os enantiômeros como (+) dextrógiros e (-) levógiros, quando a molécula provoca uma rotação à direita ou à esquerda, respectivamente.

Para nomear tais estruturas, adotou-se um sistema de configuração absoluta, no qual os quatro substituintes do carbono quiral são numerados de acordo com sua prioridade dada sequencialmente de acordo com a ordem decrescente do número atômico sendo o de menor prioridade o número 4 e o de maior prioridade o número 1. A molécula então é "girada" de maneira a deixar o substituinte de menor prioridade para trás. Os demais substituintes então podem se encontrar ordenados como um volante girando para a esquerda, em moléculas denominadas *S*, ou orientados como um volante girando para a direita, em moléculas denominadas *R* conforme Figura 12.

O ângulo de rotação (+/-) só pode ser determinado experimentalmente e não guarda relação direta com o sistema de configuração absoluta (R/S) adotado na nomenclatura, ou seja “não existe correlação direta entre o sinal da rotação e a estrutura de um determinado enantiômero” (VOLHARDT, 2013 , p. 177).

Figura 12 - Configuração absoluta de enantiômeros



Fonte: Página Professor Canto¹

Allinger (1976) destaca que os sistemas biológicos são seletivos quanto aos isômeros ópticos, daí a importância de compreender a estereoisomeria para compreender os sistemas vivos. De acordo com McMurry (2011) a estereoisomeria pode causar diferentes propriedades biológicas, como o aroma percebido nas substâncias, a exemplo do (+)-limoneno com aroma de frutas cítricas e do (-)-limoneno que possui aroma de pinheiros. Outro exemplo é a mistura racêmica da fluoxetina que possui propriedades antidepressivas, enquanto o isômero S apresenta propriedades contra enxaqueca. Entre os compostos naturais cita-se ainda a penicilina que possui 3 centros quirais (2S,5R,6R), cujo enantiômero pode ser produzido em laboratório e não possui atividades biológicas.

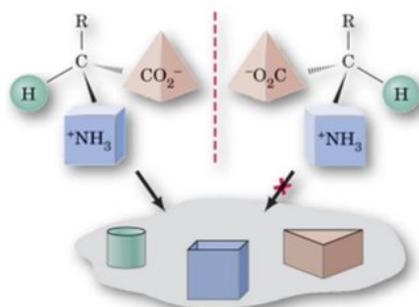
As substâncias quirais ainda podem ser interconvertidas no organismo, como é o caso do ibuprofeno cujo enantiômero S tem efeitos analgésicos e antiinflamatórios, e o enantiômero R não possui atividades, sendo interconvertido em S- ibuprofeno lentamente pelo organismo.

Volhardt (2013) exemplifica que os enantiômeros podem ter efeitos diferentes, como é o caso da S-asparagina de sabor amargo e da R- asparagina de sabor doce; podem ter um isômero ativo e um inativo como o caso do herbicida S- dicloropropeno e do R-dicloropropeno, respectivamente; e podem ter efeitos antagonistas como o S-albuterol em relação ao broncodilatador R- albuterol.

¹Disponível em < http://professorcanto.com.br/boletins_qui/045.pdf >. Acesso em 9 abr. 2020.

Para ter efeitos biológicos, a molécula precisa se “encaixar em um receptor que possui o formato complementar exato” (MCMURRY, 2011, p. 298), sendo que tais receptores são quirais, interagindo com apenas um dos enantiômeros, analogamente à uma luva direita ou esquerda. Volhardt (2013) descreve este encaixe como o de uma chave em uma fechadura. Tal encaixe pode ser visualizado na Figura 13.

Figura 13 - Representação do encaixe da molécula quiral em um receptor biológico



Fonte: Página Química orgânica UFSM²

Motta (2005) explica que há mais de um modelo explicativo sobre a interação bioquímica entre as enzimas, que são catalisadores biológicos, e os substratos, que se ligam ao sítio ativo da enzima. O autor faz uso de diferentes modelos que explicam esta complexa interação tridimensional. O modelo chave-fechadura foi proposto por Fischer em 1890, explica que substâncias que não se encaixam em fendas fixas existentes nas enzimas formando o complexo enzima-substrato, não reagem, mesmo que existam os mesmos grupos funcionais. O autor explica ainda os modelos de encaixe induzido e alguns mais complexos como o estado de transição.

O modelo encaixe induzido, proposto por Koshland em 1958, é mais flexível, explicando que a conformação do sítio ativo da enzima pode ser moldada a partir da interação inicial com o substrato, produzindo um melhor encaixe, cada enzima tem seu mecanismo de ação. Michaelis e Menten, 1913, pesquisaram sobre a cinética química, explicando que as reações enzimáticas podem ocorrer com múltiplos substratos e diferentes mecanismos. O modelo abordado por Michaelis e Menten explica que é formado um estado de transição na interação enzima-substrato, e que durante este estado de transição o substrato se converte em produto que após algum tempo se dissocia da enzima (MOTTA, 2005).

² Disponível em <http://coral.ufsm.br/quimica_organica>. Acesso em 09 abr.2020

Percebe-se com esses exemplos a complexidade do conteúdo e a importância da visualização e dos recursos visuais utilizados para compreensão dos conceitos da área.

3.2 APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O USO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

Considerada como um dos mais importantes aportes cognitivistas, a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003), busca analisar como o indivíduo adquire conhecimento e como sua estrutura cognitiva é construída. Sob a ótica ausubeliana, a aprendizagem é um processo por meio do qual uma nova informação interage de forma substantiva (não-literal) e não-arbitrária com subsunçores específicos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Em outras palavras, a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes já presentes naquela estrutura cognitiva. Assim, pode-se afirmar que há uma forte relação estabelecida entre o aprendizado e o contexto no qual o indivíduo está inserido (RAUPP, 2015).

Uma interação literal com uma nova informação resulta em aprendizagem mecânica, visto que, de uma forma geral, ficamos limitados a reproduzir esse conteúdo de maneira idêntica àquela que lhe foi apresentada. A aprendizagem mecânica se baseia em memorizar novas ideias e não em estabelecer conexões e, por isso, trata-se de um aprendizado com menores chances de permanecer na estrutura cognitiva do aluno a longo prazo. No entanto, quando o aprendiz consegue estabelecer conexões entre esse conteúdo novo e o seu conhecimento prévio ocorre a construção de significados pessoais para essa informação. Essa construção de significados não é realizada de forma “literal”; desse modo, se caracteriza como uma aprendizagem significativa (TAVARES, 2004).

Para que ocorra de maneira significativa ela deve ser não-arbitrária, ou seja, deve existir uma relação lógica e explícita com o que já se sabe, e substantiva no sentido de que o aprendiz deve compreender o sentido dos novos conceitos, conseguindo expressá-los de diferentes maneiras e com diversas palavras. Enquanto a Aprendizagem Mecânica se baseia em decorar novas ideias, e não a estabelecer conexões, sendo assim não garantindo a estabilidade ou flexibilidade do constructo,

ou seja, “A Aprendizagem será mecânica quando o aprendiz não encontrar relações lógicas entre o conhecimento e suas estruturas cognitivas”. (MOREIRA, 2010, p. 3).

A Aprendizagem Significativa é considerada uma ampliação na estrutura cognitiva. A estrutura cognitiva opera como âncora (subsunçores) para novos conceitos e ideias, estabelecendo relações entre as ideias e organizando-as hierarquicamente. O impacto do conhecimento prévio, no processo de aprendizagem, é destacado por Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.137) que, ao afirmarem que se tivessem que reduzir toda psicologia educacional a um princípio único, seria: “O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.”

Moreira (2010) explica que tais subsunçores, que atuarão como âncoras para as novas aprendizagens significativas, pode tratar-se de concepções, constructos, proposições, representações, modelos etc. Qualquer conhecimento especificamente relevante existente na estrutura cognitiva que permita a relação com os novos saberes. Caso o aprendiz não possua os subsunçores adequados, pode-se recorrer aos chamados organizadores prévios. Um organizador prévio é um recurso que deve anteceder a abordagem do conteúdo e possuir um nível mais alto de abstração, generalidade e inclusividade em relação a este. Além de suprir a deficiência de subsunçores, os organizadores prévios podem ser utilizados para auxiliar os alunos a estabelecerem a relação entre os novos conhecimentos apresentados e os seus conhecimentos pré-existentes (MOREIRA, 2008).

Os Organizadores Prévios são estratégias didáticas que buscam ser pontes cognitivas entre o conhecimento prévio e o conteúdo que se deseja desenvolver, em casos onde os alunos não tenham os subsunçores adequados para a relação com o conteúdo a ser desenvolvido. Este deve ser um material introdutório com alto índice de generalidade e formulado de acordo com os conhecimentos prévios dos alunos. (MOREIRA, 2008).

Assim, a aprendizagem significativa é considerada, de acordo com Moreira (2010), uma ampliação na estrutura cognitiva que opera como âncora para novos conceitos e ideias, estabelecendo relações entre as ideias e organizando-as hierarquicamente. O professor tem, portanto, como objetivo facilitar a construção dessas relações lógicas, selecionando as ideias básicas e partindo de conhecimentos

mais amplos em direção aos mais restritos e específicos (diferenciação progressiva), para depois retornar aos conhecimentos mais amplos (reconciliação integrativa):

Na Diferenciação Progressiva o material deve ser apresentado a partir de conceitos mais gerais para depois serem diferenciados progressivamente em conceitos mais específicos. Já no princípio da Reconciliação Integrativa, as relações entre ideias devem ser exploradas apontando semelhanças e diferenças importantes e indicando desconexões reais ou aparentes separando ideias. (KONFLANZ *et al*, 2020, p.448).

A reconciliação integrativa consiste na construção e reconstrução das relações conceituais, visto que novos conceitos foram incorporados à estrutura cognitiva e precisam ser reorganizados. A Aprendizagem Significativa, de acordo com Moreira (2012), pode ocorrer por Subordinação Derivativa, quando a partir de uma ideia geral já conhecida o aprendiz passa a conhecer novos exemplos; e por Subordinação Correlativa nos casos onde as novas relações entre o que se sabia e o novo conhecimento permitem um alargamento no significado da ideia geral; podendo também ocorrer relações de Superordenação, nas quais o aprendizado permite a criação de uma ideia mais geral e também hierarquicamente superior às ideias já existentes na estrutura cognitiva.

Assim, a subordinação ocorre quando de uma ideia geral se chega a exemplos específicos, e a superordenação ocorre quando de vários exemplos específicos se chega a uma ideia geral. Estas aprendizagens vão progressivamente se interconectando de forma Combinatória, onde não são estruturados novos exemplos ou generalizações, mas sim recombinações do novo com o que já se sabe, em um processo de Reconciliação Integrativa.

Entre os fatores necessários para a ocorrência da aprendizagem, Moreira (2010) destaca os Cognitivos, os Afetivo-Sociais e os Externos. Entre os fatores Cognitivos estão a Existência de ideias âncora, a Discriminabilidade entre a ideia âncora e a nova ideia e a Estabilidade da ideia âncora. Aspectos individuais da vivência e condição socioeconômica: o estímulo, material adequado, tempo de estudo, costume à aprendizagem mecânica e a disposição são citados como Afetivo-Sociais. Ainda existem fatores Externos necessários à Aprendizagem Significativa como o ambiente escolar, o material instrucional, a maneira de expor o conteúdo, a não - arbitrariedade, e o estabelecimento de relações lógicas entre os conteúdos.

Entre os Conhecimentos Prévios se exemplificam os conceitos, as preposições, as ideias, esquemas, modelos e construtos, estes conhecimentos atuam como subsunçores nos quais se ancora a construção de novos conhecimentos. A Diferenciação Progressiva ocorre à medida em que o aprendiz consegue especificar, caracterizar, aprofundar e diferenciar os conhecimentos a partir dos subsunçores ou âncoras, e a Reconciliação Integrativa se dá ao realizar a convergência entre os novos conhecimentos e os subsunçores; organizando-se, desta maneira, a estrutura cognitiva.

Os subsunçores existentes na estrutura cognitiva, ao não serem frequentemente utilizados, sofrem um processo de obliteração, que se trata de uma perda de diferenciação. Se a aprendizagem de tais subsunçores tenha sido significativa, a discriminabilidade e a diferenciação dos significados pode ser facilmente reaprendida, uma vez que o esquecimento é residual, pois uma vez que há a alteração do subsunçor (a partir da ancoragem de novos saberes), os conhecimentos podem ser esquecidos, mas ficarão obliterados no novo subsunçor. (MOREIRA, 2012).

Além da existência de subsunçores adequados, para que a aprendizagem significativa ocorra é necessário que o estudante tenha a predisposição para aprender, o acesso a materiais potencialmente significativos e a mediação do professor. Entre as metodologias utilizadas para promover a aprendizagem significativa encontra-se a aprendizagem por descoberta, Moreira (2012) frisa que não necessariamente a aprendizagem por descoberta seja significativa, assim como a aprendizagem receptiva não necessariamente será mecânica. Sobre a predisposição para aprender, Moreira discorre:

“(...) normalmente quanto mais o indivíduo domina significativamente um campo de conhecimentos, mais se predispõe a novas aprendizagens nesse campo ou em campos afins. No caso da aprendizagem mecânica, ocorre o inverso: quanto mais o aprendiz tem que memorizar conteúdos mecanicamente, mais ele ou ela se predispõe contra esses conteúdos, ou disciplinas.” (MOREIRA, 2012, p. 18)

Moreira (2005), explica que esta predisposição em aprender implica ainda em uma intencionalidade do aprendente, e, portanto, depende da relevância que é atribuída ao novo conhecimento; defendendo assim uma aprendizagem significativa crítica, que leve o aluno a refletir sobre a cultura na qual está inserido. O intercâmbio

de saberes deve então levar à uma constante reflexão, com a construção de novas perguntas levando o aluno a “aprender a aprender” desenvolvendo sua curiosidade epistemológica. Esta aprendizagem crítica é facilitada com o uso de materiais diversificados, que levem o aluno a perceber a matéria de ensino como uma linguagem, uma criação humana, uma forma de conhecer o mundo que está em constante transformação, não é estática e sim inacabada. É necessário portanto, que o aluno seja um sujeito ativo neste processo, fazendo o uso de estratégias de ensino com as quais o estudante possa discutir, negociar significados, fazer e receber críticas, aprendendo a interpretar.

A linguagem é um importante recurso na promoção de aprendizagens significativas, pois estas dependem de uma captação de significados e do intercâmbio entre os significados aceitos no contexto da matéria e os significados atribuídos pelos alunos. O docente deve estar atento a esta negociação, apresentando o conteúdo de maneiras diferentes e dialogando com os discentes. Desta maneira, Moreira (2012) ressalta que as variáveis importantes neste processo de aprendizagem significativa são: partir do conhecimento prévio do aluno, levar em conta a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa, a organização sequencial do conteúdo, a consolidação, o uso de organizadores prévios e a linguagem no intercâmbio de significados.

Objetivando facilitar essa relação lógica, Moreira (2011) sugere a criação de materiais que são potencialmente significativos, com uma estrutura organizada, e que façam sentido ao público ao qual se pretende desenvolver determinado conceito para que assim contribuam para uma aprendizagem com qualidade, que se diferencie da aprendizagem mecânica. Este material pode ser estruturado em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS). Este tipo de proposta didática tem como argumento principal a contribuição para uma modificação no ensino que, ao longo das últimas décadas, tem sido pautado na memorização de conteúdos.

3.3 UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS)

Moreira (2011) propõe a criação de materiais potencialmente significativos, com uma boa estrutura e desencadeamento lógico (coerência de argumentos) e, ainda, que façam sentido ao grupo ao qual se pretende apresentar determinado conteúdo e que contribuam para um aprendizado de maior qualidade, que se distancie

do aprendizado mecânico, com o objetivo de facilitar a construção de relações lógicas entre os conceitos abordados.

Esse material é organizado em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que, de acordo Moreira (2011), são sequências de ensino fundamentadas em teorias pertinentes, que objetivam a aprendizagem significativa, em oposição à aprendizagem mecânica. Tem como foco promover uma modificação no ensino que, ao longo das décadas, foi pautado na memorização de conteúdo, causando apenas uma aprendizagem memorística a partir de Unidades de Ensino Potencialmente Facilitadoras para a aprendizagem de determinados tópicos. (MOREIRA, 2011).

Entre as pertinentes teorias, esta estratégia que tem como base a Aprendizagem Significativa de Ausubel, tendo como princípios básicos o conhecimento prévio do aluno e o fato de que o aluno tem que decidir aprender significativamente os conteúdos trabalhados. São utilizados então os Organizadores Prévios que relacionam o que o aluno já conhece com os novos conhecimentos e as Situações Problema que buscam despertar a curiosidade e o intento dos alunos em aprender significativamente. Com base no trabalho de Vergnaud, Moreira (2011) defende que as situações problemas sejam apresentadas com níveis crescentes de dificuldade.

Ainda fundamentado em Ausubel, Moreira (2011) explica que a UEPS deve ser organizada tendo em vista a diferenciação progressiva, a reconciliação integradora e a consolidação do conhecimento. Sendo assim o professor/a tem a tarefa de mediar sua relação com o aluno/a, o material de ensino e os significados aceitos em tal matéria de ensino, buscando subsídio em materiais e estratégias diversos e centrado no aluno.

Entre os instrumentos didáticos que podem facilitar, destaca-se o uso de Mapas Conceituais, que organiza hierarquicamente os conceitos e as preposições entre os mesmos e as Atividades Colaborativas que possibilitam o intercâmbio de saberes e a negociação de significados. Sendo a mudança de postura do professor para mediador mais significativa do que propriamente as novas e modernas metodologias.

Esta mudança de postura, passa sobretudo por novas maneiras de avaliar, sendo que os modelos de avaliação são ainda majoritariamente *behavioristas*. A

avaliação deve ser considerada durante todo o processo, a partir de uma concepção construtivista, buscando avaliar a compreensão, a captação de significados e a capacidade de transferência dos conhecimentos em novas situações; devendo o educador propor progressivamente novas situações durante o processo educacional buscando evidências da aprendizagem significativa. (MOREIRA, 2012).

Inicialmente, define-se o objetivo da sequência de ensino e, após, organizam-se as etapas sequenciais da UEPS que são resumidamente: situação inicial, situação-problema inicial (nível bem introdutório), aprofundando dos conhecimentos, nova situação-problema (nível mais alto de complexidade), aula integradora final, avaliação da aprendizagem e avaliação da UEPS (DOS ANJOS FREITAS; DE ANDRADE NETO, 2018).

A avaliação da aprendizagem inclui a avaliação formativa (situações, tarefas em grupo, registros do professor) que visa avaliar o progresso ao longo do processo de aprendizagem, e a avaliação somativa individual, na qual deverão ser propostas questões/situações, em geral provas, que demandem a compreensão, e evidenciem captação de significados. (MOREIRA, 2011). A proposta da construção de uma UEPS segue, de forma geral, essas etapas, mas pode ser adaptada conforme o critério do docente. Tais etapas estão explicadas abaixo, sob a luz dos trabalhos de Hilger e Griebeler (2013) e Schittler e Moreira (2014):

1) SITUAÇÃO INICIAL: Nesta etapa deve-se propor situações buscando que o aluno revele seus conhecimentos prévios em relação ao conteúdo, podendo estes serem ou não aceitos no contexto de ensino. Esta situação pode se basear em discussões, questionários, mapas conceituais ou podem ser a própria situação problema proposta.

2) SITUAÇÃO-PROBLEMA INICIAL: Tendo em mãos os conhecimentos prévios dos alunos, deve-se propor uma situação-problema de nível introdutório, mas já envolvendo os assuntos a serem estudados, buscando dar um sentido à temática. Podem ser propostas situações por meio de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas cotidianos, matérias midiáticas, exercícios clássicos da matéria, buscando ter um nível acessível e problematizador. O objetivo é preparar os estudantes para o conhecimento (declarativo ou procedimental) que será apresentado na etapa seguinte.

3) APROFUNDAMENTO DO CONHECIMENTO: O conhecimento deve ser apresentado a partir da diferenciação progressiva, partindo-se de aspectos mais gerais, com uma visão integrada dos elementos relevantes à matéria de ensino para a exemplificação de pormenores específicos. Como estratégias de ensino deve-se valorizar atividades colaborativas após exposição do conteúdo, como atividades em grupos e apresentações. Conceitos estruturantes devem ser apresentados em níveis crescentes de complexidade, sempre destacando semelhanças e diferenças entre os exemplos, em uma reconciliação integradora. A diferenciação progressiva deve guiar a estratégia adotada nessa etapa.

4) NOVA SITUAÇÃO-PROBLEMA: Acompanhando a lógica da UEPS, a nova situação problema deve propor questionamentos com um nível de profundidade maior, evidenciando as correspondências e contradições entre os conceitos. As atividades propostas devem valorizar ações colaborativas entre os alunos, levando a maior interação e possibilitando a negociação de significados. Como exemplos os autores trazem a resolução de problemas, a construção de Mapas Conceituais, experimentos de laboratório, projetos, em grupos e com a mediação do professor.

5) AVALIAÇÃO SOMATIVA INDIVIDUAL: A avaliação individual deve ter um caráter processual, comparando as respostas às situações problemas, buscando evidenciar a captação de significados e a capacidade de transferência dos saberes. Além das respostas obtidas por meio das situações problemas, o aluno também é avaliado a partir das anotações do professor relativos à cada etapa de ensino.

6) AULA EXPOSITIVA INTEGRADORA FINAL: Aborda-se aqui as características mais relevantes do conteúdo em questão, dando continuidade ao método de diferenciação progressiva a partir de uma ótica integradora, buscando a reconciliação integrativa entre os conceitos. Pode ser realizada a partir de uma exposição oral, leitura de texto, recursos computacionais ou audiovisuais, sendo substancial o modo de trabalhar o conteúdo.

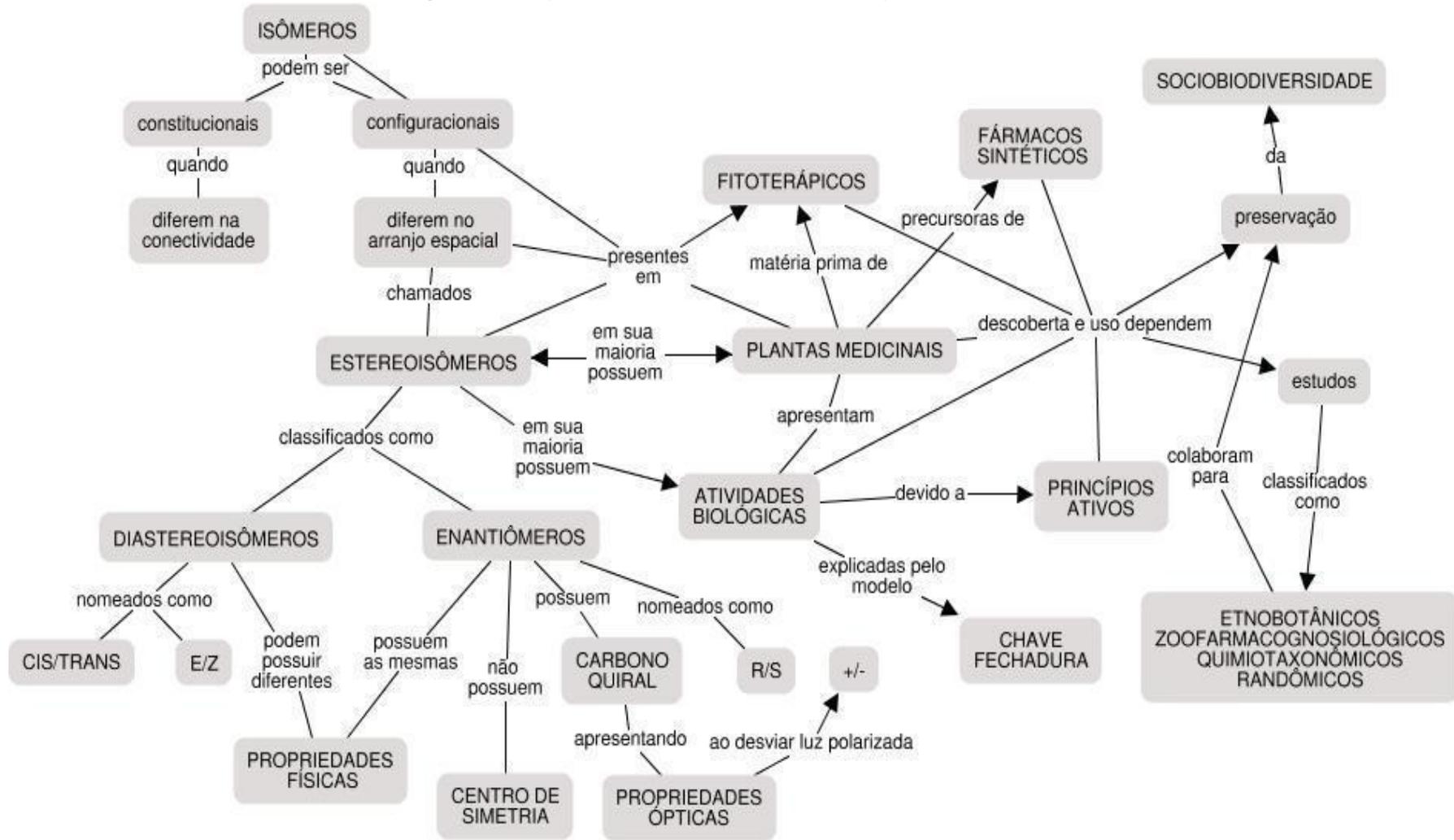
7) AVALIAÇÃO DA APRENDIZAGEM NA UEPS: Uma nova situação problema deve ser proposta ao final da atividade, buscando um nível maior de complexidade em relação às anteriores valorizando sempre a proposição de atividades colaborativas, que devem ser apresentadas ao grande grupo com a

mediação do professor. Esta nova atividade avaliativa deve buscar evidências de compreensão de significados e capacidade de transferência do conhecimento para diferentes situações.

8) AVALIAÇÃO DA PRÓPRIA UEPS: A fim de aprimorar e/ou validar as estratégias de ensino, além da evolução conceitual dos alunos, deve ser considerada uma avaliação conjunta sobre a Unidade de Ensino. Esta avaliação pode se dar por meio de uma roda de conversa, ou mesmo um questionário avaliativo.

Propõe-se nesse trabalho, uma UEPS que associe os conhecimentos e experiências que os estudantes tenham a respeito das plantas medicinais à existência de moléculas que atuam como princípios ativos e à compreensão de conteúdos sobre a estereoisomeria a partir de exemplos de estereoisômeros encontrados em tais princípios ativos. Após estudo sistemático da temática e sua implicação com o conteúdo didático a ser trabalhado, explicitado nos capítulos anteriores, foi elaborado um mapa conceitual relacionando conceitos relativos à UEPS proposta (Figura 14).

Figura 14 - Mapa conceitual estereoisômeros em plantas medicinais



Fonte: Autora (2020)

3.4 A ABORDAGEM TEMÁTICA E A CONTEXTUALIZAÇÃO NO ENSINO

As abordagens temáticas permitem a problematização em situações educacionais, contrapondo-se à abordagem de transmissão do conhecimento, podendo ser relacionadas com o ensino na abordagem CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade). Atuais aumentos de problemas socioambientais têm implicado na abordagem de tais temáticas em situações de ensino aprendizagem. Sob a perspectiva da abordagem temática, o ensino de Ciências pode estabelecer conexões entre a sociedade e a ciência, de maneira que os conteúdos científicos estudados sejam relevantes para o entendimento de situações cotidianas, possibilitando ao aluno a identificação de problemas e de soluções para os mesmos (KRASILCHIK, 2000). Assim, o ensino de Química, com enfoque temático contextualizado, pode contribuir para a compreensão de fenômenos químicos que são relacionados com cotidiano (GABEL, 1993), facilitando a aprendizagem.

Auler e Delizoicov (2006) argumentam que, para a grande maioria dos alunos, a Física e a Química, ensinadas na escola, nada ou pouco têm a ver com a sociedade, ou seja, a Física e a Química são desvinculadas do mundo real. A relação entre conhecimento científico com os conhecimentos e experiências de vida dos próprios alunos contribuem, de certa forma, para uma aprendizagem mais significativa (VALDÉS *et al.*, 2002) e, assim, para a compreensão das conotações sociais da ciência.

A contextualização no ensino de Ciências, de uma forma geral, vem sendo legitimada por documentos oficiais, por professores e pesquisadores da área como um princípio norteador para educação orientada para a cidadania que permita a aprendizagem significativa de conhecimentos científicos (SILVA; MARCONDES, 2010). O uso de uma abordagem contextualizada no ensino também está vinculada ao movimento CTS, que surgiu com a concepção de compreender melhor a ciência e a tecnologia em seu contexto social (ACEVEDO DIAZ, 1996).

O termo contextualização, habitualmente utilizado no ensino, é um termo polissêmico e relativamente novo na Língua Portuguesa e que começou a ser utilizado a partir da promulgação dos Parâmetros Curriculares Nacionais, em 1998, em substituição ao termo cotidiano (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). A compreensão da contextualização, no ensino de Química, ocorre de diferentes

maneiras. Ao explicá-la, autores a classificam ora como uma abordagem, ora como uma concepção. Dentre as abordagens, existem muitos professores que interpretam a contextualização como sinônimo para explanação de situações do cotidiano, sem utilizar a dimensão social nas quais essas situações estão inseridas (SANTOS, 2002). Alguns professores adotam ainda a contextualização com o sentido de motivar os estudantes e essa pode ser uma abordagem utilizada para tornar questões científicas relevantes para os mesmos, tendo impacto positivo para a motivação e aprendizagem. (REBELO *et al.*, 2008).

Gonzáles (2004) classifica as abordagens da contextualização como: histórica, metodológica e socioambiental. Santos e Mortimer (1999) classificam a contextualização, no ensino de Química, de acordo com concepções, sendo elas: Exemplificação (exemplifica pontualmente uma ocorrência de um fenômeno químico do cotidiano), Estratégia de Ensino (emprego de situações do cotidiano como estratégia para tentar facilitar a compreensão de conceitos químicos) e Desenvolvimento de atitudes e valores (formar o aluno/cidadão de modo a facilitar sua compreensão e melhorar sua capacidade de atuação na sociedade). Assim, afirmam Wartha, Silva e Bejarano (2013, p. 90) “[...] nosso entendimento é que, por haver diversas possibilidades de se falar legitimamente em contextualização, o pesquisador enuncie de forma clara a que perspectiva de contextualização seu trabalho se filia.”.

Tendo em vista os Parâmetros Curriculares Nacionais, Braibante e Pazinato (2014) apresentam o trabalho realizado pelo grupo de pesquisa - LAEQUI/UFSC com o uso de temáticas para o ensino de química, explicando que as mesmas perpassam diversas áreas do conhecimento, e possibilitam não só a facilitação da aprendizagem como principalmente a formação do caráter cidadão nos estudantes, sob a perspectiva de uma contextualização sociocultural. Com base nas experiências do grupo, os autores afirmam:

A construção de um currículo que adote a abordagem temática ainda é um desafio nas escolas, pois esta construção representa uma ruptura na lógica dos currículos atuais elaborados, estruturados pela abordagem conceitual, que privilegia os conteúdos escolares com base em um elenco de conceitos científicos. (p. 822, 2014).

Mesmo com a dificuldade dessa mudança de paradigma para um currículo menos conteudista e mais significativo, as atividades temáticas possibilitam maior participação e interlocução entre alunos e professor, tornando as aulas mais prazerosas. (BRAIBANTE; PAZINATO, 2014).

Dentre as possibilidades apresentadas, o presente trabalho apresenta uma perspectiva de contextualização metodológica e socioambiental, ou sociocultural. A contextualização metodológica é uma abordagem sobre como a ciência é construída em oposição ao ensino de uma ciência acabada em que o estudante é um mero receptor e consumidor; objetiva o uso da contextualização como estratégia, para facilitar a compreensão de conceitos químicos, utilizando temáticas do cotidiano do aluno. Já a contextualização socioambiental caracteriza-se como um modo de ver a relação da ciência com diversos aspectos de nosso entorno e no modo de interagir com o mundo. E, por isso, não se limita à memorização de fórmulas e nomenclaturas, mas busca desenvolver competências em uma perspectiva humanística, utilizando questões sociais relativas à ciência e à tecnologia. (GONZÁLEZ, 2004; SANTOS, 2008).

A contextualização socioambiental atende a necessidade de um ensino que busque não só uma apropriação da linguagem científica, mas também um saber consciente do mundo no qual é construído. Ao compreender o mundo, o sujeito poderá ser capaz de identificar “[...] as necessidades de transformá-lo, e preferencialmente transformá-lo para melhor.” (CHASSOT, 2018, p. 37).

Portanto, ao propor nesta UEPS a temática das plantas medicinais como um elemento motivador e facilitador da aprendizagem de estereoisomeria, o intuito não é de reduzir a temática à uma ferramenta de ensino, mas sobretudo de apresentar e ampliar as possibilidades de um ensino de química que considere seus entrelaçamentos com aspectos interdisciplinares, culturais, sociais, políticos, econômicos, etc. Buscando uma estratégia de ensino que possibilite também o desenvolvimento de valores e atitudes.

Assim, ao adotar-se a abordagem temática contextualizada busca-se com esta proposta de UEPS, desenvolver um produto que possa além de promover a aprendizagem significativa de tópicos em estereoisomeria, promover a valorização dos saberes populares, ao fazê-los saberes escolares, a partir da relação destes com conceitos científicos. (CHASSOT, 2018). O produto educacional aqui apresentado

pretende contribuir para a construção de saberes mais integrados, que contemplem a valorização de saberes sob risco de extinção, bem como das gerações que detém estes saberes.

Propõe-se ainda a busca por estratégias didáticas que possibilitem a construção de uma nova relação com as plantas e assim com a natureza contribuindo, indiretamente, com a construção de valores de preservação da biodiversidade. A temática plantas medicinais possibilitaria ainda o debate a respeito das indústrias farmacêuticas, um debate necessário já que, segundo Chassot, “[...] a Ciência que fazemos e ensinamos deve ser marcada por contestações como para que(m) ela é útil.” (2018, p. 133).

4 PROCEDIMENTOS DIDÁTICOS E METODOLÓGICOS

Os procedimentos metodológicos utilizados na pesquisa estão organizados em duas diferentes etapas: elaboração do produto educacional e aplicação em duas turmas de terceiro ano do Ensino Médio.

