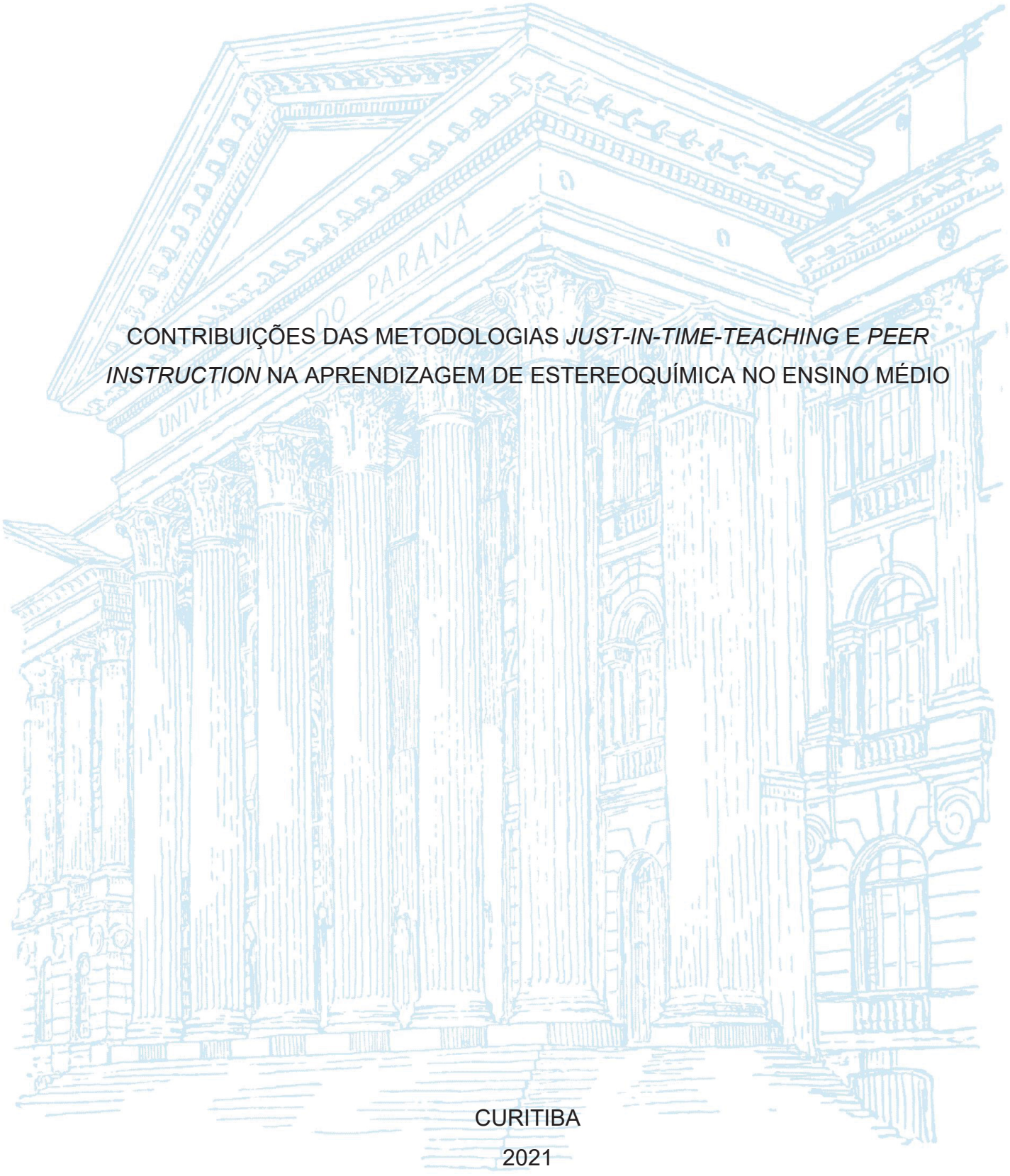
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

MURILO HENRIQUE TEIXERA

CONTRIBUIÇÕES DAS METODOLOGIAS *JUST-IN-TIME-TEACHING* E *PEER INSTRUCTION* NA APRENDIZAGEM DE ESTEREOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO



CURITIBA

2021

MURILO HENRIQUE TEIXEIRA

CONTRIBUIÇÕES DAS METODOLOGIAS DE *JUST-IN-TIME-TEACHING* E *PEER INSTRUCTION* NA APRENDIZAGEM DE ESTEREOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao curso de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, Setor de Ciências Exatas, Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Química.