A seguir apresenta-se a caracterização da pesquisa e suas etapas; a caracterização da amostragem de dados; os instrumentos de coletas de dados bem como a definição metodológica adotada para a análise dos dados.

4.1 CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA E ETAPAS

Essa pesquisa de mestrado trata-se do aporte teórico para a produção e avaliação de um produto educacional. Possui, portanto, um viés de produção de conhecimento científico a respeito do Ensino de Química, que abrange a área da química e também da educação, tratando-se de uma pesquisa social, considerada por Gil (2008) como uma pesquisa empírica que observa fatos e processos sejam naturais ou sociais. O que se busca é a relação dos estudantes com os conteúdos trabalhados, o resultado desta interação, os significados atribuídos por cada estudante ao trabalho com o produto educacional, em uma pesquisa que pode ser considerada fenomenológica, nas palavras de Gil, “O objeto de conhecimento para a fenomenologia não é o sujeito, nem o mundo, mas o mundo enquanto é vivido pelo sujeito.” (GIL, 2008, p. 14).

Visando contribuir com o ensino dos tópicos relacionados à estereoquímica, propõe-se uma sequência didática com abordagem contextualizada. A sequência foi estruturada em etapas que compõem a denominada Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que foram ser abordadas ao longo de cinco aulas, sendo dois momentos distintos de aprofundamento do conteúdo e avaliação somativa individual, um para cada tipo de estereoisomeria.

4.2 CARACTERIZAÇÃO DA AMOSTRAGEM

Esta Unidade de Ensino foi aplicada *online* em uma escola estadual que se situa na região central de Santa Maria - RS. Mediou-se a aplicação da UEPS em duas

turmas regulares de terceiro ano com 27 e 20 alunos, chamadas aqui de turma A e B, respectivamente. Tratam-se de turmas de terceiro ano das quais a pesquisadora é regente, as turmas são do ensino médio regular, e as aulas ocorrem no turno da manhã. Os alunos têm a faixa etária de 17 a 19 anos. A UEPS foi aplicada de forma remota nas aulas regulares destinadas no cronograma para o ensino de estereoisomeria, e para uso dos dados coletados durante as atividades de ensino foi solicitado o preenchimento do termo de consentimento da pesquisa (APÊNDICE A)

A escola, que costuma atender no total cerca de 180 alunos durante o ano letivo, foi fundada em 2009, e em sua infraestrutura conta com sete salas de aula, equipadas com computadores e retroprojetores, um laboratório de ciências, uma biblioteca, quatro banheiros, duas quadras de esporte, uma sala de professores e uma de coordenação mais o ambiente administrativo; porém não dispõe de laboratório de informática. No período da aplicação da UEPS (julho de 2020), em decorrência da pandemia da Covid-19 as atividades estavam ocorrendo de forma remota, predominantemente de forma síncrona por meio das plataformas do *Google* - sala de aula e *Google Meet*.

4.3 INSTRUMENTOS DE COLETA DE DADOS

Os instrumentos de coleta de dados que foram utilizados ao longo da aplicação da UEPS e posteriormente analisados, buscando evidências de aprendizagem significativa são:

- a) Questionário Inicial - Formulários Google.
- b) Gravador de Áudio.
- c) Fichas Situação Problema Inicial - Formulários Google.
- d) Fichas Aplicação do Conhecimento - Formulários Google.
- e) Estruturas construídas com aplicativo *Molecular Constructor*.
- f) Mapas Conceituais elaborados com a ferramenta *CmapCloud*
- g) Questionário Avaliação UEPS - Formulários Google.
- h) Anotações Diário do Professor.

A etapa de preparação dos Questionários exige estudo rigoroso desta técnica de pesquisa, com a finalidade de que o questionário possa descrever as características e o contexto dos estudantes pesquisados, bem como realizar um

levantamento dos conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses e experiências perante a temática. Gil (2008) destaca entre os cuidados necessários para a elaboração de questionários estão: 1) Adequada constatação de sua eficácia; 2) Determinação da forma e conteúdo das questões; 3) Quantidade e ordem das questões; 4) Construção das alternativas, 5) Apresentação visual do questionário e 6) Pré-teste.

As questões podem ter caráter aberto, fechado ou dependentes, e devem, segundo Gil (2008) ser elaboradas de maneira clara, concreta e precisa, levando em consideração o nível de conhecimentos dos interrogados e tendo o cuidado de não possibilitar múltiplas interpretações ou sugerir respostas. O autor ressalta ainda que se deve abordar apenas uma ideia por questão, e não devem ser incluídas questões que não sejam rigorosamente necessárias aos objetivos de pesquisa. A respeito da ordenação das questões uma possibilidade é a técnica do funil, a partir da qual cada questão deve se relacionar com a questão que a antecede e apresentar maior especificidade.

Para mensurar frequência podem ser utilizadas as alternativas: nunca, raramente, às vezes, muitas vezes, sempre; para mensurar avaliações se utilizam os termos: muito bom, bom, regular, ruim, muito ruim, em uma escala de cinco fatores conhecida como escala Likert. Melo e Bianchi (2015) sugerem como questões guias para elaboração do questionário as seguintes: 1) O que se quer saber; 2) Qual o público-alvo; 3) Padrões de estética; 4) Não dubiedade ou indução das questões.

A partir destas questões sugerem formular um quadro que relacione “O que quero saber” às “Perguntas que trarão as respostas”. Segundo os autores, estas questões devem ser acompanhadas de um diálogo com a literatura pertinente. Como um passo-a-passo para a elaboração de questionários, Gil (2008), sugere: 1) Formulação dos objetivos que correspondam ao problema de pesquisa; 2) Identificação do problema passível de investigação por questionários; 3) Elaboração, reelaboração e ordenação das questões. (GIL, 2008, p.154)

Em seu artigo, Xavier (2012) apresenta a ideia dos relatórios de aplicação, que devem ser elaborados como diários de campo de estudos etnográficos, em que o pesquisador realiza anotações a respeito do clima da turma, do número de alunos, duração da aplicação e itens que apresentaram dificuldades em serem respondidos. A autora ressalta que nestes relatórios o pesquisador deve ter o cuidado de não

problematizar ou dimensionar comportamentos durante a aplicação dos questionários, a fim de que o relatório tenha o máximo de confiabilidade na descrição das aplicações.

Utilizou-se diferentes questionários durante a aplicação da UEPS aqui descrita. O questionário inicial contou com categorias pré-definidas com questões escala *Likert*, e buscou realizar um levantamento dos conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses e experiências dos estudantes perante a temática, bem como informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos, a fim de considerá-los durante a busca de subsunçores ou âncoras para a aprendizagem significativa de estereoisomeria. Inicialmente contou com 42 respostas válidas.

Para as situações problemas iniciais, bem como para a primeira avaliação formativa foram utilizados questionários abertos, buscando identificar e categorizar as interpretações dos alunos a respeito de diferentes moléculas estereoisômeras. Também disponibilizados via Formulários *Google*, durante a aula síncrona. Na primeira situação problema houveram 40 respostas, na avaliação formativa obteve-se 36 respostas e na segunda situação problema 38 alunos responderam.

Ao final da Unidade de Ensino com a finalidade de obter dados quantitativos a respeito do aprendizado, e também como estratégia de avaliação somativa, foi aplicado um questionário com 15 questões de processos seletivos e adaptadas. Um novo questionário foi disponibilizado ao término das atividades com a finalidade de avaliar a UEPS.

O uso de gravador de áudio foi feito durante o debate inicial sobre o documentário, cujas partes de interesse foram transcritas nos resultados desta pesquisa. Assim como trechos de falas com dúvidas dos alunos em redes sociais (diário do professor), fora do período síncrono.

Para a análise da aprendizagem significativa a partir dos mapas conceituais produzidos, encontramos na literatura exemplos de trabalhos analisando os processos de subordinação, superordenação e combinação entre os conceitos na estrutura cognitiva dos alunos, a partir da comparação de mapas realizados antes e depois das atividades didáticas, como é o caso do trabalho de Aquino e Chiaro (2013) que utilizam esta metodologia para analisar a aprendizagem significativa a respeito do tema Radioatividade.

Enquanto Lima *et. al.* (2017) adotam como critérios na avaliação da aprendizagem significativa, a partir da construção de mapas conceituais: 1) A capacidade de hierarquização, onde os conceitos são apresentados com suas relações do geral para o mais específico, 2) As proposições conceituais de acordo com a validade dos conceitos para a temática proposta, e 3) A qualidade das ligações cruzadas, que interpretou-se neste trabalho também como a utilização adequada dos conectivos. Já o trabalho de Correia, Donner Junior e Infante-Malaquias, (2008) abordado na revisão de literatura apresentada nesta dissertação, propõe a utilização de mapas conceituais como ferramenta para promover atividades interdisciplinares com a temática isomeria, e avalia a construção dos mapas conforme relações interdisciplinares estabelecidas antes e depois da atividade sobre isomeria nos sistemas biológicos.

4.4 ANÁLISE DE DADOS

Por se tratar de dados que podem ser analisados em perspectiva qualitativa, procurou-se realizar uma metodologia que utiliza pressupostos da análise de conteúdo de Bardin (2016), que compreende os pólos cronológicos: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados. Segundo Laville e Dionne (1999) precisamos tratar os dados brutos para que se tornem utilizáveis na construção dos saberes. A apresentação na forma numérica possibilita o tratamento e a análise com auxílio de métodos estatísticos. Porém, esse não é o foco nessa pesquisa.

A análise de conteúdo vem sendo utilizada pela humanidade desde as primeiras tentativas de interpretar as antigas escrituras, como os livros sagrados. Mas apenas na década de 20, foi sistematizada como um método de investigação, em função dos estudos de Leavell sobre a propaganda utilizada na primeira guerra mundial (TRIVINOS, 1987). Assim a análise de conteúdo foi inicialmente considerada uma técnica de investigação que tem por finalidade a descrição objetiva, sistemática e quantitativa do conteúdo manifesto da comunicação.

Num momento posterior, com o aprimoramento do método, a análise de conteúdo passou a ser definida como um conjunto de técnicas de análise de comunicações, que utiliza procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, com indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às variáveis inferidas dessas mensagens (BARDIN, 2016).

Após realizada a pré-análise dos dados que compõe o *corpus* de análise, a exploração do material e o tratamento de resultados foi desenvolvido utilizando a codificação com o método das categorias, usando como regra de enumeração a frequência e tendo como regras de base as três etapas propostas por Laville e Dionne (1999): 1) Recorte de conteúdos: 2) Definição das categorias analíticas: 3) Categorização final das unidades.

Na definição das categorias adotou-se o modelo fechado nos questionários (categorias fixas no início da análise conforme a frequência de respostas) e modelo aberto nas outras atividades (categorias tomam forma no curso da análise).

5 RESULTADOS

Como resultado desta pesquisa de mestrado, apresenta-se aqui a estrutura e análise de aplicação da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa a partir da abordagem temática plantas medicinais sobre estereoisomeria.

5.1 PRODUTO DE MESTRADO: UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA A PARTIR DA ABORDAGEM TEMÁTICA PLANTAS MEDICINAIS SOBRE ESTEREOISOMERIA

Visando contribuir com o ensino dos tópicos relacionados à estereoquímica, desenvolveu-se um produto educacional que foi aplicado no contexto do ensino remoto (APÊNDICE B). O quadro 06 apresenta um resumo da UEPS.

Quadro 6 - Síntese UEPS – Estereoisômeros em Plantas Mediciniais

Sequência	Etapa da UEPS	Estratégia/ Recursos utilizados
Aula 1	Apresentação da Proposta de UEPS (20 min) Situação Inicial (30 min)	Questionário investigativo a respeito dos hábitos e conhecimento em relação à temática. Discussão do Documentário “Nem Santas nem do Diabo: O Potencial Inexplorado das Plantas Mediciniais”.
Aula 2	Situação-problema inicial (20 min) Aprofundamento do conteúdo isômeros <i>cis-trans</i> , <i>E,Z</i> (20 min) Avaliação formativa (10 min)	Formulário para Interpretação de fórmulas estruturais em traços de pares de isômeros geométricos (diastereoisômeros) presentes em plantas. Exposição teórica do conteúdo com auxílio de slides e modelos moleculares. Formulário para nova interpretação das estruturas simplificadas.
Aula 3	Nova situação-problema inicial (20 min) Aprofundamento do conteúdo - enantiômeros (20 min) Avaliação formativa (10 min + assíncrona)	Formulário para interpretação de fórmulas estruturais simplificadas de pares de isômeros ópticos (enantiômeros) presentes em Plantas Mediciniais. Exposição teórica do conteúdo com auxílio de slides e modelos moleculares. Montagem e visualização das Moléculas em 3D, no aplicativo “Molecular Constructor”.
Aula 4	Aula integradora final (20 min) Avaliação de aprendizagem na UEPS (30 min + assíncrona)	Síntese das temáticas, modelos e conceitos, elaborados na UEPS com auxílio de slides. Elaboração de Mapa Conceitual.
Aula 5	Avaliação somativa Individual (40 min) Avaliação da própria UEPS (10 min)	Avaliação tipo teste com Exercícios de/ou adaptados de processos seletivos. Aplicação de questionário com questões abertas e questões tipo escala <i>Likert</i> .

Fonte: A Autora (2020)

As etapas da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa desenvolvida estão descritas a seguir, bem como o resultado da aplicação. Cada etapa possui um

objetivo específico, elaborado de acordo com Schittler e Moreira (2014). Aqui a proposta utiliza de cinco aulas, sendo dois momentos distintos de aprofundamento do conteúdo e avaliação somativa individual, um para cada tipo de estereoisomeria.

5.2 ANÁLISE DA APLICAÇÃO DA UEPS

5.2.1 Situação inicial: questionário

Objetivo da situação inicial foi investigar hábitos e conhecimentos a respeito da utilização das plantas medicinais no cotidiano dos estudantes, buscando possíveis subsunçores ou a identificação da necessidade do uso de organizadores prévios.

O questionário inicial é apresentado no Quadro 7:

Quadro 7 - Questionário Investigativo

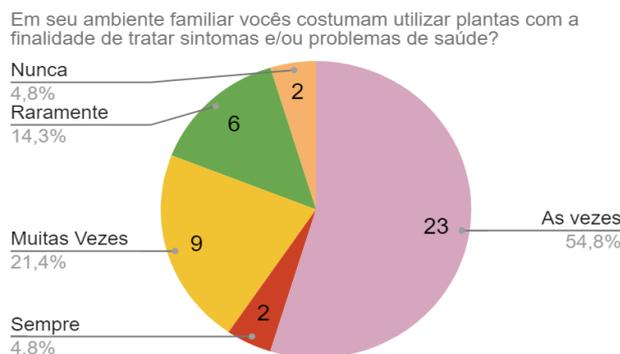
Questões Elaboradas para Questionário Inicial
<p>1) Em seu ambiente familiar vocês costumam utilizar plantas com a finalidade de tratar sintomas e/ou problemas de saúde? <input type="checkbox"/>Nunca <input type="checkbox"/>Raramente <input type="checkbox"/>Às vezes <input type="checkbox"/>Muitas Vezes <input type="checkbox"/>Sempre</p>
<p>2) Em seu ambiente familiar vocês costumam comprar medicamentos fitoterápicos (à base de plantas)? <input type="checkbox"/>Nunca <input type="checkbox"/>Raramente <input type="checkbox"/>Às vezes <input type="checkbox"/>Muitas Vezes <input type="checkbox"/>Sempre</p>
<p>3) Você considera Plantas Medicinais como fontes confiáveis de Tratamentos de Saúde? <input type="checkbox"/>Não considero <input type="checkbox"/>Considero em Parte <input type="checkbox"/>Considero <input type="checkbox"/>Outro, justifique _____</p>
<p>4) Entre as Plantas abaixo, assinale aquelas que você conhece e/ou já utilizou e descreva sua utilidade para a saúde: <input type="checkbox"/> Capim Limão, <input type="checkbox"/> Erva Cidreira, <input type="checkbox"/> Erva Doce, <input type="checkbox"/> Anis Estrelado, <input type="checkbox"/> Canela, <input type="checkbox"/> Cravo, <input type="checkbox"/> Boldo, <input type="checkbox"/> Hortelã, <input type="checkbox"/> Eucalipto, <input type="checkbox"/> Limão/Laranja, <input type="checkbox"/> Lavanda, <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> Manjeriçã</p>
<p>5) Você conhece alguém que se ocupe cultivando, preparando ou indicando o uso de Plantas Medicinais?</p>
<p>6) Sobre a pergunta 5), explique, comente ou relate o que esta pessoa faz:</p>
<p>7) Na sua opinião, qual a relação entre os Conhecimentos Científicos, Químicos e Farmacológicos e os Saberes Populares relacionados às Plantas Medicinais?</p>

Fonte: A Autora (2020)

O questionário inicial teve 42 respostas válidas (alunos que concordaram em participar da pesquisa), foi aplicado no início da aula síncrona, logo após a apresentação da proposta de UEPS, informações a respeito do desenvolvimento da pesquisa, bem como sobre o consentimento em participar da mesma. A aplicação por meio do envio do *link* para cada turma via *Google Classroom*, tendo duração de cerca

de 25 minutos. As respostas relacionadas ao uso de plantas medicinais (Questão 1) foram representadas graficamente na Figura 15.

Figura 15 - Utilização de plantas medicinais pelos alunos



Fonte: A Autora (2020)

Dentre os 42 alunos, 40 utilizam plantas medicinais com alguma frequência, sendo que 11 alunos disseram utilizá-las muitas vezes ou sempre, o que demonstra a pertinência do assunto nas experiências prévias dos estudantes, seu contato com esse conhecimento popular e com as plantas medicinais.

Sobre a aquisição de produtos fitoterápicos (Questão 2), 19 alunos responderam que raramente ou nunca os adquirem, enquanto 15 afirmaram adquirir as vezes e 8 alunos os adquirem muitas vezes ou sempre (Figura 16).

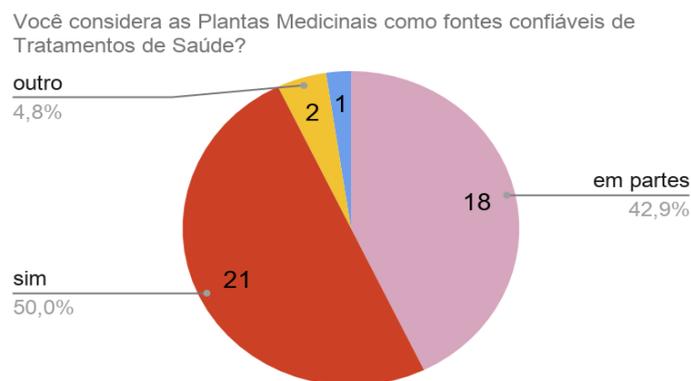
Figura 16 - Utilização de fitoterápicos pelos alunos



Fonte: A Autora (2020)

Dados sobre a confiabilidade das plantas medicinais (Questão 3) para os alunos estão representados graficamente na Figura 17, metade deles afirmaram confiar nas plantas medicinais como tratamento de saúde, e 18 deles declararam confiar em partes. Apenas um aluno afirmou não confiar em plantas medicinais como recurso terapêutico.

Figura 17 - Confiabilidade sobre plantas medicinais pelos alunos



Fonte: A Autora (2020)

Ainda sobre a confiabilidade no uso das plantas medicinais os alunos foram requeridos à justificar suas repostas. O Aluno 1 explica: “Sem dúvida, principalmente no que diz respeito a medicina preventiva oriental que, em vários aspectos, está muito à frente da ocidental.”

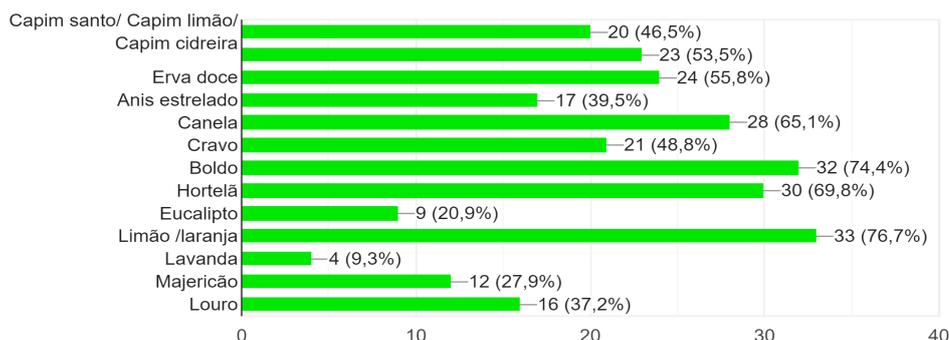
Já o aluno 2, que não tem histórico de utilização de plantas medicinais, ou de aquisição de recursos fitoterápicos e não confia na utilização de plantas medicinais discorre: “por que existem medicamentos que fazem todo o trabalho e também sob eles são feitos estudos.” Já a Aluna 3 pondera: “ depende do problema de saúde que está sendo tratado.”

Dentre as plantas mencionadas (Questão 4), as mais utilizadas pelos estudantes, como medicamentos são as frutas cítricas limão e laranja, o boldo, a hortelã e a canela, conforme Figura 18.

Figura 18 - Plantas Medicinais utilizadas pelos alunos

Entre as plantas abaixo, assinale aquelas que você conhece e/ou já utilizou com finalidades medicinais:

43 respostas



Fonte: A Autora (2020)

Na mesma questão eles foram convidados à descrever a utilidade relacionada às propriedades medicinais relacionadas à cada planta (Quadro 08.).

Quadro 8 - Propriedades medicinais das plantas mencionadas pelos alunos

Propriedades Medicinais citadas pelos alunos	
Capim Limão / Capim Cidreira	"indigestão", "calmante", "para gripe", "melhora sintomas de gripe e resfriado", "tratar dor no estômago"
Erva Doce	"digestão", "melhora sintomas de gripe e resfriado"
Anis Estrelado	"emagrecer", "melhora sintomas de gripe e resfriado"
Canela	"termogênico", "acelerar a menstruação", "insulina", "antioxidante e melhora o metabolismo", "Ajuda a prevenir e combater o diabetes, controlando os níveis de açúcar no sangue e aumentando a sensibilidade à insulina.", "ajuda na digestão"
Cravo	"antioxidante e melhora o metabolismo", "Ação antioxidante, protegendo o corpo de doenças crônicas graves, como o câncer", "dor de cabeça", "cicatrização"
Boldo	"indigestão", "barriga", "estômago"
Hortelã	"calmante", "para gripe", "digestivo/calmante", "diminui sintomas de dor de garganta", "tratar dor no estômago", "Tratar problemas digestivos, como má digestão, flatulência, enjoo ou vômitos", "problemas respiratórios"
Eucalipto	"para fazer inalação e desobstruir as vias aéreas", "melhora sintomas de gripe e resfriado"
Limão / Laranja	"garganta", "para gripe", "aumentar a imunidade", "rica em vitamina C e é bom para combater o colesterol", "combater os radicais livres e o colesterol", "para tosse",
Lavanda	---
Manjeriço	"imunidade"
Louro	"imunidade"

Fonte: A Autora (2020)

Com a finalidade de fazer uma investigação sociológica inicial sobre pessoas do convívio da comunidade escolar que se ocupam com a produção e utilização de plantas medicinais (Questão 5), indagou-se sobre o contato dos alunos com tais sujeitos (Figura 19).

Figura 19 - Contato dos alunos com pessoas que trabalham com plantas medicinais



Fonte: A Autora (2020)

Treze estudantes responderam conhecer alguém com tal perfil, 29 estudantes não conhecem ninguém que se ocupe trabalhando com plantas medicinais, o que mostra um certo distanciamento da comunidade ao trabalho com os recursos terapêuticos populares, evidenciando o acelerado processo de mudança cultural citado por Elizabetsky (2000), bem como a necessidade de preservarmos tais saberes. Entre os relatos sobre tais pessoas, alguns se destacam como por exemplo o relato da Aluna 4, que diz:

“A pessoa é autônoma, vende diversos tipos de alimentos, como marmitas e cucas caseiras. Em seu perfil culinário no instagram (@bruxaculinaria) dá diversas dicas de temperos e plantas medicinais comentando sobre no que auxilia na saúde de quem consome.” (Aluna 4)

Outro relato interessante foi feito pela Aluna 6, que informa: “Irmãs da Igreja, as plantas especificamente não sei, mas os remédios são utilizados para diversas finalidades.” Ao ser indagada durante o encontro *online* a aluna explica que na comunidade onde sua família frequenta há uma espécie de feira, onde tais irmãs comercializam e informam sobre o uso de medicamentos a base de plantas.

O aluno 5 em seu relato denota a relação das gerações mais maduras com o conhecimento popular, dizendo: “Minha vó, ela sabe muito sobre as plantas e como usá-las.” No total, oito relatos demonstram a relação entre o cuidado com as plantas e as gerações que os antecedem, em alguns casos o conhecimento é uma herança familiar, geralmente cultivada pelas avós e mães. Esta proximidade e preservação dos conhecimentos populares por parte das mulheres vai ao encontro ao que

escreveu Federici (2017), ao contar a história das bruxas e curandeiras, que foram por séculos as principais responsáveis em atender a saúde da população em geral.

Sobre a relação entre os conhecimentos populares e acadêmicos (Questão 6) a maioria estabeleceu entre ambos relações complementares, afirmando que a ciência deve valorizar e aprofundar os conhecimentos populares, como sintetiza a Aluna 4: “Muitas vezes os conhecimentos acadêmicos e suas pesquisas confirmam o senso comum sobre plantas medicinais, portanto devem trabalhar juntos.”, sobre este assunto o aluno 7 explica:

“Ambos buscam a utilização de certos tipos de plantas para tratamento, mas enquanto os saberes populares são usados com base na tradição familiar, observação e dedução de pessoas comuns em suas próprias hortas, os conhecimentos acadêmicos são feitos com a observação, dedução e experimentação por profissionais da área, buscando confiabilidade para sua comercialização no mercado, sempre testando possíveis efeitos colaterais e demais.” (Aluno 7)

A questão da acessibilidade também foi abordada, dois alunos declararam que as Plantas Medicinais são recursos mais acessíveis à população em geral, como a aluna 8, que concatena:

“Acredito que as plantas medicinais tem muita importância na população, além de ser bem mais acessível, e o conhecimento acadêmico se dá a partir desse conhecimento para gerar pesquisas e compreendermos melhor, devemos levar em conta os medicamento fitoterápicos os quais relacionam os dois tipos de conhecimento também.” (Aluna 8)

A respeito desta relação, cerca de 10 estudantes adotam um caráter mais cientificista em sua resposta, como é o caso da aluna 9 que afirma: “Acredito que a crença em plantas medicinais deve ser testada pelo método científico para assim verificar a veracidade de sua utilização.” Ao que a aluna 10 complementa:

“Acho que antigamente eram usados sem saber realmente os benefícios, mas mais como um costume. Já hoje em dia os benefícios foram descobertos através da ciência, trazendo assim uma comprovação de que realmente várias dessas plantas são eficazes para o uso de doenças.” (Aluna 10)

O questionamento acerca da validade dos saberes populares, e o caráter cientificista aparece também na resposta da aluna 11: “Os estudos podem confirmar se essas plantas medicinais realmente contribuem para nosso organismo.”

A respeito dos bons hábitos relacionados aos cuidados com a saúde e uso de recursos terapêuticos, dois estudantes indicaram, de maneira equivocada, que as plantas seriam mais seguras por serem “naturais” e não possuírem “efeitos colaterais” (Alunos 1 e 12), o que não corresponde à realidade, outra afirmação a ser contestada

foi sobre a melhoria do efeito da plantas quando associada à “remédios comuns” feita pela aluna 13. Os riscos relacionados ao uso indiscriminado de plantas medicinais, bem como de sua associação à remédios alopáticos são explicados no documentário utilizado em aula, estando em consonância com o recomendado por Veiga Junior, Pinto e Maciel, (2005), em seu artigo “Plantas medicinais: Cura Segura?”

A partir das respostas dos alunos foi identificado que alguns alunos possuíam subsunçores adequados para as relações imbricadas nas questões iniciais, como as relações complementares entre o conhecimento científico e a sabedoria popular e a importância socioeconômica das plantas medicinais relacionadas também a sua acessibilidade. Os alunos demonstraram ainda a existência dos subsunçores relacionados à possibilidade de que as moléculas existentes nas plantas medicinais possuíssem atividades biológicas. Foram identificadas ainda concepções alternativas a serem superadas nas respostas que afirmaram uma ideia presente no senso comum, de que as plantas medicinais seriam sempre seguras por se tratarem de produtos naturais.

5.2.2 Situação Inicial: debate sobre documentário

O objetivo do documentário foi introduzir a temática de maneira ampla, com alto nível de generalidade, explorando aspectos naturais e sociais que leve(m) o aluno a expressar seu conhecimento prévio no contexto da matéria de ensino.

Após a aplicação do questionário inicial, realizou-se, via plataforma *Google Meet*, portanto de maneira síncrona, a apresentação do documentário disponibilizado pela Unifesp - Universidade Federal de São Paulo: “Nem santas nem do diabo: o potencial inexplorado das plantas medicinais”, disponível no Youtube. O documentário foi selecionado por apresentar múltiplas abordagens da temática das Plantas Medicinais no contexto brasileiro, como: a pesquisa em sociobiodiversidade, os cuidados no uso das plantas, o debate sobre saberes tradicionais e científicos e o potencial da indústria farmacêutica das Plantas Medicinais. Após a apresentação do documentário, um pequeno debate foi suscitado, partindo dos principais conceitos abordados no vídeo. Alguns estudantes contribuíram, como a aluna 14, que afirmou:

“A pesquisa científica ela surge a partir do senso comum, para comprovar a eficácia de tal planta, e tal, para comprovar também se não tem nenhum mal

de consumir a planta, por exemplo o gengibre que é muito utilizado como detox e tratamento de pele, e tem pessoas que são alérgicas e não podem usar, estas pesquisas podem descobrir como manipular os medicamentos, de uma maneira que não faça mal.” (Aluna 14)

A aluna 14 também contribuiu com o relato de um projeto desenvolvido em sua escola de ensino fundamental, intitulado “relógio de plantas medicinais”, que se trata de uma horta de plantas medicinais, organizadas em um canteiro circular dividido em “fatias” que correspondem às horas do dia e nas quais são cultivadas plantas medicinais úteis para cada órgão do corpo humano, e de usos pertinentes para cada horário. Essa aluna foi um dos dois alunos que afirmaram sempre consumir plantas medicinais como recursos terapêuticos no questionário inicial, mostrando uma possível relação entre o trabalho educacional com a temática e a valorização e utilização desse conhecimento popular.

Surgiram ainda algumas dúvidas, como o exemplo da aluna 15, que perguntou sobre a reincidência de problemas com pressão alta, dizendo que sua mãe havia tido problemas de pressão alta durante a gravidez, e perguntando se ela poderia consumir gengibre normalmente, devido ao fato de ter sido abordado no documentário o risco de consumir gengibre tendo este tipo de acometimento. A aluna foi aconselhada a procurar acompanhamento médico, e também ter cuidados paliativos como não consumir por mais de uma semana, cuidar para não ter uma superdose durante o dia, bem como acompanhamento dos sintomas e da pressão sanguínea. Sobre o gengibre o aluno 16 relatou neste momento que sua mãe usa bastante junto ao anis estrelado no chimarrão.

Foram debatidos ainda alguns conceitos dentro do estudo das plantas medicinais, como os estudos zoofarmacognosiológicos e etnofarmacognosiológicos, que se baseiam na observação dos animais em sua relação com as plantas e na inserção e pesquisa junto a comunidades tradicionais, respectivamente. Durante a conversa surgiram também dúvidas a respeito de plantas não citadas no vídeo, ao que o conselho foi sempre buscar artigos científicos para comprovar eficácia, posologia e principalmente contraindicações. A diferença entre planta medicinal, fitoterápico, e medicamentos sintetizados a partir de princípios ativos também foi abordada no debate, assim como o potencial do Brasil em estudar e desenvolver recursos naturais devido à sua sociobiodiversidade.

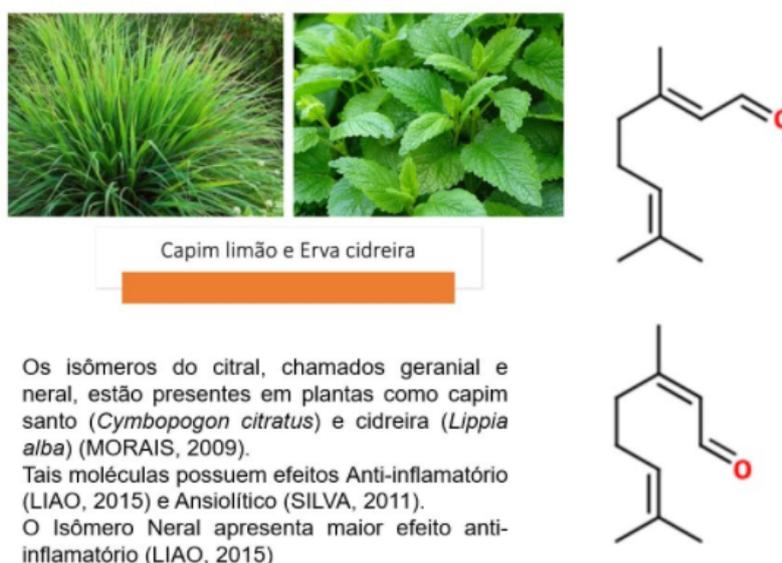
A proposição da situação inicial, na proposta original da UEPS, contava ainda com uma análise sensorial, cujo objetivo era identificar as plantas a partir de seu aroma com o uso do olfato, bem como apurar se este aroma provoca na/o aluna/o possíveis memórias, vivências e conhecimentos sobre as mesmas, levando o aluno a manifestar seus conhecimentos prévios. Infelizmente, devido à necessidade do distanciamento social, e as aulas remotas, a análise sensorial não pode ser realizada.

5.2.3 Situação-problema inicial

O objetivo foi introduzir o primeiro tópico de estereoisomeria a ser abordado (diastereoisomeria), integrando os conhecimentos prévios com os novos conhecimentos. A situação problema inicial (Figura 20) foi também realizada por meio do *Google* formulários, de maneira síncrona, levando cerca de 20 minutos.

Figura 20 - Situação problema inicial

Observe as moléculas representadas abaixo, bem como suas diferentes propriedades e descreva o que diferencia as duas * moléculas, a ponto de levar às diferentes características.



As duas moléculas receberiam o mesmo nome seguindo a IUPAC? *

Fonte: Autora (2020)

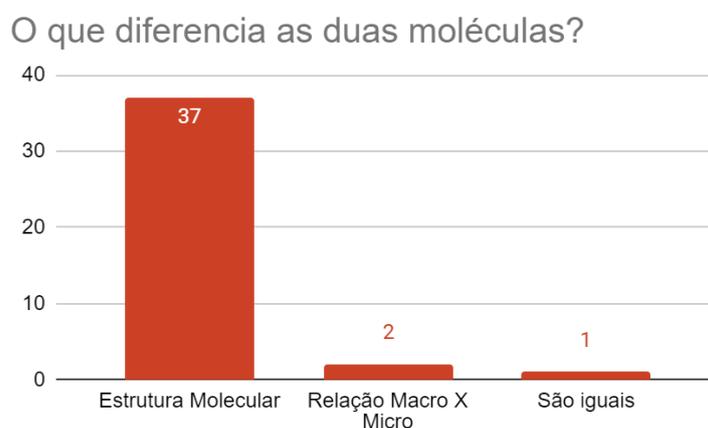
Com intuito de verificar se os estudantes conseguiam evidenciar semelhanças e diferenças entre fórmulas estruturais de isômeros *cis/trans*, a partir das moléculas dos isômeros do citral, presente no capim limão e na cidreira. Buscou-se despertar o

interesse do aluno em interpretar cientificamente as estruturas e atividades biológicas dos diastereoisômeros, motivando a investigação de conceitos e proposições a respeito da temática. Buscou-se também verificar quais habilidades o aluno possuía no que tange à interpretação das estruturas representadas em 2D, por meio da fórmula de traços.

As respostas a esta situação problema inicial foram categorizadas de acordo com a análise de conteúdo proposta por Bardin (2016). Foi feita uma leitura flutuante, com a finalidade de desenvolver uma análise dedutiva a partir das respostas coletadas. Após esta leitura foram sendo delineadas as categorias, agrupando respostas com o mesmo sentido em categorias representativas e mutuamente excludentes. (APÊNDICE C).

Primeiramente os alunos deveriam descrever o que diferencia as duas moléculas, a ponto de levar às diferentes características. Entre as 40 respostas válidas, 37 responderam de acordo com aspectos relacionados à estrutura molecular, enquanto 2 alunos responderam a questão realizando uma relação equivocada entre a estrutura molecular, e a imagem da planta, uma característica macroscópica; à exemplo do Aluno 2 que diferenciou afirmando que “a curva da molécula é o suficiente para provocar a diferença das folhas” e um aluno respondeu que tratavam-se da mesma molécula (Figura 21). Como as descrições estavam relacionados com questões referentes à estrutura molecular e o nível microscópico e macroscópico, essas foram estabelecidas como categorias de análise.

Figura 21 -- Respostas Problematização Inicial 1 - Diastereoisômeros



Fonte: Autora (2020)

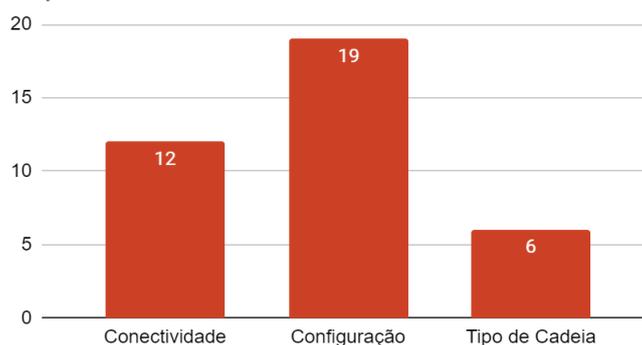
Na categoria *estrutura molecular*, a pertinência das respostas do ponto de vista do conhecimento científico, bem como regras bem definidas para alicação nessa categoria foram estabelecidas a partir das definições de Juaristi e Stefani (2012) acerca dos quatro aspectos que caracterizam a estrutura molecular: 1) A constituição, que diz respeito aos tipos de elementos químicos que compõe a molécula; 2) A Conectividade que expressa em que ordem os átomos estão unidos entre si; 3) A Configuração, que exprime como estão orientados tridimensionalmente os átomos de acordo com a estereoquímica e 4) A Conformação, que diferencia as orientações dos átomos devido ao giro das ligações simples.

A relação entre os níveis de representação macroscópico e microscópico foi um importante aspecto abordado nos artigos dos quais realizamos uma revisão sobre ensino de estereoisomeria, uma vez que promovem a visualização espacial das estruturas, suas fórmulas químicas e seus aspectos macroscópicos, tornando as atividades potencialmente significativas. (PAULETTI; ROSA; CATELLI; 2014; REZENDE, 2016; RUBILAR *et al*, 2017; PAULETTI;CATELLI, 2018).

Nas situações propostas, as imagens foram utilizadas com o intuito de exemplificar as plantas que continham os isômeros em sua composição, buscando evidenciar relações com as características macroscópicas, uma vez que esse corresponde às representações mentais adquiridas a partir da experiência sensorial direta, ou seja construído mediante a informação proveniente dos sentidos (GILBERT; TREAGUST, 2009). Nota-se nas falas dos alunos uma tentativa de relacionar o formato das folhas com a estrutura molecular; este fenômeno existe em algumas espécies como o caso da trepadeira ipoméia que enrola-se sempre no sentido anti-horário, enquanto a madressilva tem preferência em enrolar-se no sentido horário; as conchas marinhas também apresentam suas espirais dispostas para a direita em uma proporção de 20.000: 1 (VOLHARDT, 2013). Nas imagens apresentadas tal característica macroscópica visual não se manifestava.

Dentre os aspectos referentes à estrutura molecular, alguns alunos defenderam que a diferença entre os isômeros estava no fato de uma cadeia “ser mais aberta” e outra ser “mais fechada” em uma tentativa equivocada de relacionar os conhecimentos prévios sobre a classificação das cadeias carbônicas, estudados no trimestre anterior. As demais respostas foram sub categorizadas de acordo com aspectos específicos de conectividade e de configuração, conforme Figura 22

Figura 22 - Sub Categorias Respostas Problematização Inicial 1
O que diferencia as estruturas moleculares?



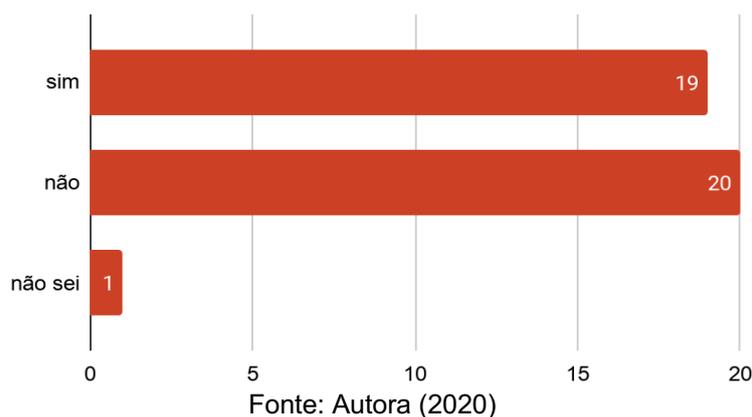
Fonte: A Autora (2020)

Dentre as respostas agrupadas na subcategoria Conectividade há aqueles que diferenciaram as moléculas pela “posição do grupo funcional”, ou do átomo de oxigênio, como foi o caso da aluna 16: “A posição da ramificação que acaba no oxigênio”; ou ainda fizeram a distinção pelas “ligações diferentes”, imaginando uma diferença de conectividade no fato da dupla ligação entre carbonos ser representada em diferentes “posições” em relação à molécula (ver Figura 19), como é o exemplo da Aluna 8 que afirmou “a diferença está em uma das ligações duplas”. Nas respostas categorizadas como Configuração houve tentativas de explicar a configuração indicando uma “diferença na forma” ou “diferença na estrutura”, a aluna 03 afirmou:

O que diferencia as duas moléculas é que a primeira "segue" para a direita enquanto a segunda para baixo, como suas fórmulas estruturais são diferentes suas propriedades também são, apesar de sua fórmula molecular ser a mesma.” (ALUNA 03)

Ao serem questionados se as duas moléculas receberiam o mesmo nome seguindo a nomenclatura IUPAC, dos 40 alunos que realizaram a atividades, 19 afirmaram que sim, teriam o mesmo nome, 20 afirmaram que não e 1 alunos não soube responder, conforme Figura 23.

Figura 23 - Resultados problematização inicial nomenclatura de diastereoisômeros
As duas moléculas receberiam o mesmo nome seguindo a IUPAC?



O ensino de nomenclatura ocupa boa parte do currículo de química orgânica no ensino médio, sendo reservado a atividades sobre nomenclatura grande parte da carga horária anual. Mesmo com o foco dado ao estudo da nomenclatura, ao se deparar com uma nova situação, observa-se que a aprendizagem não foi significativa, já que apenas metade dos alunos reconhece que diferentes estruturas químicas não podem ter o mesmo nome. Apenas um aluno afirmou que se tratava da mesma molécula, e 19 alunos disseram que ambas receberiam o mesmo nome.

Em resumo, mesmo 39 alunos reconhecendo que as estruturas dos isômeros do citral são diferentes (Figura 21) 19 afirmam que ambas terão o mesmo nome IUPAC, o que nos leva a inferir que para esses alunos o conhecimento acerca da relação estrutura x nomenclatura não está integrado até esse momento da UEPS, pois os estudantes não consideraram a configuração como fator que irá influenciar na nomenclatura.

Todos esses pontos serviram de base para organização das aulas subsequentes para o aprofundamento do conteúdo.

5.2.4 Aprofundamento do conteúdo

O objetivo foi apresentar os conteúdos de maneira que se integrem à estrutura cognitiva dos estudantes, começando com aspectos mais gerais, e, em seguida, abordar aspectos específicos (diferenciação progressiva), permitindo a ocorrência de um processo de subordinação derivativa, partindo da ideia geral das plantas

medicinais e da estrutura molecular com os conceitos específicos da e características mais relevantes da diastereoisomeria.

Para essa etapa, desenvolveu-se uma aula expositiva com o auxílio de slides (APÊNDICE B), contextualizando a estereoisomeria e as plantas medicinais, quais as possibilidades de ocorrência e sistemas de nomenclatura. Utilizou-se modelos moleculares concretos contribuindo assim não só com a construção dos conhecimentos científicos como também para abordagem de aspetos relacionados à visualização tridimensional juntamente com compreensão dos sistemas de nomenclatura *cis/trans* e *E/Z*, buscando o desenvolvimento de habilidades representacionais, visuais e a diferenciação dos isômeros.

5.2.5 Avaliação formativa

Avaliação que objetiva analisar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos principais conceitos trabalhados, relacionando-os a novos exemplos.

Os alunos foram novamente convidados a interpretar, por meio dos formulários do *Google*, fórmulas estruturais simplificadas de diastereoisômeros/isômeros geométricos, presentes em plantas medicinais (Figura 24).

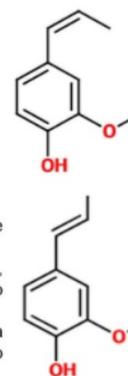
Figura 24 - Nova situação problema 1

Como se diferenciam as moléculas constituintes do eugenol, representadas abaixo? Explique. *



Louro, Cravo e Boldo

O eugenol é um princípio ativo com atividades Antioxidante (MORAIS, 2009)
 Analgésica e Antimicrobiana utilizado em tratamentos dentários, estimulante cardíaco, digestivo, respiratório e antiespasmódico (TANGERINO, 2006).
 Faz parte da composição do boldo (*Pneumus boldus*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), cravo (*Eugenia aromatica*) e louro (*Laurus nobilis L*) (MORAIS, 2009).
 Altas concentrações causam efeitos neurotóxicos, a mistura dos isômeros possui as propriedades citadas (TANGERINO, 2006)

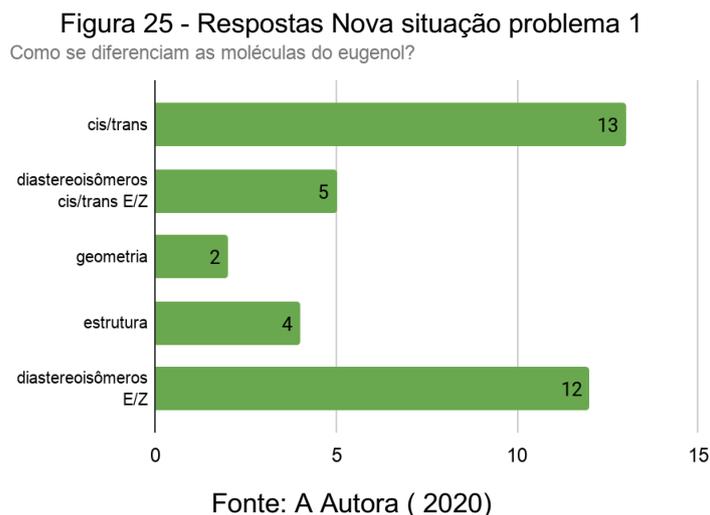


Fonte: A Autora (2020)

Diferentes das fórmulas utilizadas na situação problema inicial, bem como identificar, de acordo com o sistema de nomenclatura *E/Z*, e *cis/trans*, verificando a construção dos conceitos sobre isômeros geométricos e suas nomenclaturas, e a capacidade de interpretar fórmulas em 2D. Alguns alunos conseguiram responder ainda no período síncrono, levando cerca de 15 minutos para resolução, a tarefa ficou disponível para ser respondida de maneira assíncrona, através da plataforma *Google Classroom*, sendo que a maioria respondeu ainda no dia da aplicação, e quatro alunas responderam no intervalo de 5 dias.

Nessa nova situação problema apresentada, com a função de avaliar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos conceitos apresentados em aula, os alunos em sua maioria estabeleceram relações corretas entre as estruturas apresentadas e os conceitos de nomenclatura e organização tridimensional dos ligantes trabalhados em aula.

Um montante de 36 alunos respondeu à questão. As repostas passaram por etapa de pré-análise para de definição das categorias (APÊNDICE D) dentre os quais, 5 alunos distinguiram as estruturas utilizando os dois sistemas de nomenclatura estudados, 13 alunos identificaram a nomenclatura *cis/trans*, e 12 alunos explicaram conforme o sistema de nomenclatura *E/Z* (Figura 25), contabilizando um total de 30 respostas corretas, o que podemos considerar como evidência de uma aprendizagem significativa após a etapa de aprofundamento do conteúdo. Isso porque a diferenciação progressiva assim como a consolidação (do que está sendo estudado e aprendido) ocorre à medida que os conhecimentos dos alunos são moldados pelas situações que encontram e progressivamente dominam (MOREIRA 2011). Alguns alunos, no entanto, não tiveram uma aprendizagem significativa, reiterando seus conceitos prévios, sem conseguir superá-los.



Essa avaliação formativa evidenciou, portanto, a aquisição e o domínio dos conceitos científicos relacionados aos diastereoisômeros com base no repertório de termos apresentados pelos alunos na busca de explicar as diferenças dos isômeros do eugenol. Nesse ponto podemos inferir que se trata de uma possível evidência de aprendizagem significativa, já que na situação problema anterior ao aprofundamento do conteúdo um parcela significativa dos alunos não havia considerado que diferentes configurações levam a diferentes compostos com nomes distintos.

5.2.6 Nova situação-problema

Com objetivo de introduzir novos conhecimentos sobre o tópico enantiomeria, buscou-se relacionar os novos conceitos aos conceitos já trabalhados, contribuindo com a busca por novos conceitos pertencentes à matéria de ensino Estereoisomeria, e incitando a subordinação correlativa, onde há alargamento da estrutura cognitiva do aluno no que diz respeito à temática, ao repetir os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos.

O trabalho com as situações problema, bem como com as avaliações formativas seria mais profícuo ao ser realizado na forma de atividades colaborativas, que possibilitam o intercâmbio e a negociação de saberes, sendo a proposta original que o trabalho fosse todo realizado em duplas e presencialmente. No entanto, dada a situação sanitária em que nos encontramos, as atividades de situação problema foram desenvolvidas individualmente, com a utilização dos formulários do *Google*. O

formulário proposto contou com a imagem da estrutura em traços de dois enantiômeros (isômeros ópticos), bem como de plantas medicinais com ocorrência de tais moléculas e sua atividade biológica, com a finalidade de indicar semelhanças e diferenças entre as estruturas, a exemplo do demonstrado na Figura 26. Assim, além do objetivo de evidenciar semelhanças e diferenças entre fórmulas estruturais de pares de enantiômeros, buscou-se também a reflexão sobre as diferentes atividades biológicas, em um processo de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa.

Figura 26 - Nova situação problema enantiômeros

Observando as moléculas abaixo, de acordo com sua estrutura e fórmula molecular, você considera que são as mesmas moléculas? Qual a diferença entre elas? Discorra. *



Eucalipto, Menta e Canela

O citronelal apresenta atividades Antifúngica e Antioxidante, e está presente no eucalipto (*Eucalyptus*), erva-cidreira (*Melissa officinalis*), menta (*mentha L.*), canela (*cinnamomum*) e no capim santo (*cymbopogon*).
A estereoisomeria não interfere nas atividades antifúngica e antioxidante, bem como na citotoxicidade dos compostos. (OLIVEIRA, 2016)

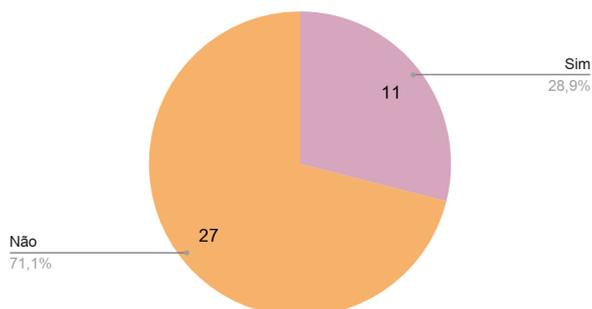


Fonte: A Autora (2020)

Esta situação problema foi disponibilizada por meio de um link enviado no chat do *Google Meet*, no início da aula 4, e foi respondida por 38 alunos, tendo duração de aproximadamente 30 minutos, com um intervalo de 18 minutos entre a primeira e a última devolução. Na Figura 27 estão expressas as respostas ao questionamento se moléculas apresentadas serem ou não representações da mesma estrutura; 27 alunos afirmaram que são estruturas diferentes, e 11 alunos defenderam serem representações da mesma molécula.

Figura 27 - Respostas nova situação problema

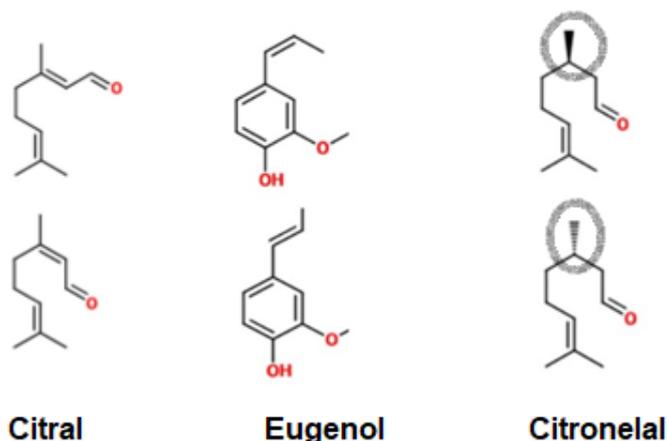
São as mesmas moléculas?



Fonte: A Autora (2020)

Diferentemente da situação problema inicial (isômeros do citral) e da nova situação problema sobre diastereoisômeros (eugenol) na qual a diferença entre os diastereoisômeros podia ser identificada na representação de traços dos mesmos, já a representação utilizada para os isômeros do citronelal envolve a compreensão de uma projeção de cunha, por se tratar de um composto que apresenta carbono quiral, que está em destaque na Figura 28.

Figura 28 - Comparação entre as representações



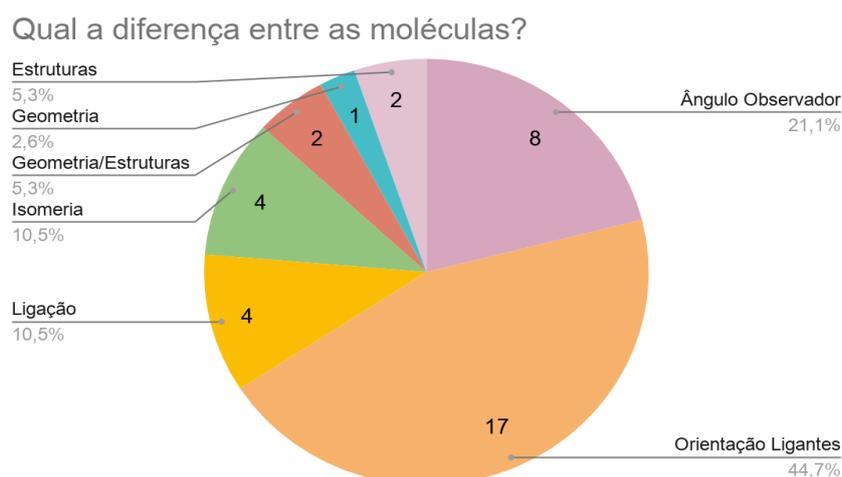
Fonte: A Autora (2020)

Os enantiômeros são comumente representados por projeções de cunha (assim como as de Fischer, de cavalete e de Newman), essas projeções são representações bidimensionais de uma estrutura tridimensional, e possibilitam estudar e entender melhor a estrutura molecular dos estereoisômeros. Com o aprendizado dessa forma de representação os químicos não precisam mais ter o modelo concreto em suas mãos, pois conseguem imaginá-lo a partir da fórmula estrutural desenhada. (ROQUE; SILVA, 2008). Mas em casos específicos e com determinados estudantes as projeções não são suficientes para fazer a conexão com

a estrutura tridimensional. (RAUPP; DEL PINO, 2013). Acreditamos que ao se depararem com esse novo elemento representacional, os alunos não possuíam em sua estrutura cognitiva os subsunçores adequados para fazer tal relação, o que explicaria o posicionamento desses 11 alunos.

As explicações apresentadas sobre as diferenças observadas entre as moléculas de enantiômeros passaram por uma pré-análise (APÊNDICE E) e foram categorizadas e organizadas graficamente na Figura 29.

Figura 29 - Resposta sobre diferença dos enantiômeros



Fonte: A Autora (2020)

Os 8 alunos que afirmaram se tratar da mesma molécula explicaram a diferença indicando se tratar de representações com distintos ângulos em relação ao observador, como o exemplo do Aluno 17, que escreveu: “A diferença entre essa moléculas é que uma (1ª) está virada para o observador e a outra (2ª) está virada para trás”. Alguns alunos demonstraram ainda não transpor seu conhecimento prévio, sem denotar a diferenciação progressiva dos conhecimentos prévios para os novos conhecimentos já abordados, como é o caso dos 4 alunos que continuaram afirmando que a diferença estava na ligação, e dos 5 alunos que utilizaram novamente os termos “estrutura” e “geometria”, sem especificações, para definir a diferença entre os compostos.

Um total de 4 alunos fez referência à isomeria óptica ou enantiomeria, provavelmente devido ao fato de ter sido mencionado quais os conteúdos seriam abordados na Unidade de Ensino, o que se desvela na resposta do Aluno 18: “Como a prof disse, são isômeros ópticos, ou seja deve ter algo em relação a luz. Então eu

acho que cada um muda conforme a luz?”. Dezesete alunos conseguiram identificar que a diferença entre as moléculas estava na orientação espacial de um dos ligantes, partindo de seus conhecimentos prévios sobre a representação das ligações no carbono tetraédrico (no plano, à frente e para trás do plano), conforme a Aluna 10:

“A diferença é a ligação representada pelos triângulos. O triângulo todo pintado (primeira molécula) significa que o H está fora do plano da folha, na direção do observador. O triângulo com espaços (segunda molécula), significa que o H está fora do plano da folha, mas mais distante do observador.” (Aluna 10)

A interconversão das estruturas representadas em 2D para suas configurações em 3D, e vice versa, é uma das dificuldades abordada por Rezende, Amauro e Rodrigues Filho (2016) em sua proposição metodológica para o ensino de estereoisomeria. A autora e seus colaboradores discorrem sobre as habilidades consideradas mais desafiadoras no estudo da estereoquímica: visualização das moléculas em suas conformações espaciais e interconversão 3D para 2D. Em sua proposição didática utilizam como recursos visuais o kit de modelos *Atomlig 77*, e como recurso facilitador da interconversão das estruturas em 2D utilizam impressões de estereoisômeros plotados no Chems sketch em folhas de ofício e em transparências, a fim de evidenciar a sobreponibilidade ou não das estruturas.

Ao final da análise, pode-se constatar que a situação inicial demandou a diferenciação progressivas dos estudantes, uma vez que novos conceitos foram introduzidos mais complexos foram introduzidos. Segundo Moreira (2011) as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade, evidenciando novos significados e diferenciando os subsunçores. Esse novo caso de estereoisomeria é importante para compreender as semelhanças e diferenças relativas às situações e exemplos de diastereoisomeria já trabalhados, agora com a necessidade de interpretar as estruturas em 3D. Dessa forma a diferenciação progressiva irá promover a incorporação ao subsunçor estrutura molecular, não só os significados relativos a diastereoisomeria, mas também de enantiomeria.

O processo de diferenciação progressiva é concomitante ao processo de reconciliação integrativa, uma vez que permite relacionar as diferentes aplicações de determinados subsunçores na medida em que integra seus significados, enriquecendo a estrutura cognitiva do aprendiz, essa diferenciação pode ser constatada ao final da análise dessa nova situação problema.

Cabe destacar nessa etapa, que a avaliação processual, característica marcante de uma UEPS, nos leva ao encontro das ideias apresentadas por Hilger e Griebeler (2013) que afirmam que como a aprendizagem significativa e o domínio de um campo são progressivos, o foco da avaliação é no progresso dos alunos ao longo da aplicação UEPS e não em seus resultados finais.

É possível verificar também, que assim como afirmam Raupp *et al* (2019) os obstáculos enfrentados no aprendizado da estereoquímica não são apenas os relativos à visualização:

[...] questiona-se se a falta de capacidade de visualização tridimensional não foi superestimada como um problema central no aprendizado da estereoquímica em detrimento de outros problemas de aprendizagem que, a nosso ver, precedem a necessidade cognitiva de visualização espacial. (Raupp *et al*, 2019, p.5)

Como discutido nas análises das situações problemas, as dificuldades que o grupo de alunos em estudo apresenta na identificação da relação estrutura x nomenclatura, na compreensão dos próprios elementos da estrutura molecular (conectividade, configuração) como também a correta interpretação das fórmulas e projeções utilizadas, corrobora com esse questionamento apresentado pelos autores.

5.2.7 Novo Aprofundamento do conteúdo

Objetivo dessa etapa é promover uma ampliação na estrutura cognitiva do aluno, abordar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças em relação às situações e exemplos anteriores.

Desenvolveu-se aula expositiva contextualizando a estereoisomeria e as plantas medicinais e abordando a enantiomeria e a existência de carbonos quirais em estruturas orgânicas, as propriedades ópticas dos enantiômeros e suas misturas, bem como a enantiosseletividade biológica, utilizando como recursos didáticos slides e modelos moleculares, a fim de contribuir para o desenvolvimento de habilidades representacionais em 3D.

Foram realizadas portanto, sucessivas interações entre os subsunçores, retomando a relação entre sistema de nomenclatura, estrutura molecular e atividade biológica, incorporando novos conceitos como quiralidade, propriedades ópticas, modelo chave-fechadura, habilidades de visualização e representação em 3D, buscando possibilitar assim o desenvolvimento das principais habilidades citadas por

Graulich (2015) para o aprendizado da química orgânica: habilidades representacionais, visualização espacial e raciocínio científico.

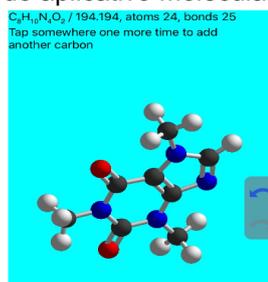
Cabe destacar que isomeria óptica e isomeria geométrica são considerados termos obsoletos e com o uso fortemente desencorajado pela IUPAC. Os termos a serem utilizados são diastereoisômeros e enantiômeros. Os enantiômeros são pares moleculares que são imagens especulares uma da outra e não sobreponíveis. Já os diastereoisômeros não têm relação com a imagem especular (IUPAC, 2012). No entanto, é comum encontrar os termos obsoletos em materiais didáticos atuais; por isso, recomenda-se a utilização de ambos os termos.

5.2.8 Nova Avaliação formativa

O Objetivo foi evidenciar a construção de significados de mais elevado nível de complexidade, em relação às representações em 3D, por meio de atividade colaborativa com a mediação do professor.

Para o desenvolvimento dessa atividade foi proposto o trabalho em duplas, as estruturas enantioméricas da carvona, do limoneno e do mentol, foram disponibilizadas, e divididas para o trabalho em dupla. Cada dupla ficou responsável pela montagem e visualização de um par de enantiômeros em 3D, no aplicativo gratuito de celular “*Molecular Constructor*” (Figura 30). A montagem, que teve início no final da aula, foi finalizada assíncronamente em até 2 dias após o dia da aplicação. As imagens foram salvas e encaminhadas para a professora via plataforma *Google Classroom*, de maneira a registrar habilidades de construção e visualização espacial de moléculas enantioméricas. Foi organizado um passo à passo para a utilização do aplicativo, disponível no Apêndice B.

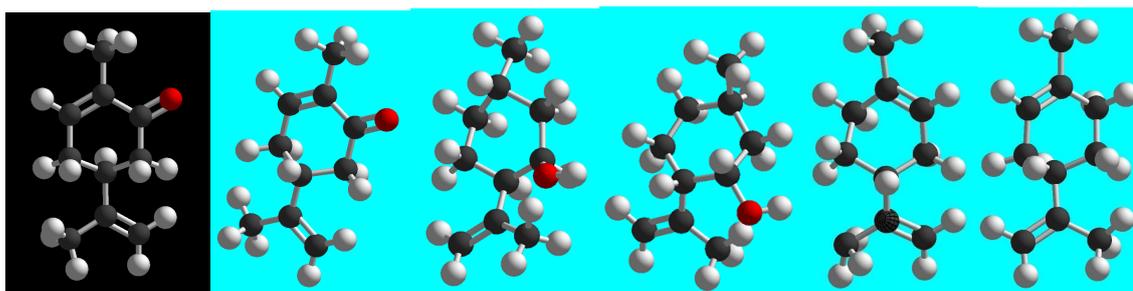
Figura 30 - Imagem do aplicativo Molecular Constructor



Fonte: Autora (2020)

Nessa etapa, conforme critério do professor, pode ainda ser utilizado outro aplicativo, software ou construção de modelos com kit ou materiais alternativos. A utilização de modelos concretos, ilustrações, animações, modelagem e simulações podem auxiliar nas dificuldades que os estudantes possuem em visualizar estruturas moleculares em 3D, promovendo a denominada alfabetização tridimensional (RAUPP, 2015). Na figura 31, apresenta-se um compilado das estruturas da carvona, do mentol e do limoneno, montadas pelos alunos 8 e 19, 4 e 17, e 5 e 2, respectivamente.

Figura 31 - Enantiômeros montados com o app Molecular Constructor



Fonte: Autora (2020)

Observando as estruturas é possível verificar a complementaridade especular das mesmas, adotando um ponto referencial na molécula e observando a orientação dos ligantes do carbono quiral em relação ao referencial adotado, como é o caso dos dois primeiros pares de enantiômeros; já nas estruturas do limoneno, as imagens foram feitas pelos alunos conforme sua imagem especular, sendo possível perceber facilmente que se tratam de imagens especulares.

A resolução de problemas em 3D pode ser facilitada com o uso de modelos e imagens de aplicativos, sendo este tipo de problema um dos principais no estudo da química orgânica (FROMM, 1945; SHINE, 1957; EVANS, 1963; HABRAKEN, 1996; WU; SHAH, 2004). Fazendo com que o uso de recursos visuais no ensino de química seja indispensável no trabalho de mediação dos conteúdos, facilitando a visualização tridimensional e conformacional das estruturas, e propiciando o desenvolvimento de habilidades mentais de domínio espacial. Diversos recursos visuais têm sido utilizados no ensino de estereoquímica como modelos moleculares, softwares e aplicativos de realidade aumentada e impressões de enantiômeros em transparências. (RAUPP *et al*, 2010; SIMÕES NETO, CAMPOS, MARCELINO JÚNIOR, 2013; PAULETTI, ROSA, CATELLI, 2014; FREITAS FILHO *et al*, 2015;

DINIZ JÚNIOR, SILVA, 2016; REZENDE, AMAURO, RODRIGUES FILHO 2016; MININEL *et al*, 2017; RUBILAR *et al*, 2017; ARAÚJO, MALHEIROS, TEIXEIRA, 2018; PAULETTI, CATELLI 2018).

Dessa forma essa atividade foi considerada proveitosa pelos alunos, uma vez que exigiu uma intensa troca de saberes e percepções, bem como a necessidade de perceber quando estavam desenhando a mesma estrutura em diferentes ângulos, e quando estavam desenhando o enantiômero, esta negociação exigiu o desenvolvimento de habilidades espaciais de parte dos alunos.

5.2.9 Aula Integradora Final

Essa aula objetivou a síntese das temáticas, modelos e conceitos, elaborados na UEPS.

Nessa aula síncrona, via *Google Meet*, retomou-se todo o conteúdo da UEPS, buscando promover a reconciliação integrativa, mostrando a convergência entre os conceitos abordados, revendo as atividades e retornando aos alunos avaliações formativas. Tal retomada ocorreu com o auxílio dos slides preparados para a UEPS, bem como a síntese dos principais resultados obtidos nas atividades realizadas.

Após a retomada das atividades, realizou-se como atividade formativa integradora a construção de um mapa conceitual como forma de verificar a ocorrência de processos de reconciliação integradora levando o aluno a criar e recriar relações conceituais de modo a integrar os significados emergentes de modo harmonioso com os demais. (MOREIRA,1987). A construção de mapas conceituais como atividade colaborativa pode ser realizada em pequenos grupos de dois a quatro participantes.

Nesta UEPS propôs-se o desenvolvimento dos mapas em grupos de até 3 alunos, utilizando a ferramenta *online CmapCloud* a partir de conceitos-chave, trabalhados durante a UEPS; tais conceitos encontram-se no Apêndice B. Os grupos foram orientados a elaborar rascunhos antes da construção final, e poderiam utilizar outras ferramentas, a atividade teve início durante a aula, e os alunos tiveram um período de uma semana para o envio do mesmo, via *Google Classroom*. Como recursos que poderiam ser utilizados em substituição ao *CmapCloud* de acordo com as diferentes realidades indica-se a realização do mapa conceitual em folhas de ofício, cartolina, *post-it*, editor de texto, etc.

Na UEPS aqui apresentada, a construção do mapa conceitual foi realizada como atividade formativa integradora final, buscando promover uma atividade colaborativa de negociação de significados, bem como os processos de reconciliação integrativa e diferenciação progressivas, inerentes à construção dos mapas conceituais, e que permitem identificar aspectos da aprendizagem significativa do conteúdo abordado. Como já detalhado, os conhecimentos prévios foram levantados a partir de atividades com questionários, debate de documentário e situações problemas; não tendo sido utilizado o mapa conceitual com esta finalidade.

A utilização do mapa conceitual como uma ferramenta o aprendiz pode organizar seu conhecimento, evidenciando as relações entre os conceitos prévios e os novos conceitos, em um processo de diferenciação progressiva, e inter relacionando os novos subsunçores em um processo de reconciliação integrativa.

Com a avaliação dos mapas construídos a professora, ou o professor, pode inferir importantes informações sobre possíveis lacunas no material didático utilizado, ou ainda lacunas no aprendizado do estudante, que podem ser sanadas em um momento posterior, e possibilitando também, ao professor, a compreensão de aspectos da estrutura cognitiva de seus estudantes durante a aprendizagem daqueles conceitos. (CORREIA; DONNER JUNIOR; INFANTE-MALAQUIAS, 2008; AQUINO; CHIARO, 2013; LIMA *et al.*, 2017)

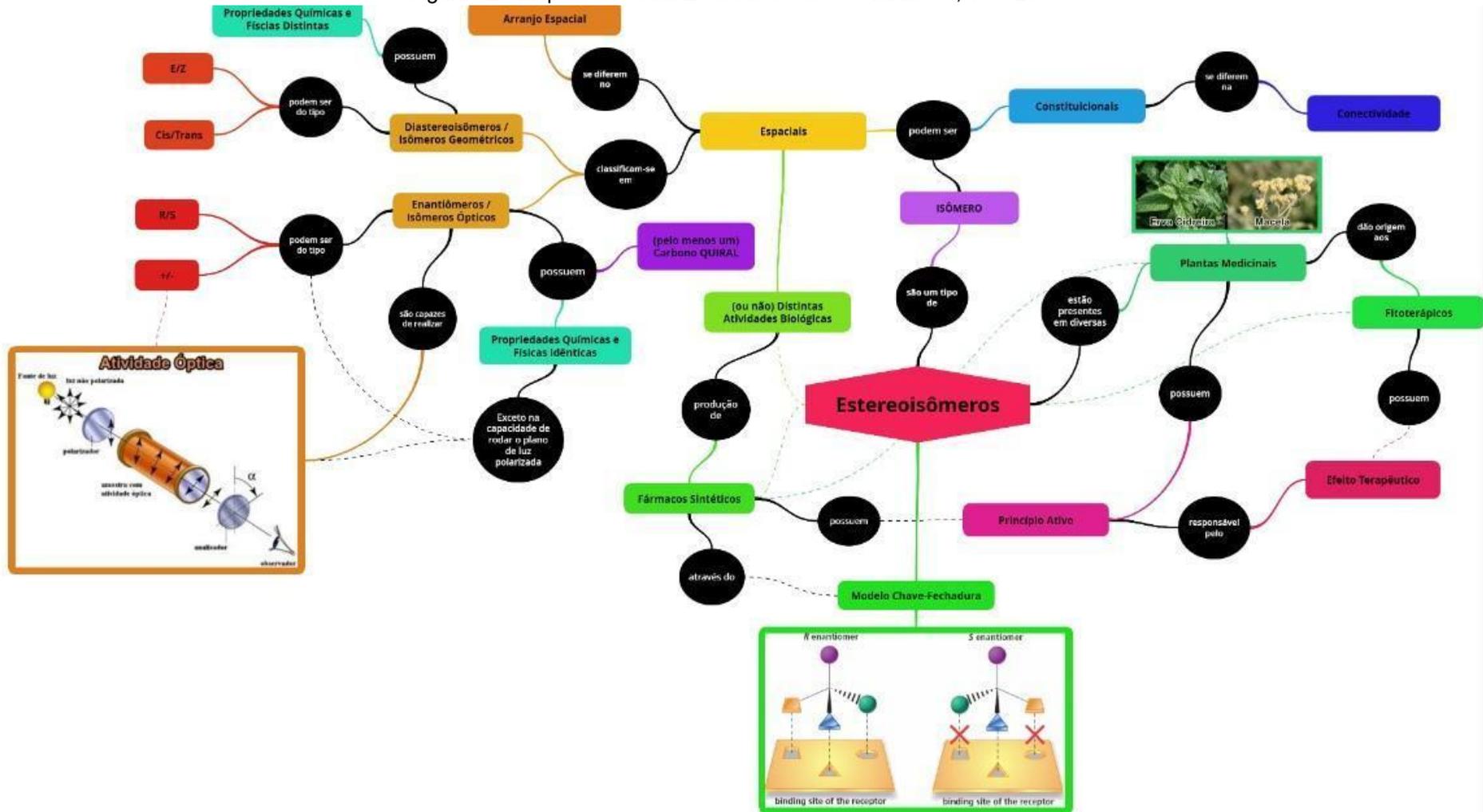
Foram selecionados 3 Mapas Conceituais construídos pelos alunos, de maneira assíncrona, durante a aplicação desta UEPS, que compõem as Figuras 32, 33 e 34 organizadas a seguir. Os mapas conceituais foram selecionados tendo em vista sua relevância em termos de indícios de aprendizagens significativas a respeito dos tópicos relacionados à estereoisomeria e sua ocorrência em plantas medicinais. Ao total foram apresentados 25 mapas conceituais. Em sua maioria apresentaram boa estruturação e satisfatório domínio dos significados, embora alguns tenham elaborado mapas contendo também frases explicativas e não apenas os conceitos, seus conectivos e relações.

O primeiro mapa apresentado na Figura 32 foi elaborado pelas alunas 14, 15 e 20; nesse mapa, assim como nos demais mapas aqui apresentados, é possível perceber a hierarquização dos conceitos, havendo o destaque do conceito central estereoisomeria, ao qual os demais conceitos são relacionados. As ligações cruzadas

apresentadas foram consideradas satisfatórias para o nível de aprofundamento do conteúdo, apresentando inter-relações adequadas do ponto de vista científico.

Quanto à validade dos conceitos, apresentamos aqui, mapas conceituais que apresentaram significativa abrangência aos conceitos propostos previamente pela professora pesquisadora. Percebe-se ainda a duplicação do conceito “estereoisômeros”, a construção dos mapas conceituais foi realizada de maneira assíncrona, e este grupo buscou a orientação da professora a partir das redes sociais. Em um destes contatos via rede social, o conceito se apresentava duplicado, fato que foi destacado pela mediação da professora, a fim de que reorganizassem os conceitos de maneira que o mesmo aparecesse apenas uma vez; no entanto a solução adotada foi substituir um dos conceitos pelo sinônimo “espaciais”. Tal fato demonstra a dificuldade comunicacional imposta pelo trabalho à distância, e também uma dificuldade das alunas em relacionar as atividades biológicas relacionadas aos estereoisômeros como uma característica possível não só para os enantiômeros, como também para os diastereoisômeros, não sendo observada a transposição dessa concepção após a mediação realizada.

Figura 32 - Mapa Conceitual Estereoisômeros - Alunas 14, 15 e 20



Fonte: A Autora (2020)

A dificuldade em relacionar as atividades biológicas das plantas medicinais com os dois tipos de estereoisomeria apresentados foi observada ao comparar os trabalhos dos estudantes, e perceber que o conceito de atividade biológica foi expresso, na maioria dos trabalhos, apenas em sua relação aos enantiômeros, como pode ser verificado no mapa da Figura 33 elaborado pela aluna 4. Priorizando os conceitos, o mapa apresentado é bastante completo, apresentando organização lógica dos conceitos, onde a partir do conceito geral “isômeros” são especificados os casos de estereoisomeria trabalhados. As inter-relações apresentadas também são bastante ricas e satisfatórias, evidenciando que a construção do mapa conceitual exigiu da aluna sucessivas diferenciações progressivas entre os conceitos, e suas consequentes reconciliações integrativas, uma vez que se tratam de dois processos dinâmicos e interdependentes no processo de ampliação da estrutura cognitiva e tal estrutura cognitiva pode ser representada pelo mapa conceitual.

A relação entre as moléculas estudadas e sua presença nas plantas medicinais, além de se limitar aos enantiômeros, se apresenta de maneira tímida no mapa da aluna 4.

Na figura 34, o mapa elaborado pelos alunos 21 e 22 mostra que, a partir do estudo realizado pelos estudantes, foi possível relacionar a ocorrência dos dois tipos de estereoisomeria abordados às plantas medicinais. Verificou-se a correta hierarquização dos conceitos abordados, onde o conceito central foi “Estereoisômeros”, e como já destacado, os alunos relacionaram as plantas medicinais com o fato de que muitas possuem em seus princípios ativos moléculas estereoisômeras. Os alunos apresentam uma maior exploração dos conceitos relacionados às plantas medicinais, temática adotada na UEPS, utilizando ainda imagens para destacar as diferenças entre os diastereoisômeros E/Z e *cis/trans*, bem como as diferentes características representadas pelos sistemas +/- e R/S que diferenciam os enantiômeros.

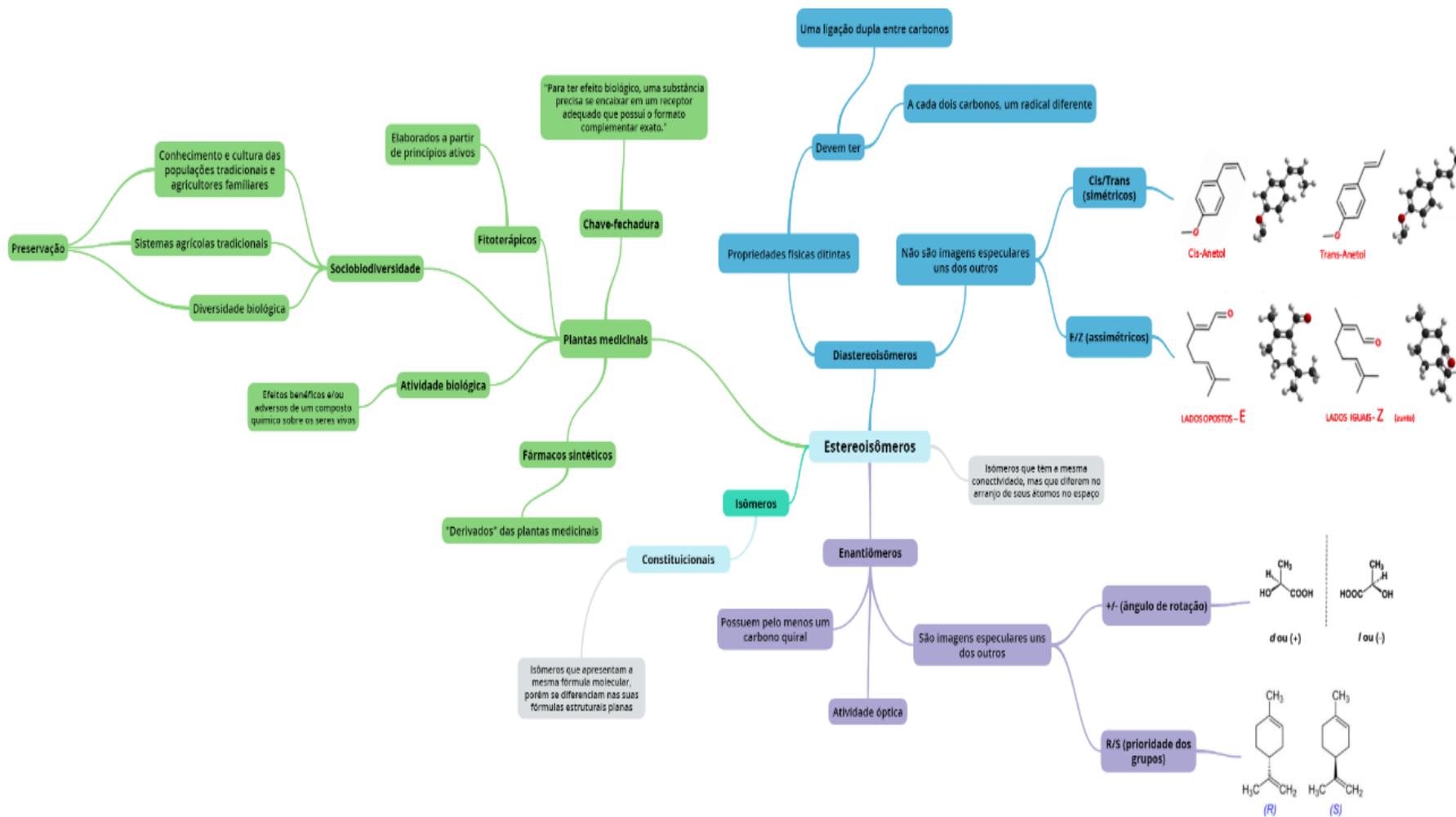
O mapa conceitual, no entanto, não apresenta ligações cruzadas, interligando os conceitos trabalhados entre si, e também não apresentaram os conectivos que dão sentido à relação entre os conceitos. A falta dos conectivos não permite ao educador, neste caso, perceber se os conceitos apresentados se relacionam na estrutura cognitiva dos alunos de maneira significativa, ou se foram apenas apresentados da forma que o material instrucional apontou.

Este fato não é definidor da aprendizagem ou não, uma vez que são os alunos que atribuem significado ao material, e não ao contrário (AQUINO; CHIARO, 2013). A partir da análise do mapa apresentado é possível perceber a ocorrência da diferenciação progressiva, uma vez que partem de conceitos mais gerais para os mais específicos, mas neste caso, a reconciliação integrativa não está explícita, uma vez que não ocorrem ligações cruzadas ou transversais entre os conceitos (LIMA *et al.*, 2017)

A lacuna com relação à possibilidade de que ambos os casos de estereoisomeria estudados podem apresentar atividade biológica serviu neste caso, para a retomada dessa questão em atividade síncrona de revisão, e também para o aprimoramento do material instrucional (Apêndice B) utilizado para a abordagem do conteúdo, que continha apenas ilustração a respeito do modelo chave-fechadura para o caso dos enantiômeros. Aquino e Chiaro sintetizam:

“(…) os mapas conceituais podem também ser utilizados pelo professor como uma ferramenta de avaliação ou auxiliar na preparação de suas aulas, tornando claros os conceitos ou preenchendo as lacunas apresentadas pelos estudantes nos seus respectivos mapas.” (2013, p. 163)

Figura 34 -Mapa Conceitual Estereoisômeros - Alunos 21 e 22



Fonte: A Autora (2020)

Embora não tenha sido realizada a comparação dos antes e depois dos mapas conceituais, compreende-se, em harmonia com os autores referidos, que tais ferramentas não buscam um produto acabado, onde se avalia o trabalho do aluno conforme um modelo de referência, atribuindo uma avaliação final, mas sim, que o mapa conceitual é um processo que pode provocar a aprendizagem significativa por parte do estudante.

5.2.10 Avaliação de aprendizagem na UEPS

Objetiva-se com essa etapa buscar evidências da construção de saberes significativos, envolvendo a temática bem como os conceitos e habilidades com relação à estereoisomeria.

A avaliação na perspectiva da aprendizagem significativa é realizada do ponto de vista processual e, por isso, feita a partir dos registros das avaliações formativas, desenvolvidas ao longo da UEPS (formulários de interpretação de moléculas, participação no debate, molécula construída no aplicativo, mapas conceituais) e de avaliações ao final da aplicação da mesma.

Além da construção do mapa conceitual, como avaliação final, realizou-se uma avaliação somativa individual na forma de teste para avaliar o alcance de determinados objetivos de aprendizagem com exercícios adaptados ou não de processos seletivos. O questionário aplicado na forma de formulário do google, contou com 15 questões sobre estereoisomeria, sendo 14 objetivas e 1 descritiva. A aplicação se deu na última aula programada para a UEPS, de maneira síncrona, tendo duração de um período de 60 minutos; 4 alunos não haviam conseguido terminar durante o período, portanto o formulário ficou disponível, tendo sido respondido em até dois dias após a aplicação síncrona.

Uma lista contendo as quinze questões utilizadas e mais doze questões extras estão disponíveis na Unidade de Ensino Potencialmente Significativa disponibilizada no Apêndice B, e foram divididas entre os isômeros geométricos e ópticos. A respeito dos diastereoisômeros - geométricos, as perguntas buscaram evidenciar conhecimentos a respeito da interpretação de fórmulas estruturais e fórmulas em traços, abordando ainda a atividade biológica do retinal com uma questão do Exame

Nacional do Ensino Médio (ENEM), bem como sobre os diferentes sistemas de nomenclatura, *cis/trans* e *E/Z*, conforme da pergunta 5. (Figura 35).

Figura 35 - Questão sobre nomenclatura de diastereoisômeros
É comum relacionarmos, inadvertidamente, isômeros *cis* à isômeros "*Z*", e isômeros *trans* aos isômeros "*E*". No entanto essa relação não é verdadeira. Observe os compostos abaixo, dê a nomenclatura dos mesmos conforme sistema *cis/trans* e *E/Z* e explique o por que não é correto relacionar diretamente os dois sistemas de nomenclatura.



Fonte: A Autora (2020)

Quanto aos enantiômeros, as perguntas abordaram a possibilidade dos enantiômeros possuírem diferentes atividades biológicas, as características de uma mistura racêmica, a identificação do carbono quiral e do número de enantiômeros, aspectos da estrutura molecular, a exemplo da questão 11 (Figura 36).

Figura 36 - Questão sobre enantiomeria

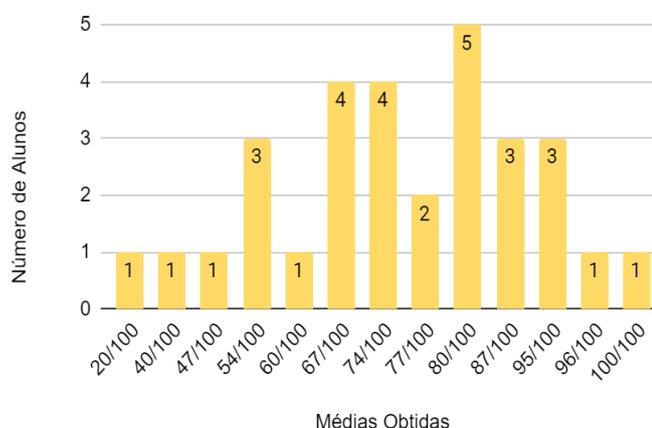
Em 1848, Louis Pasteur estudou os sais de potássio e amônio obtidos do ácido racêmico (do latim *racemus*, que significa "cacho de uva"), o qual se depositava nos tonéis de vinho durante a sua fermentação. Após observar que esse ácido era uma mistura de dois outros com a mesma fórmula molecular do ácido tartárico que, separados, desviavam a luz plano-polarizada e juntos, em quantidades iguais, perdiam essa propriedade, nasceu o conceito de mistura racêmica. De acordo com o exposto, assinale a opção correta, com relação aos conceitos de isomeria espacial.

- Uma mistura racêmica é uma mistura equimolecular de dois compostos enantiomorfos entre si.
- O butan-1-ol, por ser um álcool opticamente ativo, pode originar uma mistura racêmica.
- O but-2-eno apresenta dois isômeros ópticos, o *cis* but-2-eno e o *trans* but-2-eno.
- O butan-2-ol apresenta três isômeros ópticos ativos denominados dextrógiro, levógiro e racêmico.
- Quando um composto desvia a luz plano-polarizada para a direita é chamado de levógiro.

Fonte: A Autora (2020)

Um total de 30 respostas válidas foram coletadas, sendo que 19 alunos atingiram média superior à 70%, conforme pode ser visualizado na Figura 36.

Figura 37 - Médias dos alunos na avaliação tipo teste



Fonte: A Autora (2020)

Os dados quantitativos sugerem que, de maneira geral, houve um bom aproveitamento da unidade de ensino, bem como sua potencial aprendizagem.

5.2.11 Avaliação da UEPS

Nessa etapa o objetivo foi avaliar a unidade de ensino de acordo com os conceitos e habilidades desenvolvidos significativamente de acordo com a perspectiva dos estudantes. Após a aplicação da UEPS, as atividades foram avaliadas qualitativamente e quantitativamente a respeito da aprendizagem significativa dos conceitos e habilidades inerentes e relacionadas ao estudo da estereoisomeria, a partir dos registros realizados nas fichas de situações problemas e situações iniciais, na aplicação do conhecimento por parte dos alunos, na participação em momentos gravados com áudio, e na observação participante durante a aplicação das atividades por meio do diário do professor.

Como avaliação da Unidade de Ensino, aplicou-se ainda um questionário individual, com questões do tipo escala *Likert*, Tabela 3, e também questões abertas, para a avaliação sob a perspectiva dos alunos. As questões escala Likert indicam o nível de concordância do entrevistado com a afirmativa, este nível vai de Concordo Fortemente, Concordo, Indiferente, Discordo até Discordo Fortemente.

Tabela 3 - Questionário final Avaliação UEPS - Questões escala Likert

Questões	Números de respostas				
	CF	C	I	D	DF
Acho útil utilizar esta Unidade de Ensino em aula.		4	4	3	
O uso da Unidade de Ensino me motivou a aprender.		2	7	1	1
Aprendo mais com aulas tradicionais (aulas apenas expositivas).	1	7	2	1	
Recomendo que outros professores utilizem a Unidade de Ensino.			8	3	
A atividade com o Documentário colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.		3	4	4	
A atividade com o Aplicativo de Montagem de Moléculas colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.		5	3	2	1
A atividade com o Mapa Conceitual colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.	2	4	5		
O uso da temática Plantas Medicinais colaborou para o meu aprendizado do conteúdo de maneira significativa.		3	4	4	
Estabeleci relações entre meus conhecimentos já existentes e os novos conhecimentos.		8	2	1	
Consigo me expressar de diferentes maneiras a respeito dos conteúdos estudados.		4	4	2	1
É notável a existência de relações lógicas entre os conteúdos abordados na Unidade de Ensino.		8	2	1	
A Unidade de Ensino como um todo colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.		4	5	2	

Fonte: A Autora (2020)

O principal fator apontado em oposição à utilização da unidade de ensino foram os formulários da situação inicial, os alunos alegaram que os mesmos ocuparam um tempo muito grande da aula síncrona, e que se sentiram prejudicados em ter que responder algo antes de ter estudado, como o Aluno 23, que declarou: “A sensação de olhar, não saber/ não ter certeza do certo, e mesmo assim ter que responder a uma pergunta é agonizante.” Desta vista, os formulários, da maneira que foram aplicados, foram considerados como elementos desmotivadores.

Outros fatores que influenciaram na rejeição de alguns em relação à unidade de ensino podem estar relacionadas à fatores que Moreira (2010) considera como afetivo-sociais e externos. Entre os afetivos-sociais estão a motivação e o estímulo, a disposição em desenvolver aquela atividade; enquanto os fatores externos podem estar ligados, nesta avaliação, à maneira de expor o conteúdo e à mediação da professora, como pode ser observado nas respostas das questões abertas, uma vez que foram estabelecidas relações lógicas entre os conteúdos, de maneira sistemática, e o material instrucional fora avaliado por outros profissionais da educação durante o desenvolvimento da pesquisa. Oito dos onze alunos que responderam ao questionário avaliativo, afirmaram preferir aulas tradicionais, o que expõe outro possível motivo da avaliação negativa. Trata-se de uma escola tradicional, onde os alunos em sua maioria, buscam alcançar bons resultados, visando principalmente o êxito em futuros processos seletivos. A perspectiva construtivista e alicerçada nos conhecimentos prévios dos alunos é desenvolvida justamente em oposição às atividades mnemônicas às quais os alunos já estão acostumados.

A abordagem temática é também um elemento desafiador no sentido de que exige uma ruptura com o currículo escolar atual, estruturado a partir de um elenco de conceitos científicos (BRAIBANTE; PAZINATO, 2014).

Mesmo não tendo sido recomendada pelos alunos, algumas atividades desenvolvidas pela unidade de ensino podem ser avaliadas positivamente, a respeito do documentário apenas 3 alunos afirmaram que foi significativo para sua aprendizagem, provavelmente pelo caráter não conteudista desta atividade, sendo uma atividade introdutória, com um bom nível de participação dada às circunstâncias do trabalho remoto. O trabalho com o documentário buscou subsidiar o trabalho com a temática, bem como superar a abordagem de uma ciência acabada, única e

verdadeira, bem como a apresentação de novas perspectivas e possibilidades de interagir com a natureza, com uma postura mais humanista, em acordo com Gonzáles (2004) e Santos (2008). O uso da temática foi considerado significativo por 3 alunos, enquanto 4 foram indiferentes e 4 alunos não consideraram o uso da temática como uma abordagem significativa.

No tocante ao aplicativo de montagem de moléculas foram realizados elogios por parte de alguns alunos que afirmaram ter sido uma atividade significativa uma vez que ao montar os enantiômeros alargaram sua capacidade de visualizar as estruturas tridimensionalmente, diferenciando e reconciliando aspectos configuracionais da estrutura molecular. Um aluno discordou fortemente sobre a construção de conhecimentos significativos com o uso do aplicativo, o trabalho remoto pode ter contribuído para esta não atribuição de significados, uma vez que não foi possível mediar todos os trabalhos realizados.

A atividade com o mapa conceitual foi considerada proveitosa por 6 alunos, uma possibilidade para a maior aceitação desta atividade pode ser o fato de que os alunos já trabalhavam anteriormente com o uso de mapas mentais, e também pelo fato de que a construção do mapa conceitual exige do aluno uma retomada de todo o conteúdo, permitindo rever lacunas e buscar o entendimento e aprofundamento dos conceitos.

O aluno 18 salienta: “Fazer tudo em casa e poder pesquisar qualquer coisa a qualquer momento”, demonstrando sua disposição a aprender, bem como o conforto do trabalho em casa. E o aluno 24 considera: “Maneira alternativa de contornar a situação em que nos encontramos.”

A necessidade de organizar sua nova rotina de estudos foi pontuada como um fator negativo e positivo ao mesmo tempo, pois tratou-se de um desafio que os levou a gerenciar melhor o tempo. O aluno 28 explicou como aspectos positivos a possibilidade de ficar mais confortável durante a aula, e a aluna 27 relatou que com o maior tempo livre, teve a oportunidade de assistir documentários de diferentes temáticas, repensando sua postura em sociedade em relação ao consumo de produtos de origem animal.

O aluno 2 afirmou não ver aspectos positivos no trabalho remoto. 8 alunos afirmaram ter estabelecido relações entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos, demonstrando a construção de relações substantivas com os novos conceitos na construção de significados pessoais para o conteúdo e em mesmo número afirmaram ser notável a existência de relações lógicas entre os conteúdos abordados, demonstrando a não-arbitrariedade entre os novos conhecimentos e a estrutura cognitiva dos alunos.

Quatro alunos afirmaram conseguir se expressar de diferentes maneiras a respeito dos conteúdos estudados, enquanto outros 4 foram indiferentes e 3 discordaram da afirmação. A capacidade de se expressar de diferentes maneiras sobre o conteúdo é um dos aspectos que corroboram com a substantividade das atividades, ou seja, sobre a potencialidade da aprendizagem ter sido significativa, a partir do estabelecimento de relações explícitas e sólidas entre os conceitos e habilidades desenvolvidos. Também foram quatro alunos que afirmaram que a unidade de ensino como um todo colaborou para seu aprendizado de maneira significativa, quatro foram indiferentes e dois discordaram da afirmação.

Sobre os aspectos positivos e negativos da unidade de ensino e do trabalho remoto, bem como sobre aspectos que podem melhorar, foram feitas questões abertas, das quais se discorre sobre as devolutivas.

Entre os aspectos positivos da unidade de ensino, três alunas afirmaram ser positiva a relação entre os conteúdos e aspectos do cotidiano, a aluna 25 explicou: “Relacionar conhecimentos cotidianos com conhecimento teórico.”; enquanto a aluna 4 escreveu: “A ligação do conteúdo com coisas materiais que podemos observar na prática, como o uso de plantas medicinais.” e a aluna 27 que atribui significados para a vida: “Achei que contribuiu pra minha vida, visto que percebemos a presença do conteúdo no nosso cotidiano.”

Entre os aspectos negativos, o aluno 24 explicou ser “a maneira como o conteúdo foi abordado”, enquanto o aluno 18 disse: “Quando utilizado antes da matéria”, fazendo alusão ao uso dos formulários nas situações problema. Já as alunas 4 e 27 atribuíram como aspectos negativos a complexidade dos conceitos abordados, ao que a aluna 27 complementou, afirmando que as aulas não-presenciais dificultam o aprendizado de aspectos mais complexos. Os demais alunos afirmaram não fazer diferença para eles o trabalho com a unidade de ensino (2 alunos) ou não opinaram.

O aluno 2 fez ainda uma importante reflexão: “Podemos errar para aprender”, este intercâmbio de saberes e necessidade de reflexão, de reformulação de perguntas e respostas, é o que Moreira (2005) define como curiosidade epistemológica. Quanto mais o aluno souber “aprender a aprender”, mais significativas serão as relações os novos saberes e a estrutura cognitiva do aluno. Esta fala é também um indício da potencialidade da unidade de ensino desenvolvida, uma vez que para a aprendizagem ser significativa é necessária a negociação entre os significados atribuídos pelos alunos e os significados aceitos no contexto da matéria de ensino (MOREIRA, 2010).

O aluno 24 afirmou ser a “praticidade” um aspecto positivo, e o aluno 18 apontou como positivo o fato de “Testar o conhecimento adquirido após o estudo”. Já o aluno 5 foi taxativo: “Não acho que tenha”, referindo-se aos aspectos positivos da unidade de ensino.

Sobre os aspectos a melhorar, os alunos 5 e 28 sugeriram “slides com conteúdo” e “aulas com resumo explicativos e gravadas”, a solicitação de um material que foi elaborado (slides e resumos), avaliado, utilizado e disponibilizado sugere uma falha comunicacional gerada pelo trabalho remoto, ou ainda um distanciamento entre os alunos e a professora mediadora. Os alunos relatam, desde o início do trabalho remoto, sua preferência por aulas gravadas, para que eles possam assistir de acordo com sua organização pessoal, achando difícil a concentração com as aulas online.

O aluno 24 sugeriu melhorar “a abordagem do conteúdo”, e a aluna 4 recomendou que fosse utilizada uma linguagem mais simples. A linguagem no intercâmbio de significados está entre os principais fatores apontados por Moreira (2012) para o desenvolvimento de atividades significativas, sendo portanto um desafio para o professor mediador facilitar a captação de significados, estando atento à negociação de saberes ao manter o diálogo com os discentes.

O uso de analogias e metáforas, que pode facilitar o entendimento dos conceitos mais complexos, não pode ser realizado de maneira espontaneísta, o que poderia gerar erros de conceituação, conforme abordado por Araújo, Malheiro e Teixeira, (2015), devendo ser devidamente planejado, observando possíveis desvios de significado, o que seria um obstáculo para uma efetiva aprendizagem.

O aluno 18 apresenta em sua resposta uma necessidade de adequação, sugerindo: “Outras atividades como mapa mentais e resolução de alguns exercícios ao vivo”. Toda a unidade de ensino havia sido planejada com atividades colaborativas, contando com a mediação da professora.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS

Essa pesquisa iniciou com o questionamento: *Quais as contribuições de uma unidade de ensino baseada na teoria da aprendizagem significativa com a temática plantas medicinais para ensino de estereoisomeria em compostos orgânicos?* Ao finalizar análise do produto educacional desenvolvido que objetivou apresentar possibilidades didáticas para o ensino de estereoquímica a nível médio, seja no ensino presencial ou no remoto, podemos apontar algumas contribuições.

Ao trilhar uma sequência lógica entre os conteúdos da matéria de ensino, organizados em ordem crescente de complexidade e contando com recursos didáticos potencialmente significativos, que buscam a participação ativa dos alunos e sua motivação para o desenvolvimento das habilidades necessárias no entendimento dos tópicos de estereoisomeria, verificamos que além do potencial de promover a aprendizagem significativa, a UEPS tem o potencial de promover uma atitude reflexiva da prática docente ao demandar uma avaliação processual, não só para identificação de subsunçores relevantes como também a verificação da ancoragem dos novos conceitos por meio da diferenciação progressiva e da reconciliação integrativa.

Uma importante contribuição é a participação ativa dos alunos visto que o aprofundamento do conteúdo constitui uma das etapas da UEPS, ou seja, a dinâmica da sala de aula não é baseada em aulas expositivas de conceitos, demandando em várias etapas a resolução de situações problema. Essas atividades que visam relacionar conhecimentos prévios com os novos conceitos de forma progressiva foram elaboradas com diferentes recursos e tipos de avaliação, abordando as diferentes plantas medicinais, com representações em 2D e 3D das moléculas, assim como suas características estereoisômeras, e relacionando os três níveis de representação referentes ao estudo da química: o simbólico, com a análise das fórmulas estruturais, simplificadas e moleculares; o microscópico, ao trabalhar com estruturas tridimensionais e o macroscópico, ao relacionar as moléculas às suas diferentes atividades biológicas. Além da resolução de problemas em três dimensões mediada com o uso do aplicativo *Molecular Constructor*. E finalmente a atividade de construção do mapa conceitual exigiu do aluno o desafio de organizar, relacionar e aprofundar os conceitos trabalhados, podendo ser realizado por meio de ferramentas online como o *Cmap Cloud*.

Como contribuições para a prática docente, o desenvolvimento desta unidade de ensino contribuiu para uma maior apropriação dos conteúdos relacionados à estereoisomeria, bem como para uma ampliação dos saberes referentes à química das plantas medicinais e daqueles referentes às questões socioambientais envolvidas na temática. Além de ter oportunizado um momento ímpar de reflexão à respeito da prática docente, do constituir-se professora evoluindo também pessoalmente. A respeito da metodologia desenvolvida destaca-se a necessidade de, na prática docente, partir dos conhecimentos prévios dos alunos, bem como a relevância da abordagem contextualizada e de promover a participação ativa dos estudantes. Tal metodologia possibilitou enriquecer a prática docente na medida em que promoveu a percepção da potencialidade da apresentação progressiva dos conceitos, partindo do geral para o específico; bem como do trabalho integrativo, que mostra que os conceitos não são isolados, evidenciando suas inter-relações. Ainda como contribuição para a prática docente, a metodologia avaliativa adotada, que compreende a aprendizagem como um processo também fomentou a reflexão e utilização de metodologias de avaliação processual.

A aprendizagem é potencialmente significativa para o estudante, quando são explícitas as relações lógicas entre os subsunçores, conceitos existentes na estrutura cognitiva do aprendiz, e os novos conceitos trabalhados. Estas relações podem ser facilitadas com a contextualização temática, que busca aproximar os conceitos da matéria com elementos da vida do aluno, sendo a utilização de temáticas não somente uma possível conexão entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos, mas também um elemento motivador na medida em que possibilita a interpretação de questões científicas.

Essa unidade de ensino alicerçada na relação entre princípios ativos de plantas medicinais e suas características estereoquímicas, pode ainda suscitar a reflexão a respeito da sociobiodiversidade brasileira, dos saberes populares e sua relação com o conhecimento científico, exemplificando e introduzindo tópicos de isomeria espacial com a proposição de atividades colaborativas.

Tradicionalmente as estratégias adotadas em situações de ensino que se baseiam na exposição e memorização de conceitos não privilegiam a aprendizagem significativa. O conhecimento trabalhado de maneira mecânica tem menores chances de permanecer na estrutura cognitiva do aluno, uma vez que não promove a

ancoragem dos novos conhecimentos com os conhecimentos prévios. Nos empenhamos assim na construção de um material instrucional, que se utiliza de estratégias para superar os desafios específicos desta matéria de ensino e propõe uma avaliação processual e diversificada. As etapas de ensino e suas respectivas atividades buscam fornecer elementos para a construção do máximo de relações possíveis entre os conceitos e habilidades inerentes ao conteúdo de ensino.

Empregar uma unidade de ensino potencialmente significativa, partindo de uma temática pertinente, significa romper com o paradigma do professor detentor de saber e do aluno receptor, memorizador e repetidor; incitando a construção de relações não literais e não lineares entre os saberes e seus interlocutores. Trata-se de um desafio, portanto, a mudança de postura, tanto do professor para mediador, quanto do aluno para construtor de sua estrutura cognitiva; processos que terão resultados mais expressivos a longo prazo, quanto mais participativas forem as estratégias. Desafio esse que aumentou com o trabalho remoto, onde propiciar a participação e colaboração dos discentes exige a adoção de novas estratégias.

Diante destes desafios a unidade de ensino aplicada exigiu dos alunos pelo menos duas adaptações: O contexto remoto, com as dificuldades de concentração, organização mais todas as questões intrínsecas à vivência em uma pandemia; e a proposição de uma metodologia ativa, na qual o aluno tem mais atribuições na construção dos saberes, tendo que sair de uma zona de conforto criada pela tradicional recepção e memorização de informações.

Assim, o Produto Educacional aqui apresentado na forma de Unidade de Ensino Potencialmente Significativa, (UEPS), apresenta atividades potencialmente significativas, que podem promover uma ampliação na estrutura cognitiva dos aprendizes em relação à Estereoisomeria (Isomeria Espacial), às Plantas Medicinais e suas atividades biológicas e à relação entre os Saberes Populares e Científicos. Tais atividades foram aplicadas com duas turmas terceiro ano, e posteriormente, avaliadas para disponibilização da UEPS aos demais educadores e pesquisadores da temática.

Os resultados destas aplicações foram analisados de acordo com aspectos qualitativos e quantitativos, a fim de avaliar a metodologia e também ajustá-la de acordo com necessidades. Foram realizadas submissões de artigos e capítulo de livro alusivos à aspectos desta pesquisa para análises e divulgação científica em

periódicos da área de ensino. Tendo sido publicada uma prévia da UEPS na Revista de Produtos Educacionais e Pesquisa em Ensino, no ano de 2020.

Como projeções futuras de continuidade dessa pesquisa, denota-se a possibilidade de estruturar um módulo para o ensino de química orgânica com base na temática das plantas medicinais. Há uma grande possibilidade da temática para o trabalho com atividades experimentais de extração, separação de misturas, análises sensoriais, reações orgânicas etc. E também a possibilidade de desenvolver atividades com base na estratégia de resolução de problemas, podendo ser usados estudos de caso em cada novo tópico, como por exemplo as diferentes concentrações de princípios ativos de acordo com técnicas de manejo e qualidade do solo, para a introdução das atividades de separação de misturas, ou ainda o caso da resolução de estereoisômeros que pode introduzir a questão dos isômeros espaciais.

7 REFERÊNCIAS

ACEVEDO DÍAZ, José Antonio. La tecnología en las relaciones CTS: una aproximación al tema. *Enseñanza de las Ciencias*, v. 14, n. 1, p. 035-44, 1996.

ALLINGER, Norman L. et al. *Química orgânica*. 2. ed. Rio de Janeiro: LTC, 1976.

AQUINO, Kátia A. da S.; CHIARO, Sylvia de. Uso de Mapas Conceituais: percepções sobre a construção de conhecimentos de estudantes do ensino médio a respeito do tema radioatividade. *Ciências & Cognição*, Rio de Janeiro. v. 18, n. 2, p. 158-171, 2013.

ARAÚJO, Maurício S.; LIMA, Michelle M. O. O Uso de Plantas Medicinais para fins terapêuticos: os conhecimentos etnobotânicos de alunos em escola pública e privada em Floriano, Piauí, Brasil. *Amazônia - Revista de Educação em Ciências e Matemática*, v. 15, p. 235-250, jan.-jun. 2019.

ARAÚJO, Renato S.; MALHEIRO, João M. S.; TEIXEIRA, Odete P. B. Uma análise das Analogias e Metáforas Utilizadas por um Professor de Química durante uma aula de Isomeria Óptica. *Química Nova na Escola*, São Paulo, 2015. Disponível em < <http://qnesc.sbq.org.br/>> Acesso em 10 março 2020.

AULER, Décio; DELIZOICOV, Demétrio. Ciência-Tecnologia-Sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, v. 5, n. 2, p. 337-355, 2006.

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

AUSUBEL, David. P.; NOVAK, Joseph. D.; HANESIAN, Helen. *Psicologia Educacional*. 2. ed. Rio de Janeiro: Editora Interamericana, 1980.

BARDIN, Laurence. *Análise de Conteúdo*. 3ª Reimpressão da 1. São Paulo: Edições, v. 70, 2016.

BAGATIN, Olga.; SIMPLÍCIO, Fernanda Ibanez.; SANTIN, Silvana Maria de Oliveira; FILHO, Ourides Santin. "Rotação de Luz Polarizada por Moléculas Quirais". *Química Nova na Escola*, n.21, 2005.

BARREIRO, Eliezer J.; FERREIRA, Vitor. F.; COSTA, Paulo R. R. Substâncias enantiomericamente puras (SEP): a questão dos fármacos quirais. *Química Nova*, v.20, n.6, 1997. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/S0100-40421997000600014/>> Acesso em 10 março 2020.

BENÍTEZ, Aarón P. La equivalencia entre las paridades de los intercambios de dos sustituyentes y las reflexiones especulares, en la determinación de la quiralidad de átomos tetraédricos: ¡Una demostración con espejos! *Educación Química*, México, 2008. Disponível em < <http://www.scielo.org.mx/>> Acesso em 10 março 2020.

BORGES, Apoliana de O. Os Sentidos no Ensino de Isomeria. Monografia,

Licenciatura em Química. Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes - RO, 2015. Disponível em < <http://repositorio.faema.edu.br>> Acesso em 31 março 2020.

BRAIBANTE, Mara E. F.; PAZINATO, Maurícus S. O Ensino de Química através de temáticas: contribuições do LAEQUI para a área. *Ciência e Natura*, Santa Maria, v. 36 Ed. Especial II, p. 819-826, 2014.

BRAIBANTE, Mara E. F.; SILVA, Denise da; BRAIBANTE, Hugo T. S.; PAZINATO, Maurícus S. Química dos Chás. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 36, n. 3, p. 168-175, 2014. Disponível em < <http://qnesc.sbq.org.br/>> Acesso em 30 outubro 2020.

CAMARGO, Samuel Barbosa; DE VASCONCELOS, Darizy Flavia Silva Amorim. Atividades biológicas de Linalol: conceitos atuais e possibilidades futuras deste monoterpene. *Revista de Ciências Médicas e Biológicas*, v. 13, n. 3, p. 381-387, 2014.

CAVAGLIER, Maria Cristina dos Santos; MESSEDER, Jorge Cardoso. Plantas Medicinais no Ensino de Química e Biologia: propostas interdisciplinares na Educação de jovens e adultos. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 14, p. 55- 71, 2014.

CARAMORI, Giovanni, F.; OLIVEIRA, Thiago. Aromaticidade - Evolução Histórica do conceito e Critérios Quantitativos. São Paulo: *Química Nova*, v. 32, n. 7, p.1871-1884, 2009.

CARVALHO, José C. T.; GOSMANN, Grace; SCHENKEL, Eloir P. In Simões et al. (org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 433 - 450.

CHASSOT, Attico. *Educação Consciência*. 2. ed. Santa Cruz do Sul: EDUNISC, 2018.

CHITTLEBOROUGH, Gail; TREAGUST, David F. The modelling ability of non-major chemistry students and their understanding of the sub-microscopic level. *Chemistry education research and practice*, v. 8, n. 3, p. 274-292, 2007.

COELHO, Fernando A.S. *Fármacos e Quiralidade*. *Química Nova na Escola*, São Paulo, 2001. Disponível em < <http://qnesc.sbq.org.br/>> Acesso em 10 março 2020.

COELHO, Márcia M.P.; MOREIRA, Marlon D.; AFONSO, Adélia F. A ciência nos perfumes: atribuindo significados a Química Orgânica através da história da temática. *História da Ciência e Ensino*. 2018. Disponível em < <http://dx.doi.org/10.23925/2178-2911.2018v17p109-123>> Acesso em 10 março 2020.

COLEN, Jésus. Anos de Química Nova na Escola: notas de alguém que a leu como estudante no ensino médio e no ensino superior com aspirações à docência. *Química Nova na Escola*, v. 34, n. 1, p. 16-20, 2012.

CORREIA, Maria E. A. et al. Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos estudantes de ensino médio e evolução conceitual. *Revista Ensaio*, Belo Horizonte, 2010. Disponível em < <https://doi.org/10.1590/1983-21172010120206/>> Acesso em 10 março 2020.

CORREIA, Paulo Rogério Miranda; DONNER JR, John WA; INFANTE-MALACHIAS, Maria Elena. Mapeamento conceitual como estratégia para romper fronteiras disciplinares: avaliando a importância da isomeria dos compostos orgânicos nos sistemas biológicos. *Ciência e Educação (Unesp. Impresso)*, v. 14, p. 483-495, 2008.

CRAVEIRO, Afrânio A.; QUEIROZ, Danilo C. Óleos Essenciais e Química Fina. *Química Nova*. v. 16, n. 3, 1993.

CUNHA, Ezequiel S. As Sensações e os Sentidos no Ensino-Aprendizagem da Química Orgânica. Monografia, Licenciatura em Química. Faculdade de Educação e Meio Ambiente, Ariquemes - RO, 2017. Disponível em <<http://repositorio.faema.edu.br>> Acesso em 31 março 2020.

DA SILVA, Erivanildo Lopes; MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Visões de contextualização de professores de Química na elaboração de seus próprios materiais didáticos. *Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 12, n. 1, 2010.

DELIZOICOV, Demétrio; ANGOTTI, José André; PERNAMBUCO, Marta Maria. Desafios para o ensino de Ciências. *Ensino de Ciências: fundamentos e métodos*. São Paulo: Cortez, 2002, p. 31-42.

DOS ANJOS FREITAS, Savana; DE ANDRADE NETO, Agostinho Serrano. A utilização do jogo Angry Birds Space na aprendizagem de conceitos de lançamento de projéteis e de gravidade no ensino fundamental: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa. *Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática*, v. 1, n. 2, p. 214-225, 2018.

DUARTE JUNIOR, João Francisco. O sentido dos sentidos: a educação (do) sensível. 2000. 233 p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Educação, Campinas, SP. Disponível em: <<http://www.repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/253464>>. Acesso em: 26 jul. 2018.

ELIZABETSKY, Elaine. Etnofarmacologia como ferramenta na busca de substâncias ativas. In Simões et al. (org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 87 - 100.

EVANS, G. Gordon. Stereochemistry in the terminal course. *Journal of Chemical Education*, v. 40, n. 8, 1963.

FALKENBERG, Miriam B; SANTOS, Rosana I.; SIMÕES, Cláudia M. O. In Simões et al. (org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 163 - 180.

FAUTH, Leduc H. A. BATISTA, Pablo D. Montagem de um sistema optoeletrônico para medida da rotação do plano de polarização da luz. *Notas Técnicas*, v. 8, n. 2, p. 36-42, 2018. Disponível em : <http://cbpfindex.cbpf.br/publication_pdfs/notasTecnicas_2018-06-04-15-57-24bm90YXNUZWNuaWNhcw==.pdf> Acesso em 06 nov 2020.

FELIPE, Lorena O.; BICAS, Juliano L. Terpenos, aromas e a química dos compostos naturais. Química Nova na Escola, São Paulo 2017. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/>> Acesso em 10 março 2020.

FEDERICI, Silvia. Calibã e a Bruxa: Mulheres, Corpo e Acumulação Primitiva. São Paulo, Elefante, 2017.

FIGUEIREDO, Cristiane Santos Silva; SILVA et al. Óleo essencial da Canela (Cinamaldeído) e suas aplicações biológicas. Rev. Investig, Bioméd.. São Luis, Maranhão, v. 9, p.192-197, 2017.

FREITAS FILHO, João R.; et al. Brincoquímica: Uma ferramenta Lúdico-Pedagógica para o Ensino de Química Orgânica. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, 2015. Disponível em <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/>> Acesso em 10 março 2020.

FROMM, Fritz. On stereochemistry, Journal of Chemical Education. (Letter) v.1, p. 4322, 1945.

GABEL, Doroty. Use of the particle nature of matter in developing conceptual understanding. Journal of Chemical Education, v. 70, n. 3, p. 193-194, 1993.

GIL, Antônio C. Métodos e Técnicas de Pesquisa Social. São Paulo, 6ª Edição, Atlas, 2008.

GUIMARÃES, Pedro I.C., OLIVEIRA, Raimundo E.C., ABREU, Rozana G. Extraíndo Óleos Essenciais de Plantas. Química Nova na Escola, n. 11, p. 45 - 46, 2000.

GONZÁLEZ, Carlos V. Reflexiones y ejemplos de situaciones didácticas para una adecuada contextualización de los contenidos científicos en el proceso de enseñanza. 2004.

GRAULICH, Nicole. The tip of the iceberg in organic chemistry classes: how do students deal with the invisible?. Chemistry Education Research and Practice, v. 16, n. 1, p. 9-21, 2015.

HABRAKEN, Clarisse L. Perceptions of chemistry: Why is the common perception of chemistry, the most visual of sciences, so distorted?. Journal of Science Education and Technology, v. 5, n. 3, p. 193-201, 1996.

HENRIQUES, Amélia T.; KERBER, Vitor A.; MORENO, Paulo R. H. In Simões et al. (org.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 641- 656.

HILGER, Thaís Rafaela; GRIEBELER, Adriane. Uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativo utilizando mapas conceituais. Investigações em Ensino de Ciências, v. 18, n. 1, p. 199-213, 2013.

DINIZ JÚNIOR, Antônio I.; TENÓRIO DA SILVA, João, R. R. Isômeros, Funções Orgânicas e Radicais Livres: Análise da Aprendizagem de Alunos do Ensino Médio segundo a abordagem CTS. Química Nova na Escola, São Paulo, 2016. Disponível

em <http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc38_1/11-EQF-47-14.pdf> Acesso em 10 março 2020.

JUARISTI, Eusébio; STEFANI, Hélio. Introdução à Estereoquímica e à Análise Conformacional. Porto Alegre: Bookman, 2012.

KRASILCHIK, Myriam. Reformas e realidade: o caso do ensino das ciências. São Paulo em perspectiva, v. 14, n. 1, p. 85-93, 2000.

KOVALESKI, Nadia V.J., 2013. As relações de gênero na História das Ciências: A participação feminina no Progresso Científico e Tecnológico. Emancipação, Ponta Grossa, 13, nºEspecial: 9-26, 2013.

KOZMA, Robert B.; RUSSELL, Joel. Multimedia and understanding: Expert and novice responses to different representations of chemical phenomena. Journal of research in science teaching, v. 34, n. 9, p. 949-968, 1997.

KURBANOGLU, N. Izzet; TASKESENLIGIL, Yavuz; SOZBILIR, Mustafa. Programmed instruction revisited: a study on teaching stereochemistry. Chemistry Education Research and Practice, v.7, n.1, p.13-21, 2006.

KUSTER, Ricardo M.; ROCHA, Leandro M. In Simões et al. (org.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 451 - 470.

LAUTHARTTE, Leidiane C.; FRANCISCO JUNIOR, Wilmo E. Bulas de Medicamentos, Vídeo Educativo e Biopirataria: Uma Experiência Didática em Uma Escola Pública de Porto Velho – RO. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 3, n. 3, p. 224-229, 2011. Disponível em < <http://qnesc.s bq.org.br/>> Acesso em 30 outubro 2020.

LAVILLE, Christian; DIONNE, Jean. A Construção do Saber: manual de metodologia da pesquisa em ciências humanas.(Revisão técnica e adaptação da obra de Lana Mara Siman). **Editora UFMG, Porto Alegre**, 1999.

LIAO, Pei-Chun; YANG, Tsung-Shi; CHOU, Ju-Ching. Anti-inflammatory activity of neral and geranial isolated from fruits of Litsea cubeba Lour. Journal of Functional Foods, v. 19, 248-258, 2015.

LIMA, Josiel A. et al. Avaliação da aprendizagem em Química com uso de mapas conceituais. Revista Thema, Pelotas, v. 14, n. 2, p. 37 - 49, 2017.

LOYOLA, Cristiana Oliveira de Barbosa; SILVA, Fernando César. Plantas Medicinais: uma oficina temática para o ensino de grupos funcionais. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 39, p.59-65, nov., 2017.

MATTA, Luciana D. M.; NETO, Luís S. Ensino de Bioquímica e Formação Docente: Propostas de Projetos Voltados para o Ensino Básico, Desenvolvidos por Estudantes de Licenciatura. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 38, p.224-229, ago., 2016. Disponível em < <http://qnesc.s bq.org.br/>> Acesso em 30 out 2020.

MAULI, Márcia M.; FORTES, Andrea M. T.; ANTUNES, Fabiano. Cidadania e educação ambiental: plantas medicinais no contexto escolar. *Acta Scientiae - Revista de Ensino de Ciências e Matemática*, Canoas, v. 9, p. 91-107, dez. 2007.

MCMURRY, John. *Química Orgânica*. Vol.1. São Paulo: Cengage Learning, 2011.

McNaught, Alan D. *The IUPAC Compendium of Chemical Terminology* (2nd ed.). Blackwell Scientific Publications, 2019.

MELO, Marilândes; VIEIRA, Jonathan M.; BRAGA, Otoniel C. Da xícara ao becker: plantas medicinais como recurso didático no ensino de Química. *Revista de Educação, Ciências e Matemática*, v.6, p. 149-160, maio/ago., 2016.

MELO, Waisenhowerk V., BIANCHI, Cristina S. Discutindo estratégias para a construção de questionários como ferramenta de pesquisa. *R. Bras. de Ensino de C&T* Vol. 8, Nº 3, p 43-59, 2015.

MININEL, Francisco J.; et al. Do senso comum à elaboração do conhecimento químico: uso de dispositivos didáticos para mediação pedagógica na prática educativa. *Química Nova na Escola*, São Paulo, 2017. Disponível em <<http://qnesc.sbq.org.br/>> Acesso em 10 março 2020.

MONTEIRO, Ildenice N. *Composição Química E Avaliação Da Atividade Carrapaticida Do Óleo Essencial De Cinnamomun zeylanicum No Controle De Rhipicephalus microplus*. Dissertação (Mestrado em QUÍMICA) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2013. Disponível em: <<http://tedebc.ufma.br:8080/jspui/bitstream/tede/974/1/Dissertacao%20Ildenice.pdf>>. Acesso em: 20 de dez. 2019.

MORAIS, Selene M. et al. Ação antioxidante de chás e condimentos de grande consumo no Brasil. *Brazilian Journal of Pharmacognosy*, Curitiba, v.19(1B), p.315-320, jan. /mar., 2009.

MOREIRA, Marco A. *Aprendizagem Significativa Subversiva*. Encontro Internacional sobre Aprendizagem Significativa, Lisboa, p. 33 - 45, 2005.

MOREIRA, Marco A. *Mapas Conceituais e Aprendizagem Significativa*. *O ENSINO* Revista Galáico Portuguesa de Sócio-Pedagogia e Sócio-Linguística. Pontevedra/Galícia/Espanha e Braga/Portugal, n. 23 a 28, 87-95, 1988. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/mapasport.pdf>> acesso em: 20 de out. 2020.

MOREIRA, Marco A. *O que é afinal Aprendizagem Significativa?* 2010. Instituto de Física – UFRGS. Disponível em: <<http://www.if.ufrgs.br/~moreira/oqueeafinal.pdf>>. Acesso em: 02 ago. 2019.

MOREIRA, Marco A. *Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS*. *Aprendizagem Significativa em Revista*, v. 1, n. 2, p. 43-63, 2011.

MOREIRA, Marco A. *Potentially meaningful teaching units-PMTU*. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 2011. Disponível em

<http://www.if.ufrgs.br/asr/artigos/Artigo_ID10/v1_n2_a2011.pdf > Acesso em 20 junho 2019.

MOREIRA, Marco A. Organizadores Previos y Aprendizaje Significativo. Revista Chilena de Educación Científica, v. 7, n. 2, p. 23-30, 2008. Disponível em: <<https://www.if.ufrgs.br/~moreira/ORGANIZADORESesp.pdf> > Acesso em 06 nov 2020

MOREIRA, Patrícia F. S. D. et al. A Bioquímica do Candomblé – Possibilidades Didáticas de Aplicação da Lei Federal 10639/03. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 33, p.85-92, maio, 2011.

MOTTA, Valter T. **Bioquímica Básica**. Laboratório AutoLab LTDA, 2005.

OLIVEIRA, Fernando V. Aromas: Contextualizando O Ensino De Química Através Do Olfato E Paladar. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2014. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/>> Acesso em 31 março 2020.

OLIVEIRA, Heloísa M. B. F. Avaliação das atividades antifúngica, antioxidante e citotóxica dos monoterpenos (r)-(+)-citronelal, (s)-(-)-citronelal, 7-hidroxicitronelal. 2016. 145 f. Tese (Doutorado em Produtos Naturais e Sintéticos Bioativos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2016. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/9078/2/arquivototal.pdf>>. Acesso em:20 de dez. 2019.

OLIVEIRA, Raquel G. GODOY, Helena T. PRADO, Marcelo A. Quantificação Dos Isômeros Ácido L-ascórbico E Ácido D-iso-ascórbico Em Geleias De Frutas Por Cromatografia Líquida De Alta Eficiência. Química Nova, Vol. 35, No. 5, 1020-1024, 2012.

ORLANDO, Ricardo Mathias. Importância farmacêutica de fármacos quirais. Revista Eletrônica de Farmácia, v. 4, n. 1, 2007.

PAULETTI, Fabiana; CATELLI, Francisco. Um estudo de caso: programas computacionais mediando o ensino de isomeria geométrica. Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia, Ponta Grossa, 2018. Disponível em <<https://periodicos.utfpr.edu.br/rbect/>> Acesso em 10 março 2020.

PAULETTI, Fabiana; ROSA, Marcelo Prado Amaral; CATELLI, Francisco. A importância da utilização de estratégias de ensino envolvendo os três níveis de representação da Química. Revista Brasileira de ensino de Ciência e Tecnologia, v. 7, n. 3, 2014.

PAZINI, Alessandra., DUPONT, Jairton. Isomerização Seletiva do Estragol para o trans-anetol em Líquidos Iônicos Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico Laboratory of Molecular Catalysis (LMC), Instituto de Química, UFRGS. 2013. Disponível em <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/92236/Poster_31059.pdf?sequenc

e=2 > Acesso em 20 de out. 2020

PINTO, Cláudia Grigolo. Desenvolvimento, caracterização, estudos de estabilidade, genotoxicidade, citotoxicidade e ecotoxicidade de sistemas nanoestruturados contendo óleo essencial de gengibre ou trans-anetol. 2018. Tese (Doutorado em Nanociências) – Programa de Pós-Graduação em Nanociências, Ufn, Santa Maria, 2018. Disponível em: <http://www.tede.universidadefranciscana.edu.br:8080/bitstream/UFN-BDTD/580/5/Tese_ClaudiaGrigoloPinto.pdf>. Acesso em: 20 de dez. 2019.

PINTO, Patrícia R. Estudo da atividade antibacteriana da Carvona e seus derivados. 2014. Dissertação (Mestrado em Química Industrial) – Programa de Pós-Graduação em Química Industrial, Universidade da Beira Interior, Covilha, 2014. Disponível em: <https://ubibliorum.ubi.pt/bitstream/10400.6/6179/1/3778_7477.pdf>. Acesso em: 20 de dez. 2019.

QUERUBINA, Amanda de S.; COSER, Marcela A.; WALDMAN, Walter R. Máquina de Café Expresso para Extração de Óleos Essenciais: uma proposta experimental. Química Nova na Escola, São Paulo, v. 38, p. 269-272, ago., 2016.

RAUPP, Daniele T. Alfabetização tridimensional, contextualizada e histórica no campo conceitual da estereoquímica. 2015. Tese (Doutorado em Educação em Ciências). Programa de Pós-graduação em Educação e Ciências: Química da vida e saúde, Instituto de Ciências Básicas da Saúde, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2015. Disponível em: <<https://lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/122337/000970429.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 20 de dez. 2019.

RAUPP, Daniele T.; et al. Uso de um software de construção de modelos moleculares no ensino de isomeria geométrica: um estudo de caso baseado na teoria de mediação cognitiva. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias, Espanha, 2010. Disponível em < <http://reec.uvigo.es/>> Acesso em 10 março 2020.

RAUPP, Daniele T.; DEL PINO, José Cláudio. O desafio do ensino de estereoquímica no Ensino Médio e o papel da visualização. Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – IX ENPEC. Águas de Lindóia, SP – 10 a 14 de Novembro de 2013.

RAUPP, Daniele.T; PROCRONOW, Tania. R.; DEL PINO, José Cláudio. ANDRADE NETO, A.S.; La capacidad de comprensión del campo conceptual de la estereoquímica: los desafíos que preceden a los problemas de visualización espacial. ACTIO, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 1-21, jan./abr. 2020.

RAVID, Uzi et al. Enantiomeric composition of linalol in the essential oils of *Ocimum* species and in commercial basil oils. Flavour and fragrance journal, v. 12, n. 4, p. 293-296, 1997.

RATES, Stela M. K. In Simões et al. (org.). Farmacognosia: da planta ao

medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 723 - 738.

REBELO, Isabel Sofia; MARTINS, Isabel P.; PEDROSA, Maria Arminda. Formação contínua de professores para uma orientação CTS do ensino de química: um estudo de caso. Química nova na escola, v. 27, n. 2, p. 30-33, 2008.

REZENDE, Glaucia A. A.; AMAURO, Nicea Q.; RODRIGUES FILHO, Guimes. Desenhando Isômeros Ópticos. Química Nova na Escola, São Paulo, 2016. Disponível em < <http://qnesc.sbq.org.br/>> Acesso em 10 março 2020.

RUBILAR, Cristian M.; et al. La estereoisomería en los libros de texto y el diseño de una secuencia de enseñanza y aprendizaje con realidad aumentada para promover la visualización. Enseñanza de las Ciencias, Sevilla, 2017. Disponível em < <http://revistes.uab.cat/ensciencias/>> Acesso em 10 março 2020.

ROQUE, Nídia Franca; SILVA, José Luis PB. A linguagem química e o ensino da química orgânica. Química nova, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008.

SAMPAIO, Rosana Ferreira; MANCINI, Marisa Cotta. Estudos de revisão sistemática: um guia para síntese criteriosa da evidência científica. Revista Brasileira de Fisioterapia, v. 11, n. 1, p. 83-89, 2007.

SANTOS, Suzana C.; MELLO, João C. P. In Simões et al. (org.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 517 - 544.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Aspectos sociocientíficos em aulas de Química. 2002. Tese (Doutorado em Educação). Faculdade de Educação da Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2002.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos; MORTIMER, Eduardo Fleury. Concepções de professores sobre contextualização social do ensino de química e ciências. Reunião anual da sociedade brasileira de química, v. 22, 1999.

SCHENKEL, Eloir P.; GOSMANN, Grace; PETROVICK, Pedro R. Produtos de Origem Vegetal e o desenvolvimento de medicamentos. In Simões et al. (org.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 291-322.

SCHITTLER, Daniela; MOREIRA, Marco A. Laser de rubi: uma abordagem baseada em unidades de ensino potencialmente significativas (UEPS). Latin-American Journal of Physics Education. v. 8, n. 2, p. 263 - 273, jun., 2014

SCHRIPSEMA, Jan; DAGNINO, Denise; GOSMANN, Grace. In Simões et al. (org.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 679 - 706.

SHINE, Henry.J. Aids in teaching stereochemistry: Plastic sheets for plane projection diagrams. Journal of Chemical Education, v. 34, n. 7, p. 355, 1957.

SILVA, Francisco Erivaldo F. da et al. Temática Chás: uma contribuição para o ensino de nomenclatura dos compostos orgânicos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, v. 39, p.329-338, nov., 2017.

SILVA, Gilvanildo B. Isolamento, caracterização, quantificação e avaliação da pureza enantiomérica de linalol, carvona e limoneno em óleos essenciais de espécies aromáticas. 2011. Dissertação (Mestrado em Química). Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal de Sergipe, 2011.

SILVA, Juvan P. da et al. Tem dendê, tem axé, tem Química: sobre história e cultura africana e afro-brasileira no ensino de Química. *Química Nova na Escola*, São Paulo, p.19-26, fev., 2017.

SILVA, Petronildo B.; AGUIAR, Lúcia H.; MEDEIROS, Cleide F. O papel do professor na produção de medicamentos fitoterápicos. *Química Nova na Escola*, São Paulo, n 11, p.19 - 23, maio, 2000.

SILVA, Vitor de A.; BENITE, Anna M. C.; SOARES, Marlon H. F. B. Algo Aqui Não Cheira Bem... A Química Do Mau Cheiro. *Química Nova na Escola*, São Paulo, 2010. Disponível em < http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc33_1/01-QS9309.pdf> Acesso em 31 março 2020.

SIMÕES NETO, José E.S.; CAMPOS, Angela F.; MARCELINO JÚNIOR, Cristiano A.C. Abordando a isomeria em compostos orgânicos e inorgânicos: Uma atividade fundamentada no uso de situações-problema na formação inicial de professores de química. *Investigações em Ensino de Ciências*, Porto Alegre, 2013. Disponível em < <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/issue/view/11> > Acesso em 10 março 2020.

SIMÕES, Claudia Maria Oliveira.; SCHENKEL, Eloir Paulo. A pesquisa e a produção brasileira de medicamentos a partir de plantas medicinais: a necessária interação da indústria com a academia. *Revista brasileira de farmacognosia*, v. 12, n. 1, p. 35-40, 2002.

SIMÕES, Cláudia M. O.; SPITZER, Volker. In Simões et al. (org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 387 - 416.

SOLOMONS, T. W. Graham; Fryhle, Craig B. *Química Orgânica*, vol. 1. 9 ed. LTC, 2001.

SONAGLIO, Diva; et al. In Simões et al. (org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 221 - 258.

SOUSA, Robson S.; ROCHA, Paula D.P.; GARCIA, Irene T. S. Estudo de caso em aulas de química: Percepção dos estudantes de nível médio sobre o desenvolvimento de suas habilidades. *Química Nova na Escola*, São Paulo, 2012. Disponível em < <http://qnesc.sbq.org.br/>> Acesso em 10 março 2020.

TANGERINO, Luisa M. B..Estudo das propriedades antimicrobianas de copolímeros derivados do eugenol. 2006. Dissertação (Mestrado em Materiais para Engenharia). Universidade Federal de Itajubá, 2006. Disponível em: <<https://saturno.unifei.edu.br/bim/0032068.pdf>>. Acesso em: 20 de dez. 2019.

TAVARES, Romero. Aprendizagem significativa. Revista conceitos, v. 55, n. 10, 2004.

TELES, Aline dos S.; CORRÊA, Anderson D. Livro-Brinquedo de Plantas Medicinais: uma proposta de ensino de Ciências e Alfabetização - Língua Portuguesa com turma de 1º ano do Ensino Fundamental. Alexandria - Revista de Educação em Ciências e Matemática. Florianópolis, p. 293-324, v. 12, nov., 2019.

Triviños ANS. Introdução à pesquisa em Ciências Sociais: a pesquisa qualitativa em Educação. São Paulo, Atlas, 1987

VALDÉS, Pablo et al. Implicaciones de las relaciones ciencia-tecnología en la educación científica. Revista Iberoamericana de Educación, v. 28, n. 1, 2002.

VEIGA JUNIOR, Valdir F.V.; PINTO, Angelo C.; MACIEL, Maria Aparecida M. Plantas medicinais: cura segura? Química Nova na Escola. São Paulo, Vol. 28, Nº 3, p. 519-528, 2005.

VIDAL, Ruth M. B.; MELO, Rute C. A Química dos Sentidos – Uma Proposta Metodológica. Química Nova na Escola, São Paulo, 2012. Disponível em <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_3/07-RSA-163-12.pdf> Acesso em 31 março 2020.

VOLLHARDT, Peter. Química orgânica: estrutura e função. Porto Alegre: Bookman, 6ª edição, 2013.

XAVIER, Alice P. Uma visão antropológica da aplicação de questionários na pesquisa em educação. Educar em Revista. Curitiba, Editora UFPR, Nº 44, p. 293-307, 2012.

WARTHA, Edson José; SILVA, Erivanildo Lopes da; BEJARANO, Nelson Rui Ribas. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. Química nova na escola, v. 35, n. 2, p. 84-91, 2013.

WU, Hsin-Kai; SHAH, Priti .Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. Science Education, v. 88, n. 3, p. 465-492, 2004.

ZUANAZZI, José A. S. In Simões et al. (org.). Farmacognosia: da planta ao medicamento. Porto Alegre/Florianópolis: Ed. Universidade/UFRGS /Ed. da UFSC, 2000, p. 489 - 516.

PRODUÇÕES DECORRENTES DESTE TRABALHO

ROCKENBACH, Lara C.; RAUPP, Daniele T. Proposta De Ensino De Estereoisomeria Baseada Na Aprendizagem Significativa Com A Temática Plantas

Medicinais. **39º Encontro de debates sobre o Ensino de Química**, Lajeado - RS, Apresentado em 25 out. 2019

ROCKENBACH, Lara C.; RAUPP, Daniele T. Proposta De Ensino De Estereoisomeria Baseada Na Aprendizagem Significativa Com A Temática Plantas Medicinais. *In. Anais do 39º Encontro de Debates sobre o Ensino de Química: alfabetizar em Química: os desafios da era moderna e 1º Encontro do Mestrado Profissional em Química da Região Sul*. Lajeado - RS, UNIVATES, 2020. Disponível em < https://www.univates.br/editora-univates/media/publicacoes/321/pdf_321.pdf > Acesso em 07 nov 2020.

ROCKENBACH, Lara C.; RAUPP, Daniele T.; REPPOLD, Danielle P.; FRANCISCATO, Leandra C. Estereoquímica Em Plantas Medicinais: Uma Proposta De Unidade De Ensino Potencialmente Significativa Para O Ensino Médio. **Revista de Produtos Educacionais e Pesquisa em Ensino**, Paraná, v. 4, n. 1, p. 49 - 75, 2020. Disponível em < <http://seer.uenp.edu.br/index.php/reppe/article/view/1843> > Acesso em 07 nov 2020.

ROCKENBACH, Lara C.; RAUPP, Daniele T. Ensino De Estereoisomeria: Uma Análise Sobre Abordagens E Recursos Didáticos Em Publicações Científicas (1999-2019). **XX Encontro Nacional de Ensino de Química**, Pernambuco. Submetido em abr. 2020, aceito em jun. 2020.

ROCKENBACH, Lara C.; RAUPP, Daniele T. Estereoquímica em plantas medicinais: uma proposta de unidade de ensino potencialmente significativa para o ensino presencial ou remoto. *In. Ensino de Química em Revista, UFRJ*. Submetido em out. 2020, aceito em dez. 2020.

RAUPP, Daniele T.; ROCKENBACH, Lara C.; REPPOLD, Daniele P.; SCHNORR, Carlos E. Uma revisão sistemática de literatura sobre as estratégias e temáticas para ensino de estereoisomeria. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, 2020. Disponível em < <https://www.rsjournal.org/index.php/rsd/article/download/10043/9133> > Acesso em 12 jan 2021.

APÊNDICE A - TERMO DE CONSENTIMENTO

Você está sendo convidado(a) a participar, como voluntário(a), do estudo/pesquisa intitulado "PLANTAS MEDICINAIS E ESTEREOISOMERIA NO ENSINO MÉDIO: UMA PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA", conduzida por Lara Colvero Rockenbach, sob orientação de Daniele Trajano Raupp no ProfQui - UFRGS. Este estudo tem por objetivo verificar as contribuições da utilização de uma unidade temática como ferramenta no ensino de estereoisomeria. Sua participação nesta pesquisa consistirá em participar das atividades propostas em sala de aula, respondendo a questionários e situações problemas, por escrito e em manifestações orais. Os resultados deste estudo serão utilizados para produção e publicação de textos de caráter científico, no desenvolvimento de uma dissertação de mestrado. É importante que você expresse a sua opinião livremente ao participar das atividades. Os resultados não terão influência na avaliação e nas notas da disciplina. Na publicação dos resultados desta pesquisa, sua identidade será mantida em sigilo. Mesmo não tendo benefícios diretos em participar, indiretamente você estará contribuindo para a compreensão do fenômeno estudado e para a produção de conhecimento científico. *

- Consinto em participar deste estudo. (suas respostas serão registradas na pesquisa)
- Não consinto em participar do estudo. (suas respostas não serão registradas na pesquisa)

APÊNDICE B - UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA
SOBRE ESTEREOISOMERIA COM A TEMÁTICA PLANTAS MEDICINAIS

ESTEREOQUÍMICA EM PLANTAS MEDICINAIS: UMA PROPOSTA DE UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PARA O ENSINO PRESENCIAL OU REMOTO

Lara Colvero Rockenbach
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Mestranda do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI-UFRGS

Daniele Trajano Raupp
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Docente do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI-UFRGS

Apresentamos aqui um produto educacional desenvolvido no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional – PROFQUI-UFRGS, linha de pesquisa química da vida. A proposta de ensino é direcionada para abordagem dos conceitos de estereoquímica, tendo como base a Teoria da Aprendizagem Significativa e estruturada no formato de uma sequência didática, denominada Unidade de ensino potencialmente significativa (UEPS). Uma UEPS objetiva superar a forte dependência da memorização mecânica e dos exercícios tradicionais que são frequentemente resolvidos sem um entendimento mais profundo, promovendo situações que utilizam os conhecimentos prévios dos alunos como ponto de partida para o ensino de conceitos científicos (MOREIRA, 2011).

Ao se estabelecer uma relação estreita entre o conhecimento conceitual e as situações da vida diária dos estudantes, a contextualização tem a potencialidade para tornar questões científicas relevantes, fazendo a ponte entre o conhecimento conceitual e as situações da vida real, tendo impacto positivo na motivação e na aprendizagem (DELIZOICOV; ANGOTTI; PERNAMBUCO, 2002). Assim a contextualização pode ser uma importante estratégia para o ensino de tópicos como estereoquímica, que pertence ao domínio da Química Orgânica, pois, geralmente, a “[...] a química orgânica é introduzida de forma árida para os alunos, que não conseguem relacionar esse conhecimento escolar com suas experiências prévias” (CORREIA; DONNER JR; INFANTE-MALACHIAS, 2008, p. 489)

A justificativa para desenvolver um produto educacional na área de química orgânica, para o ensino de estereoisomeria, deve-se ao fato de a estereoquímica ser apontada como um tópico desafiador da Química Orgânica, devido ao nível de abstração para visualização tridimensional de moléculas e à compreensão da influência da estrutura nas propriedades e reatividade. Portanto, manipular, traduzir e interpretar corretamente essas representações são enormes desafios para a maioria dos alunos. (KOZMA; RUSSELL, 1997) e exigem diversas habilidades cognitivas. Os estudantes ainda dependem fortemente da memorização mecânica e os exercícios tradicionais são frequentemente resolvidos sem um entendimento mais profundo. Uma combinação de estratégias instrucionais apropriadas e a avaliação correspondente é necessária para mudar a percepção dos alunos e seu processo de aprendizagem a longo prazo. (GRAULICH, 2015).

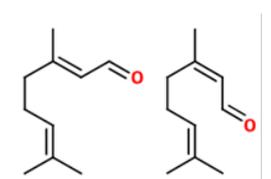
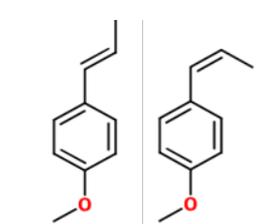
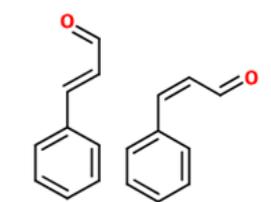
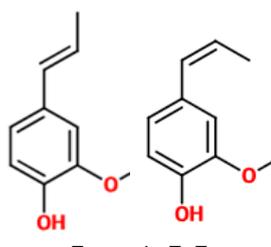
Assim, espera-se que o uso de uma abordagem contextualizada, aliada a uma estratégia de aprendizagem significativa, possa fomentar a compreensão das conexões entre a sociedade e a ciência, contribuindo para motivação e, conseqüentemente, para o aprendizado da temática e dos conceitos de estereoquímica. Ademais, considerando que o conhecimento prévio é o fator que mais influencia a aprendizagem, emprega-se a temática plantas medicinais para o desenvolvimento de produtos, uma vez que há uma estreita relação entre inúmeras plantas medicinais e a estereoquímica. Isso porque inúmeras plantas medicinais contêm compostos químicos que apresentam quiralidade ou diastereoisomeria e, portanto, são compreendidas por meio da perspectiva da estereoquímica.

Como resultado, espera-se que essa unidade possa fomentar a compreensão das conexões entre sociedade e ciência, contribuindo para motivação e, conseqüentemente, para o aprendizado dos alunos, buscando ainda apresentar uma contribuição para os professores que desejarem adotar essa estratégia com o uso de diferentes temáticas e diversos conteúdos. Por fim, diante dos desafios impostos na atualidade devido à pandemia do novo corona vírus, o produto foi desenvolvido para utilização tanto no ensino presencial quanto no ensino remoto.

ESTEREOQUÍMICA EM PLANTAS MEDICINAIS

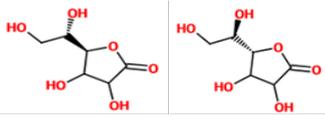
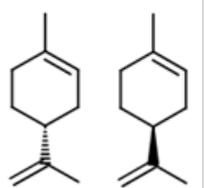
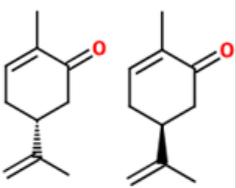
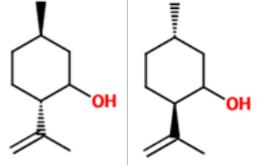
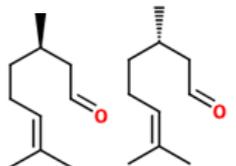
Existem inúmeros exemplos da ocorrência de estereoisomeria em princípios ativos de plantas medicinais; alguns exemplos são brevemente citados nos quadro a seguir:

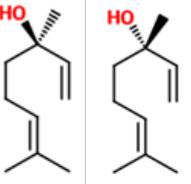
DIASTEREOISÔMEROS EM PLANTAS MEDICINAIS

DIASTEREOISÔMEROS PRESENTES EM PLANTAS MEDICINAIS			
Fórmula Estrutural	Atividades Biológicas	Características dos Isômeros	Plantas Medicinais
 <p>Citral: Geraniol e Neral - E, Z</p>	<p>Anti-inflamatório (LIAO, 2015) Ansiolítico (SILVA, 2011)</p>	<p>Isômero Neral apresenta maior efeito anti-inflamatório (LIAO, 2015)</p>	<p>capim santo (<i>Cymbopogon citratus</i>), cidreira (<i>Lippia alba</i>) (MORAIS, 2009)</p>
 <p>Anetol - E, Z</p>	<p>Antimicrobiana e Analgésica (PINTO, 2018)</p>	<p>Isômero <i>cis</i> apresenta alta toxicidade e propriedades organolépticas desagradáveis (PAZINI, 2013)</p>	<p>Erva doce (<i>Pimpinella anisum</i>) (CARAMORI, 2009), anis estrelado, funcho</p>
 <p>Cinamaldeído - E, Z</p>	<p>Antimicrobiana e Antiinflamatória (FIGUEIREDO, 2017)</p>	<p>O produto presente na natureza é o E-cinamaldeído.</p>	<p>canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>) (MONTEIRO, 2013)</p>
 <p>Eugenol - E, Z</p>	<p>Antioxidante (MORAIS, 2009) Analgésico e Anti Microbiano, estimulante cardíaco, digestivo, respiratório e antiespasmódico (TANGERINO, 2006)</p>	<p>Altas concentrações causam efeitos neurotóxicos, a mistura dos isômeros possui as propriedades citadas (TANGERINO, 2006)</p>	<p>boldo (<i>Pneumus boldus</i>), canela (<i>Cinnamomum zeylanicum</i>), cravo (<i>Eugenia aromatica</i>), louro (<i>Laurus nobilis</i> L) (MORAIS, 2009)</p>

Fonte: A Autora (2020)

ENANTIÔMEROS EM PLANTAS MEDICINAIS

ENANTIÔMEROS PRESENTES EM PLANTAS MEDICINAIS			
Fórmula Estrutural	Atividades Biológicas	Características dos Isômeros	Plantas Medicinais
 <p>Ácido Ascórbico - (5R,1S), (5S,1R)</p>	<p>Antioxidante (OLIVEIRA;GODOY; PRADO, 2012)</p>	<p>O ácido L-ascórbico é a forma ativa da vitamina C. É isômero mais encontrado naturalmente em frutas, é o mais utilizado no organismo para as funções biológicas (OLIVEIRA;GODOY; PRADO, 2012)</p>	<p>Frutas Cítricas (OLIVEIRA;GODOY; PRADO, 2012)</p>
 <p>Limoneno - R, S</p>	<p>Ansiolítico (SILVA, 2011)</p>	<p>O isômero R apresenta odor de limão e o isômero S apresenta atividade inseticida e odor de fruta cítrica, principalmente de laranja</p>	<p>Capim santo (<i>Cymbopogon citratus</i>) cidreira (<i>Lippia alba</i>) (MORAIS, 2009)</p>
 <p>Carvona - R, S</p>	<p>Efeitos no sistema nervoso central, antibacteriana, anticonvulsante, citotoxicidade em células cancerígenas antifúngica e carminativa. (PINTO, 2014)</p>	<p>A R-carvona é extraída da hortelã, sendo o seu maior constituinte. Já a S-carvona é o maior constituinte de plantas como o cominho (PINTO, 2014)</p>	<p>Cidreira (<i>Lippia alba</i>) (MORAIS, 2009) Hortelã (<i>Mentha spicata</i>) e cominho (<i>Carum carvi L</i>) (PINTO, 2014)</p>
 <p>Mentol (1R, 2S, 5R), (1S, 2R, 5S)</p>	<p>O isômero L-mentol apresenta propriedades anestésicas e sabor de menta (CRAVEIRO, 1992)</p>	<p>O isômero (-)-mentol possui aroma de hortelã, enquanto o (+)-mentol apresenta aroma canforado. (FELIPE, 2016)</p>	<p>capim santo (<i>Cymbopogon citratus</i>), hortelã (<i>Mentha arvensis</i>) (MORAIS, 2009)</p>
 <p>Citronelal - R, S</p>	<p>Antifúngico e Antioxidante (OLIVEIRA, 2016)</p>	<p>A estereoisomeria não interfere nas atividades antifúngica e antioxidante, bem como na citotoxicidade. (OLIVEIRA, 2016)</p>	<p><i>Eucalyptus</i>, erva-cidreira (<i>Melissa officinalis</i>), menta (<i>mentha L.</i>), canela (<i>cinnamomum</i>), capim santo (<i>cymbopogon</i>) (OLIVEIRA, 2016)</p>

 <p>Linalol - R, S</p>	<p>Anti-inflamatório, analgésico, hipotensor, vasorrelaxante, antinociceptivo e antimicrobiano, hipnótico, hipotérmico e sedativo.</p>	<p>R-lincareol: aroma de lavanda e flores; S-coriandrol: cheiro herbáceo, com tons de folhas envelhecidas, cítricas (MONTEIRO, 2013)</p>	<p>Tangerina, bergamota, jasmim, lavanda, manjerição e coentro (CAMARGO, 2014), capim santo (MORAIS, 2009), canela (MONTEIRO, 2013)</p>
---	--	--	---

Fonte: Autora(2020)

APRENDIZAGEM SIGNIFICATIVA E O USO DE UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS

Considerada como um dos mais importantes aportes cognitivistas, a Teoria da Aprendizagem Significativa, proposta por David Ausubel (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1980; AUSUBEL, 2003), busca analisar como o indivíduo adquire conhecimento e como sua estrutura cognitiva é construída. Sob a ótica ausubeliana, a aprendizagem é um processo por meio do qual uma nova informação interage de forma substantiva (não-litera) e não-arbitrária com subsunçores específicos existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. Em outras palavras, a nova informação ancora-se em conceitos ou proposições relevantes já presentes naquela estrutura cognitiva. Assim, pode-se afirmar que há uma forte relação estabelecida entre o aprendizado e o contexto no qual o indivíduo está inserido (RAUPP, 2015).

O impacto do conhecimento prévio, no processo de aprendizagem, é destacado por Ausubel, Novak e Hanesian (1980, p.137) que, ao afirmarem que se tivessem que reduzir toda psicologia educacional a um princípio único, seria: “O fator isolado mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra o que ele sabe e baseie nisso os seus ensinamentos.” Isso porque quando o aprendiz interage com o conteúdo de maneira literal, diz-se que sua aprendizagem será mecânica, visto que, de uma forma geral, ficará limitado a reproduzir esse conteúdo de maneira idêntica àquela que lhe foi apresentada. A aprendizagem mecânica se baseia em decorar novas ideias e não a estabelecer conexões e, por isso, trata-se de um aprendizado com menores chances de permanecer na estrutura cognitiva do aluno a longo prazo. No entanto, quando o aprendiz consegue estabelecer conexões entre esse conteúdo novo e o seu conhecimento prévio ocorre a construção de significados pessoais para essa informação. Essa construção de significados não é realizada de forma “literal”; desse modo, se caracteriza como uma aprendizagem significativa (TAVARES, 2004).

Assim, a aprendizagem significativa é considerada, de acordo com Moreira (2010), uma ampliação na estrutura cognitiva que opera como âncora para novos conceitos e ideias, estabelecendo relações entre as ideias e organizando-as hierarquicamente. O(a) professor(a) tem, portanto, como objetivo facilitar a construção dessas relações lógicas, selecionando as ideias básicas e partindo de conhecimentos mais amplos em direção aos mais restritos e específicos (diferenciação progressiva), para depois retornar aos conhecimentos mais amplos (reconciliação integrativa). A reconciliação integrativa consiste na construção e reconstrução das relações conceituais, visto que novos conceitos foram incorporados à estrutura cognitiva e precisam ser reorganizados. Essa facilitação deve partir dos conhecimentos prévios, sendo estes considerados por Ausubel, Novak e Hanesian (1980) a principal variável a influenciar a aprendizagem Significativa.

UNIDADES DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVAS (UEPS)

Moreira (2011) propõe a criação de materiais potencialmente significativos, com uma boa estrutura e desencadeamento lógico (coerência de argumentos) e, ainda, que façam sentido ao grupo ao qual se pretende apresentar determinado conteúdo e que contribuam para um aprendizado de maior qualidade, que se distancie do aprendizado mecânico, com o objetivo de facilitar a construção de relações lógicas entre os conceitos abordados. Esse material é organizado em Unidades de Ensino Potencialmente Significativas (UEPS) que, conforme Moreira (2011), são sequências de ensino fundamentadas em teorias pertinentes, que objetivam a aprendizagem significativa, em oposição à aprendizagem mecânica. Tem como foco promover uma modificação no ensino que, ao longo das décadas, foi pautado na memorização de conteúdo, causando apenas uma aprendizagem memorística a partir de Unidades de Ensino Potencialmente Facilitadoras para a aprendizagem de determinados tópicos. (MOREIRA, 2011).

A proposta da construção de uma UEPS segue, de forma geral, essas etapas, mas pode ser adaptada conforme o critério do docente. Tais etapas estão explicadas abaixo, sob a luz do trabalho de Schittler e Moreira (2014):

1) Situação inicial: Nesta etapa deve-se propor situações buscando que o aluno revele seus conhecimentos prévios em relação ao conteúdo, podendo estes serem ou não aceitos no contexto de ensino. Esta situação pode se basear em discussões, questionários, mapas conceituais ou podem ser a própria situação problema proposta;

2) Situação-problema inicial: Tendo em mãos os conhecimentos prévios dos alunos, deve-se propor uma situação-problema de nível introdutório, envolvendo os assuntos a serem estudados, buscando dar um sentido à temática. Podem ser propostas situações por meio de simulações computacionais, demonstrações, vídeos, problemas, matérias midiáticas, exercícios clássicos da matéria, buscando ter um nível acessível e problematizador.

3) Aprofundamento do conhecimento: O conhecimento deve ser apresentado a partir da diferenciação progressiva, partindo-se de aspectos mais gerais, com uma visão integrada dos elementos relevantes à matéria de ensino para a exemplificação de pormenores específicos. Como estratégias de ensino deve-se valorizar atividades colaborativas após exposição do conteúdo, como atividades em grupos e apresentações. Conceitos estruturantes devem ser apresentados em níveis crescentes de complexidade, sempre destacando semelhanças e diferenças entre os exemplos, em uma reconciliação integradora

4) Nova situação-problema: Acompanhando a lógica da UEPS, a nova situação problema deve propor questionamentos com um nível de profundidade maior, evidenciando as correspondências e contradições entre os conceitos. As atividades propostas devem valorizar ações colaborativas entre os alunos, levando a maior interação e possibilitando a negociação de significados. Como exemplos os autores trazem a resolução de problemas, a construção de Mapas Conceituais, experimentos de laboratório, projetos, em grupos e com a mediação do professor.

5) Avaliação somativa individual: A avaliação individual deve ter um caráter processual, comparando as respostas às situações problemas, buscando evidenciar a captação de significados e a capacidade de transferência dos saberes. Além das respostas obtidas por meio das situações problemas, o aluno também é avaliado a partir das anotações do professor relativos à cada etapa de ensino.

6) Aula integradora final: Aborda-se aqui as características mais relevantes do conteúdo em questão, dando continuidade ao método de diferenciação progressiva a partir de uma ótica integradora, buscando a reconciliação integrativa entre os conceitos. Pode ser realizada a partir de uma exposição oral, leitura de texto, recursos computacionais ou audiovisuais, sendo substancial o modo de trabalhar o conteúdo.

7) Avaliação da aprendizagem na ueps: Uma nova situação problema deve ser proposta ao final da atividade, buscando um nível maior de complexidade em relação às anteriores valorizando sempre a proposição de atividades colaborativas, que devem ser apresentadas ao grande grupo com a mediação do professor. Esta nova atividade avaliativa deve buscar evidências de compreensão de significados e capacidade de transferência do conhecimento para diferentes situações.

8) Avaliação da própria ueps: A fim de aprimorar e/ou validar as estratégias de ensino, além da evolução conceitual dos alunos, deve ser considerada uma avaliação conjunta sobre a Unidade de Ensino. Esta avaliação pode se dar por meio de uma roda de conversa, ou mesmo um questionário avaliativo.

Propõe-se neste texto, uma Unidade de Ensino Potencialmente Significativa que associe os conhecimentos e experiências que os estudantes tenham a respeito das Plantas Medicinais à existência de moléculas que atuam como princípios ativos e à compreensão de conteúdos sobre a estereoisomeria a partir de exemplos de estereoisômeros encontrados em tais princípios ativos.

Realizou-se uma revisão de literatura sobre os desafios e metodologias do ensino de estereoisomeria, bem como sobre as metodologias desenvolvidas na abordagem da temática plantas medicinais no ensino de química e ciências, ambas disponíveis na dissertação que embasa essa UEPS. Também está disponível na dissertação um capítulo teórico sobre estereoisomeria, para aprofundamento do conteúdo.

O mapa conceitual é muitas vezes confundido com diagramas de fluxo, mas ao contrário destes, o mapa conceitual não mostra uma sequência de conceitos, e sim uma estrutura onde os conceitos estão inter-relacionados a partir de conectivos, linhas e flechas. Conectivos são palavras que demonstram a relação entre os conceitos. (MOREIRA, 2011).

A UNIDADE DE ENSINO POTENCIALMENTE SIGNIFICATIVA PROPOSTA

Visando contribuir com o ensino dos tópicos relacionados à estereoquímica, organizou-se uma unidade didática com abordagem contextualizada. Aqui a proposta utiliza de cinco aulas, sendo dois momentos distintos de aprofundamento do conteúdo e avaliação somativa individual, um para cada tipo de estereoisomeria.

Síntese UEPS – Estereoisômeros em Plantas Medicinais

Sequência	Etapa da UEPS	Estratégia/ Recursos utilizados
Aula 1	Apresentação da Proposta de UEPS Situuação Inicial	Questionário investigativo a respeito dos hábitos e conhecimento em relação à temática. Discussão do Documentário "Nem Santas nem do Diabo: O Potencial Inexplorado das Plantas Medicinais".
Aula 2	Situuação-problema inicial Aprofundamento do conteúdo isômeros <i>cis-trans, E,Z</i> Avaliação formativa	Formulário para Interpretação colaborativa de fórmulas estruturais em traços de pares de diastereoisômeros presentes em plantas. Exposição teórica do conteúdo com auxílio de slides e modelos moleculares. Formulário para nova interpretação das estruturas simplificadas.
Aula 3	Nova situuação-problema inicial Aprofundamento do conteúdo - enantiômeros Avaliação formativa	Formulário para interpretação colaborativa de fórmulas estruturais simplificadas de pares de enantiômeros presentes em Plantas Medicinais. Exposição teórica do conteúdo com auxílio de slides e modelos moleculares. Montagem e visualização das moléculas em 3D, no aplicativo "Molecular Constructor".
Aula 4	Aula integradora final Avaliação de aprendizagem na UEPS	Síntese das temáticas, modelos e conceitos, elaborados na UEPS com auxílio de slides e modelos moleculares. Elaboração de mapa conceitual.

Aula 5	Avaliação somativa Individual Avaliação da própria UEPS	Avaliação tipo teste com exercícios de/ou adaptados de processos seletivos. Aplicação de questionário .
--------	--	--

As etapas da Unidade de Ensino Potencialmente Significativa proposta estão descritas a seguir, cada uma conta com um objetivo específico, elaborado de acordo com Schittler e Moreira (2014).

APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA DE UEPS:

Nessa etapa o objetivo é investigar hábitos e conhecimentos a respeito da utilização das Plantas Medicinais no cotidiano dos estudantes, buscando possíveis subsunçores ou a necessidade do uso de organizadores prévios. Com uso de um questionário investigativo busca realizar um levantamento dos conhecimentos, crenças, sentimentos, valores, interesses e experiências dos estudantes perante a temática e busca informações sobre os conhecimentos prévios dos alunos, a fim de considerá-los durante a busca de subsunçores ou âncoras para a Aprendizagem Significativa. A seguir, as questões propostas.

Questionário Investigativo

Questões Elaboradas para Questionário Inicial	
<p>1) Em seu ambiente familiar vocês costumam utilizar plantas com a finalidade de tratar sintomas e/ou problemas de saúde?</p> <p><input type="checkbox"/>Nunca <input type="checkbox"/>Raramente <input type="checkbox"/>Às vezes <input type="checkbox"/>Muitas Vezes <input type="checkbox"/>Sempre</p>	
<p>2) Em seu ambiente familiar vocês costumam comprar medicamentos fitoterápicos (à base de plantas)?</p> <p><input type="checkbox"/>Nunca <input type="checkbox"/>Raramente <input type="checkbox"/>Às vezes <input type="checkbox"/>Muitas Vezes <input type="checkbox"/>Sempre</p>	
<p>3) Você considera plantas medicinais como fontes confiáveis de tratamentos de saúde?</p> <p><input type="checkbox"/>Não considero <input type="checkbox"/>Considero em Parte <input type="checkbox"/>Considero</p> <p><input type="checkbox"/>Outro, justifique _____</p>	
<p>4) Entre as plantas abaixo, assinale aquelas que você conhece e/ou já utilizou e descreva sua utilidade para a saúde:</p> <p>o Capim Limão, o Erva Cidreira, o Erva Doce, o Anis Estrelado, o Canela, o Cravo,</p> <p>o Boldo, o Hortelã, o Eucalipto, o Limão/Laranja, o Lavanda, o Manjeriçao</p>	
<p>5) Você conhece alguém que se ocupe cultivando, preparando ou indicando o uso de plantas medicinais?</p>	
<p>6) Sobre a pergunta 5), explique, comente ou relate o que esta pessoa faz:</p>	
<p>7) Na sua opinião, qual a relação entre os conhecimentos científicos, químicos e farmacológicos e os saberes populares relacionados às plantas medicinais?</p>	

SITUAÇÃO INICIAL: o objetivo da utilização de um documentário é introduzir a temática de maneira ampla, com alto nível de generalidade, explorando aspectos naturais e sociais que leve(m) o aluno a expressar seu conhecimento prévio no contexto da matéria de ensino. Após a aplicação do questionário, pode-se realizar a apresentação do documentário, ou de trechos do documentário, disponibilizado pela Unifesp - Universidade Federal de São Paulo: "Nem santas nem do diabo: o potencial inexplorado das plantas medicinais", disponível no Youtube. O documentário foi selecionado por apresentar múltiplas abordagens da temática das plantas medicinais no contexto brasileiro, como:

a pesquisa em sociobiodiversidade, os cuidados no uso das plantas, o debate sobre saberes tradicionais e científicos e o potencial da indústria farmacêutica das plantas medicinais. Após a apresentação do documentário, um pequeno debate deve ser suscitado, podendo partir dos principais conceitos abordados no vídeo.

SITUAÇÃO-PROBLEMA INICIAL: deve introduzir o tópico a ser ensinado (diastereoisomeria), problematizando os novos conhecimentos. A situação problema inicial pode ser realizada por meio do Google formulários, de maneira síncrona, delimitando-se um tempo de cerca de 20 minutos para resolução. É muito importante que os alunos percebam a importância desta exploração inicial, para isso, indicamos que durante os 10 primeiros minutos da atividade seja provocada, via plataforma de reunião online, uma exposição desses conhecimentos prévios, levando os alunos a perceberem os diferentes pontos de vista e saberes uns dos outros, bem como a uma possível negociação destes saberes; para então nos 10 minutos restantes, concluir a sua resposta no formulário. A finalidade é de verificar se os estudantes conseguem evidenciar semelhanças e diferenças entre fórmulas estruturais de isômeros *cis/trans*, a partir do exemplo das moléculas isômeras do citral, presente no capim limão e na erva cidreira. Nessa etapa o objetivo é despertar o interesse do aluno em interpretar cientificamente as estruturas e atividades biológicas dos diastereoisômeros, motivando a investigação de conceitos e proposições à respeito da temática. Busca-se também verificar quais habilidades o aluno possui no que tange à interpretação das estruturas representadas em 2D, por meio da fórmula de traços. Foram apresentadas as imagens das plantas medicinais capim limão e erva cidreira bem como suas características e propriedades e a representação da estrutura dos isômeros responsáveis pelos princípios ativos.

Situação problema inicial

Observe as moléculas representadas abaixo, bem como suas diferentes propriedades e descreva o que diferencia as duas * moléculas, a ponto de levar às diferentes características.

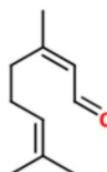
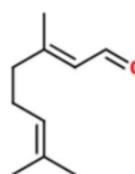


Capim limão e Erva cidreira

Os isômeros do citral, chamados geranial e neral, estão presentes em plantas como capim santo (*Cymbopogon citratus*) e cidreira (*Lippia alba*) (MORAIS, 2009).

Tais moléculas possuem efeitos Anti-inflamatório (LIAO, 2015) e Ansiolítico (SILVA, 2011).

O Isômero Neral apresenta maior efeito anti-inflamatório (LIAO, 2015)



As duas moléculas receberiam o mesmo nome seguindo a IUPAC? *

APROFUNDAMENTO DO CONTEÚDO: O objetivo é apresentar os conceitos científicos, começando com aspectos mais gerais, e, em seguida, abordar aspectos específicos (diferenciação

progressiva). Para essa etapa, planeja-se uma aula expositiva, contextualizando a estereoisomeria e as Plantas Medicinais, quais as possibilidades de ocorrência e sistemas de nomenclatura, com o auxílio de slides e modelos moleculares concretos como, por exemplo, kits de modelos, contribuindo assim com conhecimentos científicos a respeito da isomeria, a compreensão dos sistemas de nomenclatura *cis/trans* e *E/Z*, buscando o desenvolvimento de habilidades representacionais e a identificação dos isômeros.

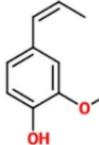
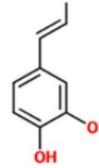
AVALIAÇÃO FORMATIVA: visando analisar a diferenciação progressiva e a reconciliação integrativa dos principais conceitos trabalhados, relacionando-os a novos exemplos. Os alunos são novamente convidados a interpretar fórmulas estruturais simplificadas de diastereoisômeros/isômeros geométricos, presentes em plantas medicinais, diferentes das fórmulas utilizadas na situação problema inicial. Nesta nova situação problema pode-se identificar a reconciliação integrativa, percebendo a habilidade dos alunos em identificar agora as estruturas de acordo com o sistema de nomenclatura *E/Z*, e *cis/trans*, verificando assim a construção dos conceitos sobre isômeros geométricos e suas nomenclaturas, e a capacidade de interpretar fórmulas em 2D.

Avaliação Somativa Diastereoisômeros

Como se diferenciam as moléculas constituintes do eugenol, representadas abaixo? Explique. *



Louro, Cravo e Boldo

O eugenol é um princípio ativo com atividades Antioxidante (MORAIS, 2009) Analgésica e Antimicrobiana utilizado em tratamentos dentários, estimulante cardíaco, digestivo, respiratório e antiespasmódico (TANGERINO, 2006). Faz parte da composição do boldo (*Pneumus boldus*), canela (*Cinnamomum zeylanicum*), cravo (*Eugenia aromatica*) e louro (*Laurus nobilis L*) (MORAIS, 2009). Altas concentrações causam efeitos neurotóxicos, a mistura dos isômeros possui as propriedades citadas (TANGERINO, 2006)

NOVA SITUAÇÃO-PROBLEMA: Introduzir novos conhecimentos sobre o tópico enantiomeria, relacionando-o aos conceitos já trabalhados, contribuindo com a busca por novos conceitos pertencentes à matéria de ensino estereoisomeria, e incitando a subordinação correlativa, onde há alargamento da estrutura cognitiva do aluno no que diz respeito à temática, ao repetir os processos de diferenciação progressiva e reconciliação integrativa entre os conhecimentos prévios e os novos conhecimentos.

O trabalho com as situações problema, bem como com as avaliações formativas será mais profícuo ao ser realizado na forma de atividades colaborativas, que possibilitam o intercâmbio e a negociação de saberes, sendo a proposta original que o trabalho fosse todo realizado em duplas e presencialmente. No entanto, dada a situação sanitária em que nos encontramos, as atividades podem ser realizados de forma adaptada, sendo que em ambas as situações o docente deve adotar a postura de mediador das atividades, promovendo a participação ativa dos discentes. Uma possibilidade metodológica para mediar as relações entre o novo conhecimento e os subsunçores já presentes na estrutura cognitiva dos alunos é iniciar cada atividade expositiva do conteúdo retomando o que foi proposto pelos alunos ao responder o formulário, evidenciando os conceitos aceitos na matéria de ensino e diferenciando dos conhecimentos prévios não concernentes com a matéria. O formulário proposto pode conter a imagem da estrutura em traços de dois enantiômeros (isômeros ópticos), bem como de plantas medicinais com ocorrência de tais moléculas e sua atividade biológica, com a

finalidade de indicar semelhanças e diferenças entre as estruturas moleculares, a exemplo do demonstrado, como também a reflexão sobre as diferentes atividades biológicas, em um processo de diferenciação progressiva e de reconciliação integrativa.

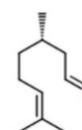
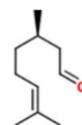
Nova Situação Problema - Enantiômeros

Observando as moléculas abaixo, de acordo com sua estrutura e fórmula molecular, você considera que são as mesmas moléculas? Qual a diferença entre elas? Discorra. *



Eucalipto, Menta e Canela

O citronelal apresenta atividades Antifúngica e Antioxidante, e está presente no eucalipto (*Eucalyptus*), erva-cidreira (*Melissa officinalis*), menta (*mentha L.*), canela (*cinnamomum*) e no capim santo (*cymbopogon*). A estereoisomeria não interfere nas atividades antifúngica e antioxidante, bem como na citotoxicidade dos compostos. (OLIVEIRA, 2016)



Segundo Moreira (2011) as situações-problema devem ser propostas em níveis crescentes de complexidade, evidenciando novos significados e diferenciando os subsunçores. Esse novo caso de estereoisomeria é importante para compreender as semelhanças e diferenças relativas às situações e exemplos de diastereoisomeria já trabalhados, agora com a necessidade de interpretar as estruturas em 3D. Dessa forma a diferenciação progressiva irá promover a incorporação ao subsunçor estrutura molecular, não só os significados relativos a diastereoisomeria, mas também de enantiomeria. O processo de diferenciação progressiva é concomitante ao processo de reconciliação integrativa, uma vez que permite relacionar as diferentes aplicações de determinados subsunçores na medida em que integra seus significados, enriquecendo a estrutura cognitiva do aprendiz.

APROFUNDAMENTO DO CONTEÚDO: objetivando promover uma ampliação na estrutura cognitiva do aluno, dar novos exemplos, destacar semelhanças e diferenças em relação às situações e exemplos anteriores, desenvolve-se uma segunda aula expositiva contextualizando a estereoisomeria e as plantas medicinais e abordando a enantiomeria utilizando como recursos didáticos slides e modelos moleculares, a fim de contribuir para o desenvolvimento de habilidades representacionais em 3D. Realiza-se portanto, sucessivas interações entre os subsunçores, retomando a relação entre sistema de nomenclatura, estrutura molecular e atividade biológica, incorporando novos conceitos como quiralidade, propriedades ópticas, modelo chave-fechadura, e habilidades de visualização e representação em 3D. Buscando possibilitar assim o desenvolvimento das principais habilidades citadas por Graulich (2015) para o aprendizado da química orgânica: habilidades representacionais, visualização espacial e raciocínio científico.

Cabe destacar que isomeria óptica e isomeria geométrica são considerados termos obsoletos e com o uso fortemente desencorajado pela IUPAC. Os termos a serem utilizados são diastereoisômeros e enantiômeros. Os enantiômeros são pares moleculares que são imagens especulares uma da outra e não sobreponíveis. Já os diastereoisômeros não têm relação com a imagem especular (IUPAC, 2012). No entanto, é comum encontrar os termos obsoletos em materiais didáticos atuais; por isso, recomenda-se a utilização de ambos os termos.

AValiação Formativa: para evidenciar a construção de significados de mais elevado nível de complexidade, em relação às representações tridimensionais, sugere-se uma atividade colaborativa com a mediação do professor. As estruturas enantioméricas da carvona, do limoneno e do mentol, podem ser disponibilizadas, e divididas para o trabalho em dupla. Cada dupla fica responsável pela montagem e visualização de um par de enantiômeros em 3D, no aplicativo gratuito de celular "Molecular Constructor".

Imagem do aplicativo Molecular Constructor



Nessa etapa, conforme critério do professor, pode ainda ser utilizado outro aplicativo, software como o *Chemsketch* ou construção de modelos com kit ou materiais alternativos. A utilização de modelos concretos, ilustrações, animações, modelagem e simulações podem auxiliar nas dificuldades que os estudantes possuem em visualizar estruturas moleculares em 3D, promovendo a denominada alfabetização tridimensional (RAUPP, 2015). A resolução de problemas em 3D pode ser facilitada com o uso de modelos e imagens de aplicativos, sendo este tipo de problema um dos principais no estudo da química orgânica (FROMM, 1945; SHINE, 1957; EVANS, 1963; HABRAKEN, 1996; WU; SHAH, 2004).

AULA INTEGRADORA FINAL: Visando realizar uma síntese das temáticas, modelos e conceitos, elaborados na UEPS, nessa aula retoma-se todo o conteúdo da UEPS, buscando promover a reconciliação integrativa, mostrando a convergência entre os conceitos abordados, revendo as atividades e retornando ao alunos avaliações formativas. Como atividade formativa integradora sugere-se a construção de um mapa conceitual como forma de verificar a ocorrência de processos de diferenciação progressiva e reconciliação integradora levando o aluno a criar e recriar relações conceituais de modo a integrar os significados emergentes de modo harmonioso com os demais (MOREIRA, 1988). A construção de mapas conceituais como atividade colaborativa pode ser realizada em pequenos grupos de dois a quatro participantes.

Utilizando o mapa conceitual como uma ferramenta o aprendiz pode organizar seu conhecimento, evidenciando as relações entre os conceitos prévios e o novos conceitos, em um processo de diferenciação progressiva, e inter relacionando os novos subsunçores em um processo de reconciliação integrativa. Com a avaliação dos mapas construídos a professora, ou o professor, pode inferir importantes informações sobre possíveis lacunas no material didático utilizado, ou ainda lacunas no aprendizado do estudante, que podem ser sanadas em um momento posterior, e possibilitando também, ao professor, a compreensão de aspectos da estrutura cognitiva de seus estudantes durante a aprendizagem daqueles conceitos. (CORREIA; DONNER JR; INFANTE-MALAQUIAS, 2008; AQUINO; CHIARO, 2013; LIMA; ET AL, 2017)

AValiação DE APRENDIZAGEM NA UEPS: com o objetivo de fornecer evidências da construção de saberes significativos, envolvendo a temática bem como os conceitos e habilidades com relação à estereoisomeria, a avaliação na perspectiva da aprendizagem significativa é realizada do ponto de vista processual e, por isso, feita a partir dos registros das avaliações formativas, desenvolvidas ao longo da UEPS e de avaliações ao final da aplicação da mesma. Além da construção do mapa conceitual, como avaliação final, recomenda-se uma avaliação somativa individual na forma de teste para avaliar o alcance de determinados objetivos de aprendizagem.

AValiação DA UEPS: Pode-se aplicar um questionário individual, com questões do tipo escala *Likert* e também questões abertas, para a avaliação em relação à UEPS da parte dos alunos.

Questionário final - Questões escala *Likert*

Questões	Nível de concordância
----------	-----------------------

	CF	C	I	D	DF
Acho útil utilizar esta Unidade de Ensino em aula.					
O uso da Unidade de Ensino me motivou a aprender.					
Aprendo mais com aulas tradicionais (aulas apenas expositivas).					
Recomendo que outros professores utilizem a Unidade de Ensino.					
A atividade com o Documentário colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.					
A atividade com o Aplicativo de Montagem de Moléculas colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.					
A atividade com o Mapa Conceitual colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.					
O uso da temática Plantas Medicinais colaborou para o meu aprendizado do conteúdo de maneira significativa.					
Estabeleci relações entre meus conhecimentos já existentes e os novos conhecimentos.					
Consigo me expressar de diferentes maneiras a respeito dos conteúdos estudados.					
É notável a existência de relações lógicas entre os conteúdos abordados na Unidade de Ensino.					
A Unidade de Ensino como um todo colaborou para meu aprendizado de maneira significativa.					

A avaliação da ueps pelos alunos pode indicar lacunas no trabalho de mediação docente, e possibilita o desenvolvimento autônomo dos alunos, ao proporcionar um ambiente onde os mesmos tem a liberdade de se manifestar.

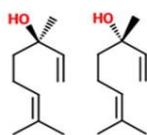
Os slides elaborados, bem como a lista de exercícios selecionados, se encontram a seguir.



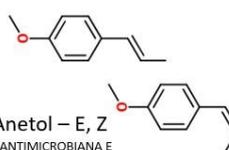
Se reconhece como **planta medicinal**, toda espécie que em algum de seus órgãos possui substâncias que possam ser utilizadas com finalidades de tratamento de saúde, ou como precursoras de fármacos sintéticos. Os **fitoterápicos** são produtos elaborados a partir da extração do princípio ativo, ou de uma mistura de princípios ativos, de origem vegetal com possíveis adjuvantes farmacêuticos.

Segundo a Organização Mundial da Saúde, 85% da população dos países em desenvolvimento utilizam plantas medicinais ou preparações destas. No Brasil, diversas ações foram executadas pelo Ministério da Saúde nesse sentido, dentre elas, a publicação, em 2006, da Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, que visa garantir à população brasileira o acesso seguro e o uso racional de plantas medicinais e fitoterápicos.

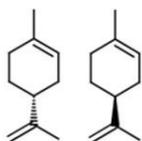
O conhecimento a respeito das plantas medicinais é milenar e foi preservado oralmente através das gerações e, por séculos, foi o recurso terapêutico predominante. As plantas medicinais são, a matéria-prima de parte dos fármacos sintéticos, bem como são as precursoras de intervenções terapêuticas, pois, a partir da atividade de algumas plantas, se desenvolveu a pesquisa sobre compostos correlatos e suas interações com o organismo



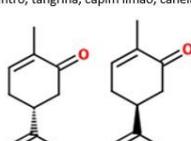
Linalol – R, S
(ANTINFLAMATÓRIO, ANALGÉSICO, ANTIMICROBIANO, VASORRELAXANTE, lavanda, manjeriço, coentro, tangrina, capim limão, canela)



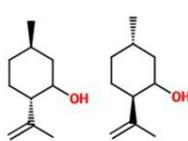
Anetol – E, Z
(ANTIMICROBIANA E ANALGÉSICA, anis, funcho, erva doce)



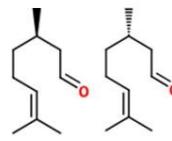
Limoneno – R, S
(ANSIOLÍTICO, capim limão, erva cidreira)



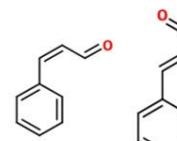
Carvona - R, S (ANTIBACTERIANA E ANTIFÚNGICA, cidreira e hortelã)



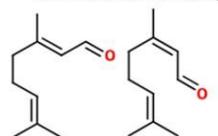
Mentol - (-),(+)
(ANESTÉSICO, capim santo, hortelã)



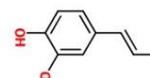
Citronelal - R, S
(ANTIFÚNGICO E ANTIOXIDANTE, eucalipto, cidreira, menta, canela)



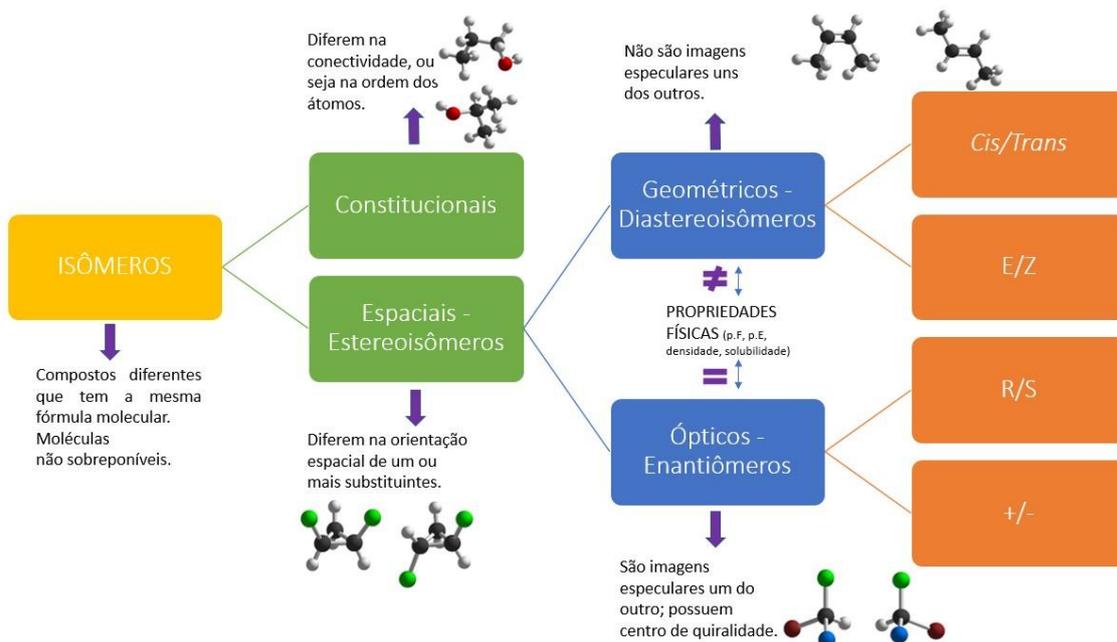
Cinamaldeído - Z,E
(ANTIMICROBIANA E ANTINFLAMATÓRIA, canela)

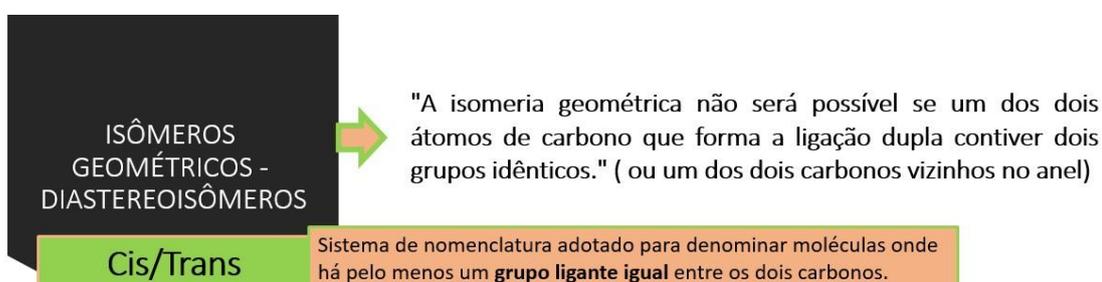
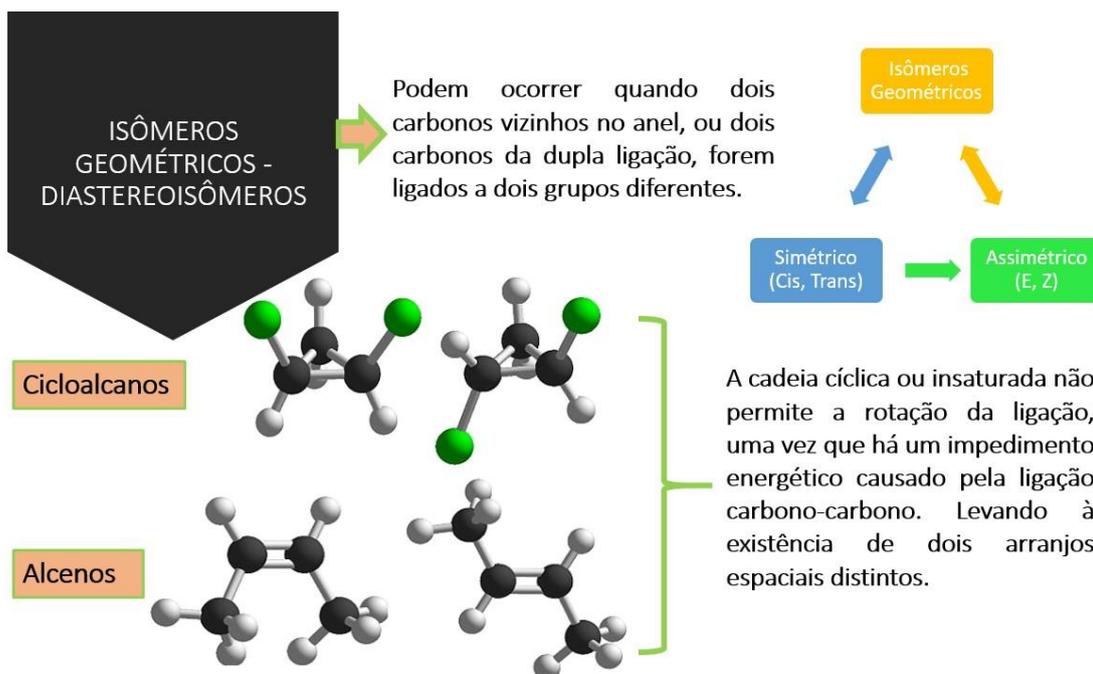


Citral: Geranial e Neral - E, Z (ANTINFLAMATÓRIO E ANSIOLÍTICO, capim limão, erva cidreira)

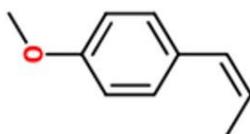


Eugenol - E
(ANTIOXIDANTE, ANALGÉSICO, ANTIMICROBIANO E ANTIESPASMÓDICO, boldo, canela, cravo e louro)





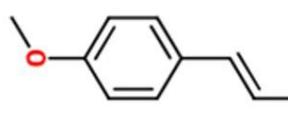
O **Anetol**, princípio ativo presente no anis estrelado, erva-doce e funcho, é um exemplo de isômero que pode ser nomeado a partir da nomenclatura cis/trans.



Dois "H" do **mesmo lado** em relação ao plano da dupla ligação.

Isômero Cis

Apresenta alta toxicidade e propriedades organolépticas desagradáveis (PAZINI, 2013)



Dois "H" em **lados opostos** em relação ao plano da dupla ligação.

Isômero Trans

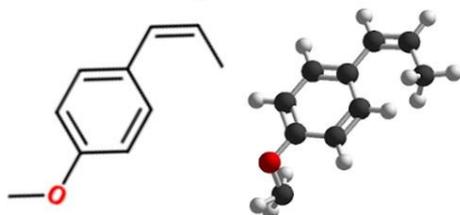
Apresenta Atividades Antimicrobiana e Analgésica (PINTO, 2018)

ISÔMEROS GEOMÉTRICOS - DIASTEREOISÔMEROS

Cis/Trans

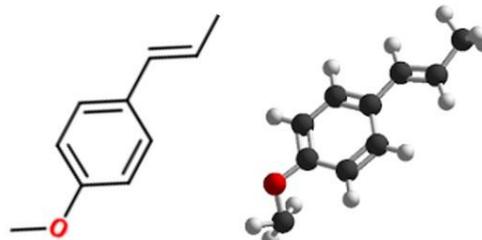


O **Anetol**, princípio ativo presente no anis estrelado, erva-doce e funcho, é um exemplo de isômero que pode ser nomeado a partir da nomenclatura cis/trans.



Cis-Anetol

Apresenta alta toxicidade e propriedades organolépticas desagradáveis (PAZINI, 2013)



Trans-Anetol

Apresenta Atividades Antimicrobiana e Analgésica (PINTO, 2018)

ISÔMEROS GEOMÉTRICOS - DIASTEREOISÔMEROS

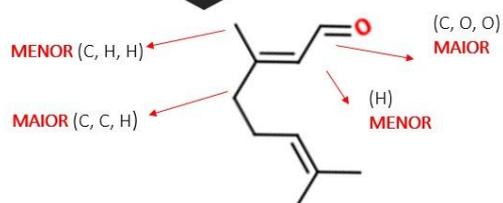
E/Z



O **Citral (E, Z)** é um princípio ativo presente no capim cidreira e na erva cidreira, que apresenta propriedades **Anti-inflamatória** (LIAO, 2015) e **Ansiolítica** (SILVA, 2011).

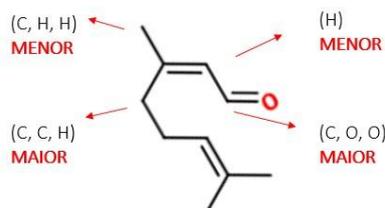


Sistema de nomenclatura mais abrangente, pode ser adotado em isômeros geométricos que não apresentem simetria.



LADOS OPOSTOS – E

Isômero Geranial, E-Citral.



LADOS IGUAIS - Z (zunto)

Isômero Neral, Z- Citral.

Apresenta maior efeito anti-inflamatório (LIAO, 2015).

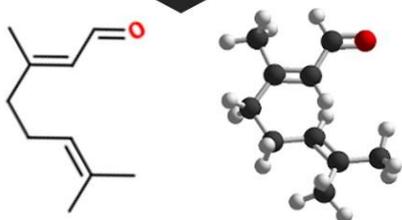
A prioridade é dada em relação aos números atômicos, em caso de "empate" o próximo ligante deve ser considerado, dupla ligação equivale à dois ligantes (para a nomenclatura E,Z)

ISÔMEROS GEOMÉTRICOS - DIASTEREOISÔMEROS

E/Z

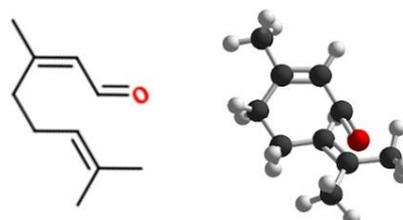


O **Citral (E, Z)** é um princípio ativo presente no capim cidreira e na erva cidreira, que apresenta propriedades **Anti-inflamatória** (LIAO, 2015) e **Ansiolítica** (SILVA, 2011).



LADOS OPOSTOS – E

Isômero Geraniol, E-Citral.



LADOS IGUAIS – Z (zunto)

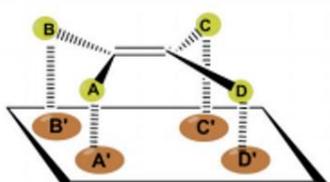
Isômero Neral, Z-Citral.

Apresenta maior efeito anti-inflamatório (LIAO, 2015).

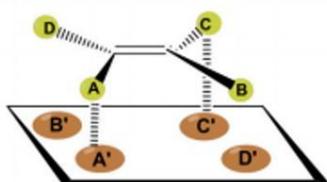
ISÔMEROS GEOMÉTRICOS - DIASTEREOISÔMEROS

E/Z

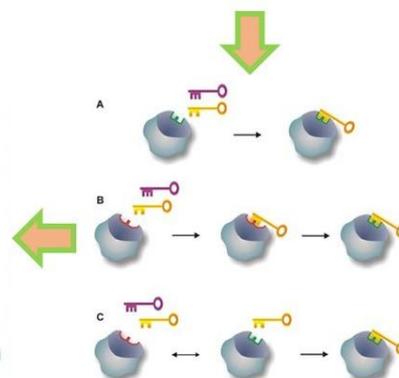
As diferentes atividades biológicas dos isômeros geométricos podem ser explicadas pelo modelo chave-fechadura, que explica a estereosseletividade dos receptores biológicos.

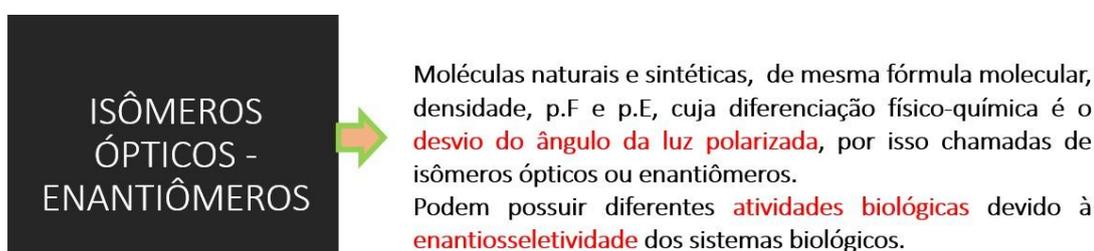
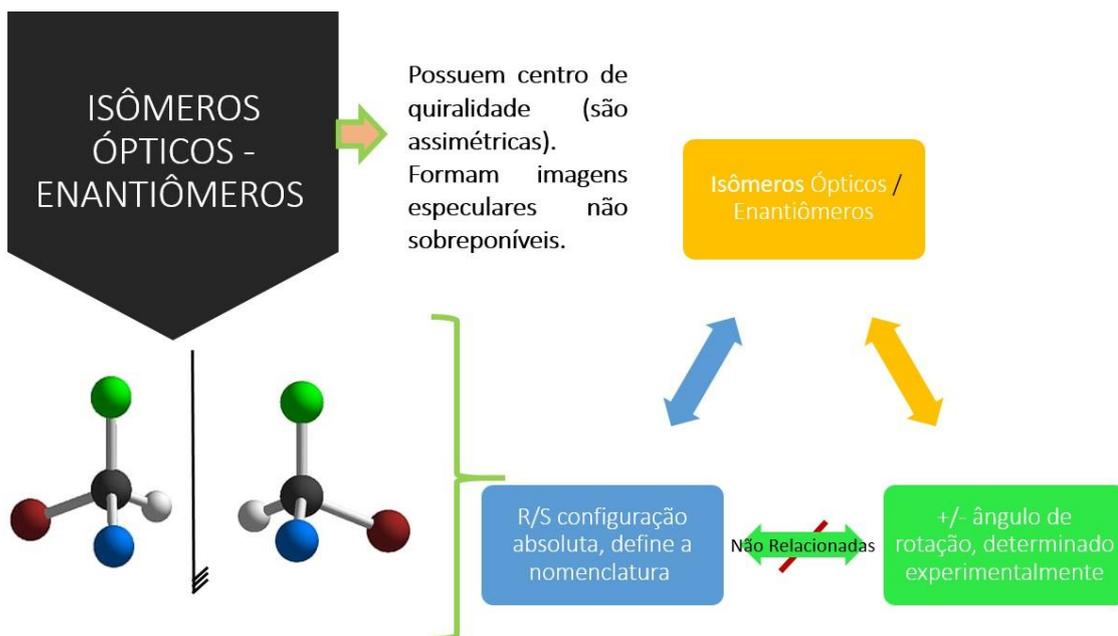


Grupos A e D / B e C (CIS)
Grupos A e C / B e D (TRANS)



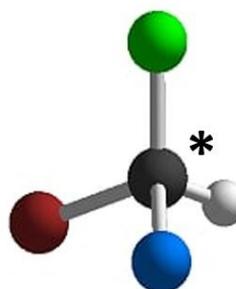
Grupos A e B / C e D (CIS)
Grupos A e C / B e D (TRANS)



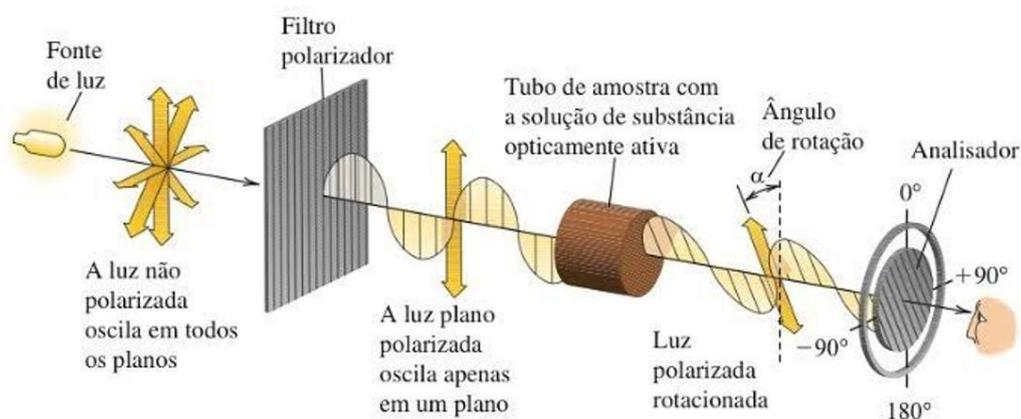


Enantiômeros são pares de isômeros que possuem configurações opostas em todos os centros quirais. Tratam-se de moléculas que não possuem nenhum centro de simetria.

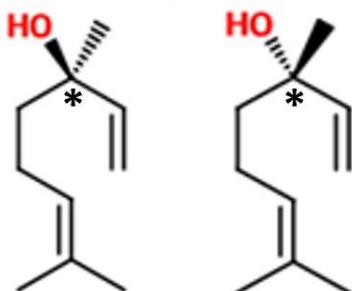
Possuem portanto pelo menos um centro de quiralidade, constituído por um carbono com 4 ligantes diferentes, chamado carbono assimétrico.



C*
Carbono "Quiral".
Possui quatro ligantes diferentes



ISÔMEROS ÓPTICOS - ENANTIÔMEROS



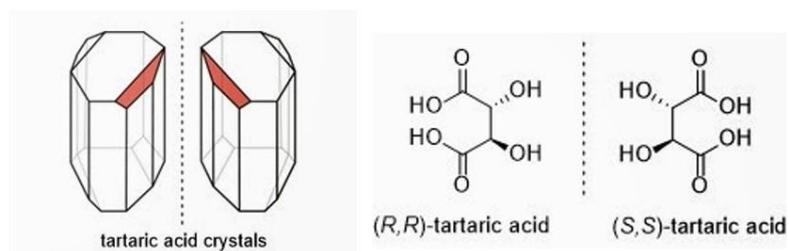
Plantas medicinais podem sintetizar naturalmente moléculas **estereoisômeras**, em maior ou menor seletividade entre os **enantiômeros**.

Podem produzir **MISTURAS RACÊMICAS (50:50)** que exigem técnicas complexas de separação ou produzir **enantiosseletivamente** (apenas um dos enantiômeros).

O **Linalol - R, S**, por exemplo, está presente em frutas cítricas, lavanda, manjeriço, coentro, canela e capim limão. O isômero **R-lincareol** apresenta aroma de lavanda e flores frescas, enquanto o dextro rotatório **S-coriandrol**, um cheiro herbáceo, com tons de folhas envelhecidas, frequentemente descritas com características cítricas (MONTEIRO, 2013)



A propriedade de algumas moléculas de desviar o Ângulo da Luz Polarizada – Atividade Ótica - foi descoberta no século XIX pelo cientista francês Jean Baptiste Biot.



Em 1848 Louis Pasteur descobriu que sais de ácido tartárico existem aos pares de enantiômeros, na forma de MISTURAS RACÊMICAS (50:50) que devido à proporcionalidade entre as moléculas dextróginas (+) e levróginas (-) são OPTICAMENTE INATIVAS.

QUIRALIDADE NOS ORGANISMOS VIVOS

"A maioria dos compostos nos organismos vivos são quirais, incluindo o DNA, enzimas, anticorpos e hormônios". Nas plantas podemos observar a trepadeira *Convolvulus arvensis* (a) que se enrosca para a direita (sentido horário) enquanto a *Lonicera sempervirens* que se enrosca no sentido anti-horário(b).

No reino animal temos um tipo de caracol *Liguus virgineus* (c) que normalmente apresenta um formato de espiral que se enrosca para a direita, mas existem alguns mutantes que se enroscam para a esquerda.

A bactéria *Bacillus subtilis* (d) forma colônias em forma de espirais que se enroscam para a direita, as quais, quando aquecidas, passam a se enroscar para a esquerda (BARBOSA, 2011).

Esses são exemplos de organismos, mas se pensarmos em nível molecular, há diferentes isômeros que possuem a mesma fórmula mas diferentes propriedades.

ISÔMEROS ÓPTICOS - ENANTIÔMEROS

77% dos fármacos registrados são provenientes de fontes naturais, sendo isolados diretamente de plantas, bactérias e algas ou produzidos a partir da modificação destes...

Drogas produzidas de fontes naturais são geralmente quirais. "Para ter efeito biológico, uma substância precisa se encaixar em um receptor adequado que possui o formato complementar exato."

Explicado pelo modelo chave-fechadura

Geralmente apenas um enantiômero fornece o efeito desejado, a outra forma de sua imagem especular pode ser inativa ou causar efeitos indesejados. "Nossos sentidos de paladar e olfato também dependem da quiralidade."

ISÔMEROS ÓPTICOS - ENANTIÔMEROS



O linalol apresenta propriedades anti-inflamatória, analgésica, vasorrelaxante, hipotensora, antinoceptiva e antimicrobiana, hipnótico, hipotérmico e sedativo (MONTEIRO, 2013)



De maneira geral, para cada carbono quiral, ou centro estereogênico pode haver um par de enantiômeros.

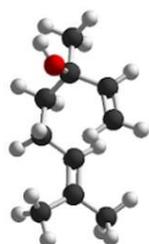


Assim pode-se prever a quantidade de enantiômeros de uma molécula pela expressão 2^n , onde n : nº de carbonos quirais.

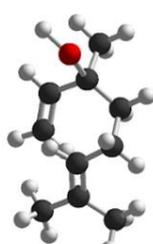
De acordo com a rotação da luz polarizada, os enantiômeros são considerados levorotatórios (-) ou dextrorotatórios (+). A rotação só pode ser determinada experimentalmente.

A nomenclatura dos enantiômeros segue a regra de Prelog-Cahn-Ingold e os diferencia em R ou S.

Ambas as classificações não mantêm relação direta.



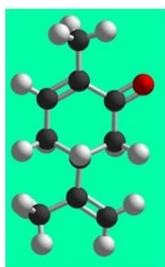
(S)-(+)-linalol
Apresenta aroma cítrico
(MONTEIRO, 2013)



(R)-(-) linalol
Aroma de lavanda e flores
(MONTEIRO, 2013)

TUTORIAL – PASSO A PASSO

App
Molecular Constructor

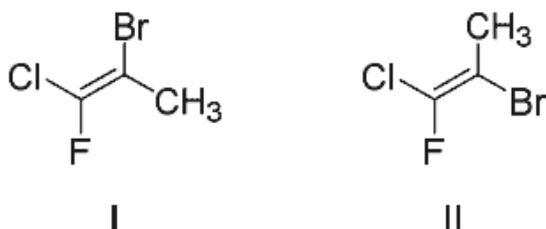


Exemplos - Enantiômeros da carvona

Aplicativo de construção de moléculas 3D

- Selecionar o átomo de carbono em "add";
- Com um clique você coloca cada carbono, organizando-os de acordo com a fórmula plana, já tentando buscar o ângulo correto para a fórmula espacial;
- Para fazer a ligação clique no átomo e em seguida ao átomo com o qual deseja estabelecer a ligação;
- Para uma nova ligação, a partir de outro átomo, clicar antes fora da molécula;
- Após montar a estrutura com carbonos e oxigênios, clicar em "Tools" e em "Add hydrogens";
- Rotacionar a molécula para verificar os ângulos (você faz isso carregando a molécula);
- Para finalizar clicar em "Shaping" e verificar se a estrutura está com a organização espacial correta. Caso não esteja com a organização adequada, desative o "Shaping" para organizar manualmente;
- Em "settings" você pode personalizar sua apresentação;
- Para salvar, clique em "Tools" e em "Take a photo".

- 4) A nomenclatura E/Z para compostos que apresentam isomeria geométrica é recomendada pela IUPAC, mas pouco utilizada no ensino médio. Dentre os critérios utilizados para determinar qual isômero é E ou Z, o mais simples de ser observado é aquele em relação à massa molecular do ligante. Observe a fórmula estrutural de dois isômeros geométricos



Com base em seus conhecimentos sobre a nomenclatura E/Z e nas estruturas fornecidas, assinale a alternativa correta.

- O composto I é classificado como Z pois os ligante de maior massa molecular encontra-se do mesmo lado.
- O composto I é classificado como E pois os ligantes de maior massa molecular estão de lados opostos.
- O composto II é classificado como E pois os ligantes de maior massa molecular estão do mesmo lado.
- Os compostos I e II são iguais e deste modo não apresentam isomeria geométrica.

- 5) É comum relacionarmos, inadvertidamente, isômeros *cis* à isômeros “Z”, e isômeros *trans* aos isômeros “E”. No entanto essa relação não é verdadeira. Observe os compostos abaixo, dê a nomenclatura dos mesmos conforme sistema *cis/trans* e E/Z e explique o por que não é correto relacionar diretamente os dois sistemas de nomenclatura.



- 6) ENEM 2014 *A talidomida é um sedativo leve e foi muito utilizado no tratamento de náuseas, comuns no início da gravidez. Quando foi lançada, era considerada segura para o uso de grávidas, sendo administrada como uma mistura racêmica composta pelos seus dois enantiômeros (R e S). Entretanto, não se sabia, na época, que o enantiômero S leva a malformação congênita, afetando principalmente o desenvolvimento normal dos braços e pernas do bebê.*

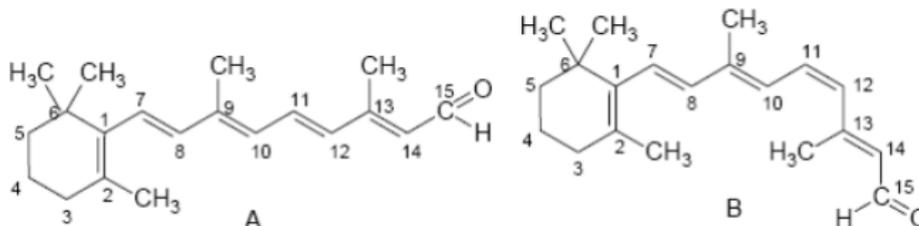
COELHO, F. A. S. 'Fármacos e quiralidade'. Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, São Paulo, n. 3, maio 2001 (adaptado).

Essa malformação congênita ocorre porque esses enantiômeros:

- reagem entre si.
 - não podem ser separados.
 - não estão presentes em partes iguais.
 - interagem de maneira distinta com o organismo.
 - são estruturas com diferentes grupos funcionais.
- 7) ENEM 2013 O citral, substância de odor fortemente cítrico, é obtido a partir de algumas plantas como o capim-limão, cujo óleo essencial possui aproximadamente

- d) O ácido (+) láctico é levógiro.
 e) Uma solução dos dois isômeros, na mesma concentração, desvia o plano da luz polarizada de um ângulo de $+2,6^\circ$.

16) Uma das reações químicas responsáveis pela visão humana envolve os dois isômeros da molécula do retinal:



Logo, podemos concluir que:

- 1) o retinal é um ácido carboxílico que contém seis duplas ligações conjugadas.
- 2) com relação aos carbonos 11 e 12, o composto A é identificado como isômero *trans*, e o composto B, como isômero *cis*.
- 3) os compostos A e B também são isômeros óticos devido ao carbono assimétrico (quiral) presente na posição 6.

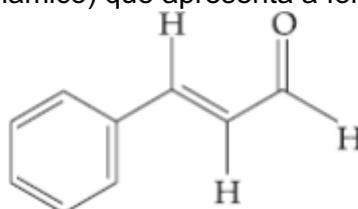
Está(ão) correta(s):

- | | |
|-------------|-----------------|
| a) 1 apenas | d) 2 e 3 apenas |
| b) 2 apenas | e) 1, 2 e 3 |
| c) 3 apenas | |

17) Sobre um par de isômeros *cis-trans*, é correto dizer que:

- a) o isômero *trans* é sempre mais estável.
- b) suas fórmulas moleculares são diferentes.
- c) o isômero *cis* apresenta cadeia mais longa.
- d) a massa molecular do isômero *cis* é sempre maior.
- e) ambos apresentam a mesma disposição no espaço.

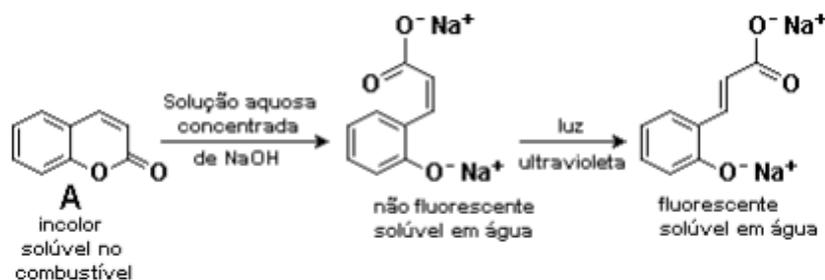
18) As balas e as gomas de mascar com sabor de canela contêm o composto cinamaldeído (ou aldeído cinâmico) que apresenta a fórmula estrutural abaixo.



O nome oficial deste composto orgânico é:

- | | |
|---------------------------|----------------------------|
| a) trans-3-fenilpropenal. | c) trans-3-fenilpropanal. |
| b) trans-1-fenilpropenal. | d) trans-3-benzilpropenal. |

19) Na Inglaterra, não é permitido adicionar querosene (livre de imposto) ao óleo diesel ou à gasolina. Para evitar adulteração desses combustíveis, o querosene é "marcado", na sua origem, com o composto A, que revelará sua presença na mistura após sofrer as seguintes transformações químicas:



Um técnico tratou uma determinada amostra de combustível com solução aquosa concentrada de hidróxido de sódio e, em seguida, iluminou a mistura com luz ultravioleta. Se no combustível houver querosene (marcado),

I. no ensaio, formar-se-ão duas camadas, sendo uma delas aquosa e fluorescente.

II. o marcador A transformar-se-á em um sal de sódio, que é solúvel em água.

III. a luz ultravioleta transformará um isômero *cis* em um isômero *trans*.

Obs.: Fluorescente = que emite luz

Dessas afirmações,

a) apenas I é correta.

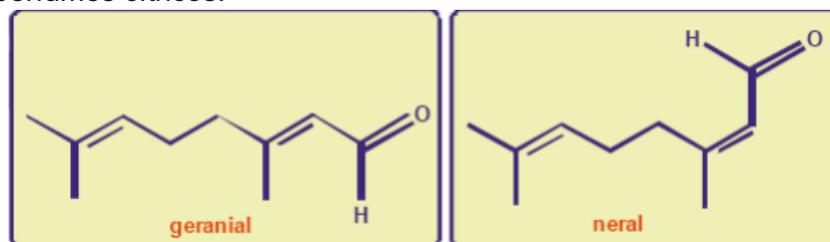
d) apenas I e II são corretas.

b) apenas II é correta.

e) I, II e III são corretas.

c) apenas III é correta.

20) O citral é uma mistura de isômeros (geranial e neral), obtida a partir do óleo essencial do limão. Devido ao seu odor agradável, é bastante utilizado na preparação de perfumes cítricos.



A partir das estruturas apresentadas, podemos dizer:

(01) O geranial é o isômero *trans* (ou E) e o neral é o isômero *cis* (ou Z).

(02) O geranial e neral apresentam a mesma fórmula molecular C₉H₁₄O.

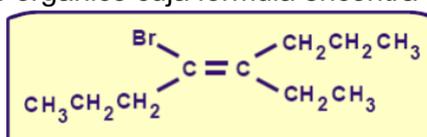
(04) Geranial e neral apresentam uma carbonila como grupo funcional e, por isso, são chamados de cetonas.

(08) Geranial e neral são terpenos que apresentam isomeria espacial (óptica).

(16) Geranial e neral apresentam dupla ligação conjugada a uma carbonila.

Soma ()

21) Qual o nome do composto orgânico cuja fórmula encontra-se esquematizada abaixo?



a) *cis*-4-bromo-5-etil oct-4-eno.

d) Z-4-bromo-5-etil oct-4-eno.

b) E-4-bromo-5-etil oct-4-eno.

e) Z-4-etil-5-bromo oct-4-eno.

c) *trans*-4-bromo-5-etil oct-4-eno.

22) Assinale a alternativa que preenche corretamente as lacunas do enunciado abaixo, na ordem em que aparecem.

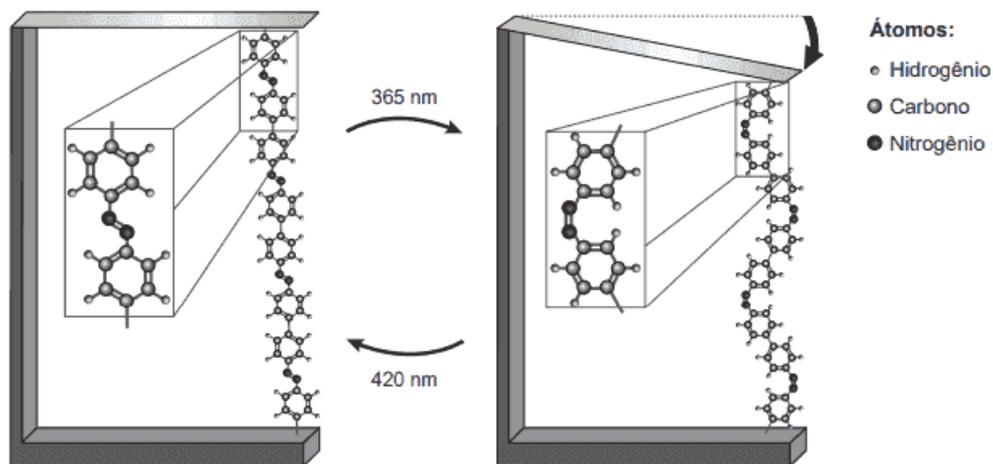
O *cis*-1,2-dicloroeteno é uma molécula _____, e o seu isômero *trans* apresenta _____ ponto de ebulição por ser uma molécula _____.

a) apolar – maior – polar

c) polar – mesmo – polar

b) apolar – menor – polar

d) polar – maior – apolar



TOMÁ, H. E. A nanotecnologia das moléculas. *Química Nova na Escola*, n. 21, maio 2005 (adaptado).

- O fenômeno de movimento molecular, promovido pela incidência de luz, decorre do(a)
- movimento vibracional dos átomos, que leva ao encurtamento e à relaxação das ligações
 - isomerização das ligações N=N, sendo a forma *cis* do polímero mais compacta que a *trans*.
 - tautomerização das unidades monoméricas do polímero, que leva a um composto mais compacto.
 - ressonância entre os elétrons π do grupo azo e os do anel aromático que encurta as ligações duplas.
 - variação conformacional das ligações N=N, que resulta em estruturas com diferentes áreas de superfície.

26) ENEM 2016 Os feromônios são substâncias utilizadas na comunicação entre indivíduos de uma espécie. O primeiro feromônio isolado de um inseto foi o bombicol, substância produzida pela mariposa do bicho-da-seda.



O uso de feromônios em ações de controle de insetos-praga está de acordo com o modelo preconizado para a agricultura do futuro. São agentes altamente específicos e seus compostos químicos podem ser empregados em determinados cultivos, conforme ilustrado no quadro.

Substância	Inseto	Cultivo
	<i>Sitophilus spp</i>	Milho
	<i>Migdolus fryanus</i>	Cana-de-açúcar
	<i>Anthonomus rubi</i>	Morango
	<i>Grapholita molesta</i>	Frutas
	<i>Scrobipalpuoides absoluta</i>	Tomate

FERREIRA, J. T. B.; ZARBIN, P. H. G. Amor ao primeiro odor: a comunicação química entre os insetos. *Química Nova na Escola*, n. 7, maio 1998 (adaptado).

GABARITO:

1 a

2a

3d

4a

5-

6d

7a

8b

9b

10c

11a

12e

13d

14d

15b

16b

17a

18a

19e

20-17

21b

22a

23b

24d

25b

26e

27e

APÊNDICE C - Registros identificação categorias de análise situação problema 1

Observe as moléculas representadas abaixo, bem como suas diferentes propriedades e descreva o que diferencia as duas moléculas, a ponto de levar às diferentes características.

O que diferencia as duas moléculas?

Categoria

Subcategoria Estrutura

	O que diferencia as duas moléculas?	Categoria	Subcategoria Estrutura
Muda a posição do grupo funcional	Posição do Grupo Funcional/ Posição Oxigênio	Estrutura Molecular	Conectividade
A posição da dupla ligação e do CO	Posição do Grupo Funcional/ Posição Oxigênio	Estrutura Molecular	Conectividade
Mesma fórmula química, porém diferentes estruturas	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
Possuem diferentes propriedades, pois possuem ligações diferentes	Ligações Diferentes	Estrutura Molecular	Conectividade
A inclinação em um carbono que leva ao O uma nova posição, esta angulação leva diferentes interações entre os elementos	Posição do Grupo Funcional/ Posição Oxigênio	Estrutura Molecular	Conectividade
a diferença é nas ligações duplas	Ligações Diferentes	Estrutura Molecular	Conectividade
A molécula é a msm em forma diferente o que leva a uma propriedade diferente	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
Visualmente, a única diferença entre as duas fórmulas estruturais é a posição da carbonila (carbono dupla com o oxigênio) - na geometria da representação estrutural -, mas ambas apresentam a mesma quantidade de elementos e fórmula molecular	Posição do Grupo Funcional/ Posição Oxigênio	Estrutura Molecular	Conectividade
Acredito que as duas sejam semelhantes porque suas fórmulas estruturais são muito parecidas, apenas com a diferença de posição de uns carbonos e do oxigênio.	Posição do Grupo Funcional/ Posição Oxigênio	Estrutura Molecular	Conectividade
não são iguais, pois quanto mais fechada a cadeia mais estável ela é	Cadeia Fechada/Aberta	Estrutura Molecular	Tipo de Cadeia
A organização estrutural é diferente, uma é mais "aberta" que a outra	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
A cadeia e suas insaturações estão - se comparado as duas moléculas - configuradas de uma forma diferente, em que, na primeira situação o grupo funcional está mais distante do restante da cadeia, podendo ter uma diferença de polaridade maior, já que, o Oxigênio é mais eletronegativo que os demais compostos formadores da molécula.	Posição do Grupo Funcional/ Posição Oxigênio	Estrutura Molecular	Conectividade
a diferença está em uma das ligações duplas	Ligações Diferentes	Estrutura Molecular	Conectividade
As moléculas se diferenciam pela suas geometrias, ou seja, suas fórmulas estruturais se diferenciam. Entretanto suas fórmulas moleculares são as mesmas (C ₁₀ H ₁₆ O).	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
A altura onde tá o segmento que contém o oxigênio na molécula	Posição do Grupo Funcional/ Posição Oxigênio	Estrutura Molecular	Conectividade

As moléculas representadas possuem fórmula estrutural diferente, o que diferencia as duas moléculas é que a primeira "segue" para a direita enquanto a segunda para baixo, como suas fórmulas estruturais são diferentes suas propriedades também são, apesar de sua fórmula molecular ser a mesma.	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
a curva da molécula é o suficiente para provocar a diferença das folhas	Relação Moléculas X Imagem Plantas	Relação Macro X Micro	
formato da folhagem, força de interação molecular..	Relação Moléculas X Imagem Plantas	Relação Macro X Micro	
A diferença entre as moléculas está na disposição/estrutura da cadeia, dos elementos, visto que a fórmula molecular é a mesma.	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
O que as diferencia é que elas possuem uma das partes da cadeia carbônica diferente, uma delas é mais aberta do que a outra	Cadeia Fechada/Aberta	Estrutura Molecular	Tipo de Cadeia
As formas estruturais representadas na imagem são diferentes.	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
A única diferença visual é a geometria da fórmula estrutural	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
São isômeros substâncias que possuem a mesma fórmula molecular mas com estruturas e propriedades distintas. Acredito que o isômero Neral seja considerado mais eficaz devido a disposição dos átomos.	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
O que diferencia é a geometria das duas estruturas moleculares.	Geometria	Estrutura Molecular	Configuração
Contém a mesma fórmula molecular, logo o que as diferencia são as fórmulas estruturais.	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
O que diferencia as duas moléculas são as suas geometrias diferentes e que o isômero neral apresenta maior efeito anti-inflamatório.	Geometria	Estrutura Molecular	Configuração
Diferentes geometrias	Geometria	Estrutura Molecular	Configuração
Os componentes das duas moléculas são os mesmos e em mesma quantidade, o motivo de sua diferença é pela forma como seus componentes se organizam na molécula.	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
A geometria das moléculas.	Geometria	Estrutura Molecular	Configuração
A posição da ramificação que acaba no oxigênio	Posição do Grupo Funcional/ Posição Oxigênio	Estrutura Molecular	Conectividade
Uma está mais fechada que a outra, alterando a área de contato da molécula com outra a fim de interação, propiciando reações diferentes	Cadeia Fechada/Aberta	Estrutura Molecular	Tipo de Cadeia
O que diferencia ambas é sua geometria.	Geometria	Estrutura Molecular	Configuração
Apesar de ambas as moléculas possuírem a mesma fórmula molecular (C ₁₀ H ₁₆ O), elas apresentam fórmula estrutural diferente, em que a organização dos átomos está distinta.	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração

A partir da análise é possível perceber que uma das cadeias está mais fechada que a outra, assim altera a área do contato da molécula com outra a fim de interação, o que causa diferentes reações.	Cadeia Fechada/Aberta	Estrutura Molecular	Tipo de Cadeia
A parte da direita da estrutura se apresenta de forma não igual, o que determina as diferenças entre os seres das respectivas moléculas.	Posição do Grupo Funcional/ Posição Oxigênio	Estrutura Molecular	Conectividade
A sua diferença está na sua fórmula estrutural, mas sua fórmula molecular é a mesma	Estrutura/Fórmula Estrutural/Forma	Estrutura Molecular	Configuração
A partir do meu conhecimento, eles são os mesmos	São os mesmos compostos	São iguais	
O fechamento de uma é maior do que outra, modificando a superfície de contato das moléculas, logo ocorrendo reações diferentes.	Cadeia Fechada/Aberta	Estrutura Molecular	Tipo de Cadeia
a geometria é diferente mas sua fórmula é igual visto que é isômero	Geometria	Estrutura Molecular	Configuração
Possuem cadeias carbônicas diferentes, levando a ter distintas propriedades.	Cadeia Fechada/Aberta	Estrutura Molecular	Tipo de Cadeia

APÊNDICE D – Registros identificação categorias de análise nova situação problema

Como se diferenciam as moléculas constituintes do eugenol, representadas abaixo? Explique.	categorias
O elemento de cima é CIS em função do elemento estar direcionado igualmente e o de baixo é TRANS em função do elemento estar direcionado para o lado oposto	cis/trans
As moléculas são diastereoisômeros pois tem diferentes ligações em cada carbono. O Eugenol é Cis pois tem seus H do mesmo lado e é Z pois tem suas massas maiores do mesmo lado. O Louro é Trans pois os lados de H estão opostos e é E pois as suas maiores massas estão de lados opostos também.	diastereoisômeros cis/trans E/Z
O primeiro se configura como um cis-Z e o segundo como um trans-E devido a posição das insaturações a forma geométrica apresentada em cada caso.	diastereoisômeros cis/trans E/Z
Primeiro é cis e E pq ta na pesa a posição Segundo é trans e Z pois posição oposta	diastereoisômeros cis/trans E/Z
elas se diferenciam na geometria	geometria
se diferenciam na sua geometria	geometria
Não consegui entender, mas acho que o primeiro é cis e o segundo é trans	cis/trans
As moléculas possuem ramificações e propriedades diferentes	estrutura
Ocorre repulsão da ligação do átomo de carbono para cima. Em comparação com a outra, que está pra baixo	estrutura
Uma figura está com lados iguais (Z) e outra está com lados opostos (E).	diastereoisômeros E/Z
Diferença estrutural, E e EZ	diastereoisômeros E/Z
São diastereoisômeros E/Z.	
Uma é E (Isômero Geranial) e a outra é z (Isômero Neral)	diastereoisômeros E/Z
Possuem nomenclatura E/Z, pois não apresentam simetria. Na primeira molécula é "Z", pois os ligantes estão em lados iguais e na segunda molécula é "E", pois os ligantes estão em lados opostos.	diastereoisômeros E/Z
Ambos são Isômeros espaciais geométricos, mas se diferenciam na estrutura: 1- Cis e Z; 2-Trans e E	diastereoisômeros cis/trans E/Z
O primeiro é z-eugenol e o segundo e-eugenol. Apresentam diferentes radicais ligados aos carbonos que realizam dupla ligação e no primeiro os prioritários estão no mesmo lado e no segundo, em lados opostos.	diastereoisômeros E/Z
Ocorre pela Isomeria E-Z das moléculas.	diastereoisômeros E/Z
Se diferenciam através da estrutura que determina suas características distintas.	estrutura
A principal diferença é uma isomeria E,Z.	diastereoisômeros E/Z
O que diferencia as duas moléculas são seus ligantes em lados diferentes. Uma será Z-eugenol(lados opostos) e outra será E-eugenol(lados iguais).	diastereoisômeros E/Z
Pode ser diferenciado pela Formula Estrutural. (E e Z)	diastereoisômeros E/Z
As duas moléculas constituintes do eugenol representadas na imagem são isômeros geométricos, ou seja, apresentam a mesma fórmula molecular mas são diferentes devido à geometria de cada um. A fórmula representada acima retrata um isômero cis - pois possui dois hidrogênios do mesmo lado em relação ao plano da dupla ligação. Já a fórmula representada abaixo trata-se de um isômero trans - porque apresenta dois hidrogênios em lados opostos em relação ao plano da dupla ligação.	cis/trans

As moléculas constituintes do eugenol são diastereoisômeros, ou seja, possuem a mesma fórmula molecular, mas diferem-se quanto a fórmula estrutural. A primeira molécula representa um isômero cis, em que os dois hidrogênios estão do mesmo lado em relação ao plano da dupla ligação, já a segunda molécula é um isômero trans com dois hidrogênios em lados opostos em relação ao plano da dupla ligação.	cis/trans
A primeira estrutura é um isômero CIS, pois possui dois H do mesmo lado em relação a dupla ligação. A segunda estrutura é um isômero TRANS, pois possui dois H opostos em relação ao plano da dupla ligação. Prof, eu acho que é isso. pq se for para classificar sobre os diastereoisômeros n teria que ter átomos carbonos contendo dois ligantes com numeros atômicos diferentes?	cis/trans
A primeira é cis, com hidrogênios do mesmo lado que a ligação dupla, e a segunda trans, com hidrogênios em lados opostos.	cis/trans
A geometria da molécula é diferente. O primeiro isômero é cis - Z e o segundo é um isômero trans - E.	diastereoisômeros cis/trans E/Z
a primeira é uma molécula cis (na parte de cima existem dois hidrogênios em mesma direção na ligação dupla) e a segunda é uma molécula trans (na parte de cima na ligação dupla os hidrogênios estão dispostos em sentido contrário)	cis/trans
As moléculas se diferenciam pela estrutura, ou seja, a molécula 1 é cis, tendo ligantes iguais no mesmo lado, e a molécula 2 é trans, tendo ligantes iguais em lados opostos.	cis/trans
As moléculas acima são ISÔMEROS - Estereoisômeros, ou seja, são compostos iguais que diferenciam-se pela disposição espacial. Estas duas moléculas, são classificadas como Geométricos-Diastereoisômeros (possuem propriedades físicas diferentes) do tipo E/Z, e aí se encontra a principal diferença, por ter dois ligantes diferentes em suas extremidades, um metil e um ciclo benzeno, é possível analisar e classificar de duas maneiras: se essas extremidades estão voltadas para o mesmo lado (como na primeira molécula) ela será do tipo Z, e se estiverem voltadas para lados opostos no espaço (como na segunda molécula), será do tipo E. Eu entendi bem, só não sei se consegui explicar corretamente..	diastereoisômeros E/Z
A de cima é um cis-eugenol e o de baixo é um trans-eugenol pela forma com que a ponta da molécula se configura.	cis/trans
A molécula de cima representa um isômero Cis-eugenol e a de baixo um isômero Trans-eugenol.	cis/trans
Diferenciam-se por conta de sua fórmula estrutural que é diferente, a primeira molécula que tem "continuidade" para baixo é cis e a segunda que "segue" para cima é trans.	cis/trans
O primeiro é cis e o segundo é trans. Obs: peço desculpa pelo atraso, minha internet havia caído e respondi logo quando ela voltou.	cis/trans
As moléculas diferem em propriedades e estrutura devido a diferente posição do átomo. Apresentam a mesma constituição em critérios de elementos e por vezes são utilizados para a mesma coisa, uso medicinal.	estrutura
Possuem nomenclatura E/Z pois não possuem simetria.	diastereoisômeros E/Z
Possuem nomenclatura E/Z pois não apresentam simetria. A primeira molécula é o "Z", porque os ligantes estão em lados iguais e na segunda molécula, é a "E", pois os ligantes estão em lados opostos	diastereoisômeros E/Z
A primeira é cis, ou seja, os seus átomos de hidrogênio estão do "mesmo lado". Já a segunda é trans, seus átomos de hidrogênio estão separados por um CH4.	cis/trans

APÊNDICE E - Registros identificação categorias de análise situação problema 2

Observando as moléculas abaixo, de acordo com sua estrutura e fórmula molecular, você considera que são as mesmas moléculas? Qual a diferença entre elas? Discorra.	São as mesmas moléculas?	Qual a diferença entre as moléculas?	polaridade/eletronegatividade
São a mesma molécula, porém a diferença está em um carbono que "está para frente" e outro "está para trás"	Sim	Ângulo Observador	
Não são as mesmas moléculas, pois possuem diferentes orientações espaciais	Não	Orientação Espacial Ligantes	
A diferença das duas moléculas está na ligação, que acontece entre elementos de diferentes eletronegatividades e que buscam adaptar-se a teoria do octeto.	Não	Ligação	x
Não, por mais que sejam isômeros (apresentam a mesma fórmula molecular), são compostos diferentes, e possuem tipos de ligações diferentes.	Não	Ligação	
A diferença é que na ligação de carbono acima em ambas, uma está voltada para frente e outra para trás	Não	Orientação Espacial Ligantes	
São iguais, o que muda na estrutura é ligação dos triângulos. O triângulo todo pintado representa o H fora do plano da folha, mais perto do observador. E o riscadinho, mais distante.	Sim	Ângulo Observador	
A linha cheia significa que x elemento está mais a frente no plano e a linha tracejada que está mais atrás.	Não	Orientação Espacial Ligantes	
A diferença é a ligação representada pelos triângulos. O triângulo todo pintado (primeira molécula) significa que o H está fora do plano da folha, na direção do observador. O triângulo com espaços (segunda molécula), significa que o H está fora do plano da folha, mas mais distante do observador.	Não	Orientação Espacial Ligantes	
Uma ligação com C está para frente do plano e outra para trás	Não	Orientação Espacial Ligantes	
é a mesma molécula, porém a diferença é que uma está mais perto (preto) do observador e a outra está mais distante (listrado)	Sim	Ângulo Observador	
São a mesma molécula, a diferença ocorre no topo da estrutura, onde, aqueles "riscos" ou a ligação "mais destacada" representam sua posição na estrutura, o riscado se encontra mais longe da estrutura, já o destacado se encontra mais perto da estrutura.	Sim	Ângulo Observador	
A fórmula molecular é a mesma, mas a estrutura é diferente, visto que na primeira molécula há uma ligação no plano da frente, e na segunda esta mesma ligação se encontra no plano de trás.	Não	Orientação Espacial Ligantes	
É a mesma molécula. porém a diferença é que uma das moléculas tem uma parte mais perto (em tom de preto) do observador e a outra mais distante (listrado).	Sim	Ângulo Observador	
É a mesma molécula, mas enquanto uma está fora da folha e mais próxima do observador, a outra está fora da folha e mais distante do observador.	Sim	Ângulo Observador	
A fórmula molecular é a mesma, mas a estrutura é diferente, porque uma tem uma ligação em primeiro plano e a outra tem ligação uma segundo plano	Não	Orientação Espacial Ligantes	

Não são as mesmas moléculas, pois há diferença entre elas é que a parte superior da molécula de cima está voltada para frente, já a parte superior está voltada para trás.	Não	Orientação Espacial Ligantes	
Uma estrutura está voltada para trás, identificada pelo triângulo em traços, enquanto a outra está para frente, identificada pela forma sólida do triângulo.	Não	Orientação Espacial Ligantes	
Acho que não, pois são isômeros ópticos, sendo assim, apresentam diferenças na composição, distância, fórmula.	Não	Isomeria Óptica/Enantiômeros	
As duas moléculas são enantiômeros, ou seja, são a imagem especular uma da outra, porém, não são sobreponíveis. Também diferem-se no modo como atuam em um organismo, portanto, não podem ser consideradas a mesma molécula, embora possuam pouca diferença estrutural, visualizada na ligação que encontra-se na parte superior, fazendo com que eles desviem o plano de vibração da luz polarizada para sentidos opostos.	Não	Isomeria Óptica/Enantiômeros	
As moléculas são diferentes. Isso porque a ligação do carbono na parte superior das estruturas das moléculas são representadas de maneiras distintas.	Não	Ligação	
Não considero que sejam as mesmas moléculas. A posição da estrutura da geometria molecular da ligação mais acima. Como a imagem indica, a posição da ligação, tanto na primeira, quanto na segunda imagem, não se encontram no mesmo plano, mas os dois possuem diferença no afastamento do mesmo da molécula.	Não	Orientação Espacial Ligantes	
Não são as mesmas, elas pendem para lados opostos, orientações diferentes.. acredito eu	Não	Orientação Espacial Ligantes	
Na parte de cima ali tem o símbolo que mostra que difere se não me engano o "plano" que se encontra a molécula	Não	Orientação Espacial Ligantes	
A diferença é o ângulo do carbono de cima	Não	Orientação Espacial Ligantes	
São as mesmas moléculas, porém, com geometrias diferentes, o que caracteriza duas estruturas diferentes.	Sim	Geometria/Estruturas	
Geometria ? ângulo ?	Não	Geometria	
Eles se diferenciam pela orientação: no primeiro o carbono está voltado pra frente e no segundo está voltado pra trás.	Não	Orientação Espacial Ligantes	
A diferença entre essa moléculas é que uma (1ª) está virada para o observador e a outra (2ª) está virada para trás	Sim	Ângulo Observador	
Para mim é a mesma fórmula com o hidrogênio em distâncias diferentes oq modifica algo dentro da molécula	Sim	Estruturas	
A ligação de cima está diferente	Não	Ligação	
Acho que não são as mesmas moléculas, pois tem uma pequena diferença na parte superior da estrutura	Não	Estruturas	
O átomo de carbono ligado à outros 3 hidrogênios está no plano da frente do plano central e o outro atrás, por conta de suas nuvens de polaridade.	Não	Orientação Espacial Ligantes	x
Acredito que a diferenciação está na posição do elemento dentro da geometria molecular do composto, bem como seu estado de hibridização.	Não	Geometria/Estruturas	

<p>Ambas as moléculas possuem a mesma fórmula molecular (são isômeros) mas não são iguais porque há uma diferença visualmente perceptível em uma ligação mostrada nas suas fórmulas estruturais. O símbolo da molécula acima todo pintado representa uma ligação fora do plano da folha, na direção do observador. O outro, abaixo, com "risquinhos", significa que está fora do plano da folha, mas mais distante do observador.</p>	Não	Orientação Espacial Ligantes	
<p>Como a prof disse, São isômeros ópticos, ou seja deve ter algo em relação a luz. Então eu acho que cada um muda conforme a luz?</p>	Não	Isomeria Óptica/Enantiômeros	
<p>Ambas possuem estruturas iguais, a diferença é a orientação de um dos átomos, onde na primeira está "para frente" e na segunda "para trás"</p>	Sim	Ângulo Observador	
<p>são a mesma molécula, são isômeros R, S. O primeiro tem o triangulo fechado e o segundo nao</p>	Sim	Isomeria Óptica/Enantiômeros	
<p>A diferença está na parte superior da molécula, onde a primeira está totalmente preenchida e a segunda está com traços, o que representa diferença em seu ângulo.</p>	Não	Orientação Espacial Ligantes	