Orientador: Prof. Dr. George Hideki Sakae.

CURITIBA

2021

Catalogação na Fonte: Sistema de Bibliotecas, UFPR
Biblioteca de Ciência e Tecnologia

T266c Teixeira, Murilo Henrique
Contribuições das metodologias de just-in-time-teaching e peer instruction nas aulas de estereoquímica no ensino médio [recurso eletrônico] / Murilo Henrique Teixeira. – Curitiba, 2021.

Dissertação - Universidade Federal do Paraná, Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, 2021.

Orientador: George Hideki Sakae.

1. Química (Ensino médio). 2. Estereoquímica. 3. Aprendizagem. I. Universidade Federal do Paraná. II. Sakae, George Hideki. III. Título.

CDD: 540

Bibliotecária: Vanusa Maciel CRB- 9/1928

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em QUÍMICA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da Dissertação de Mestrado de **MURILO HENRIQUE TEIXEIRA** intitulada: **Contribuições das metodologias *Just-in-time-teaching* e *Peer Struction* na aprendizagem de estereoquímica no Ensino Médio**, sob orientação do Prof. Dr. GEORGE HIDEKI SAKAE, que após terem inquirido o aluno e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestre está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 15 de Junho de 2021.

GEORGE HIDEKI SAKAE
Presidente da Banca Examinadora (UNIVERSIDADE FEDERAL DA INTEGRAÇÃO LATINO AMERICANA)

ANA LUISA LACAVA LORDELLO
Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

LEANDRO PIOVAN
Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Para minha mãe que antes de qualquer um acreditou cegamente em meu potencial e me proporcionou tudo.

Te amo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a minha mãe, que mesmo não estando mais nesse plano, enquanto esteve perto de mim acreditou em meu potencial e mesmo em tempos complicados não me deixou faltar nada, construiu o homem que sou hoje.

A meu orientador Professor George Sakae, essa mente brilhante que sempre me motivou e me ajudou em cada etapa, cumprindo com excelência seu papel. Meu muito obrigado por me inspirar a ser, um dia, um professor tão excelente quando você.

A meu companheiro Willian que todos os dias me deu um motivo para sorrir.

A Professora Ana Luísa Lordello e o Professor Leandro Piovan por suas valiosas contribuições, na banca de qualificação, ajudando no desenvolvimento desta dissertação.

Aos professores do PROFQUI em especial a professora Camila Silveira da Silva por todas as contribuições para o desenvolvimento de meus projetos e suas aulas extraordinárias. Também, a professora Ana Luísa Lordello e o Professor George Sakae pela disciplina de química II ministrada de forma brilhante.

A meus colegas do PROFQUI pelo convívio e ajuda.

A UFPR, Departamento de Química da UFPR, CAPES, CNPQ e PROFQUI por proporcionar minha formação.

RESUMO

Esse trabalho surgiu da necessidade em dar significado a diversos conceitos presentes nas disciplinas de química do ensino médio, considerando a limitação ao acesso à tecnologia dos estudantes de um Colégio do Campo da rede Estadual de ensino do Paraná. Foi proposta uma sequência didática envolvendo a combinação dos métodos *Just-in-Time-Teaching* (JiTT) e *Peer Instruction* (PI) para o ensino da estereoquímica no terceiro ano do ensino médio visando o protagonismo dos estudantes e a viabilização de uma aprendizagem significativa. A sequência didática utilizada contou com a implementação de atividades de leitura, anterior à aula teórica, permitindo dessa forma que fosse antecipada uma compreensão própria do grau de conhecimento dos estudantes acerca dos conceitos a serem trabalhados em sala, na perspectiva do método JiTT. Complementar à esta abordagem a metodologia PI trouxe um intenso trabalho na alteração do formato tradicional da aula teórica, visto que o método é focado na resolução de exercícios, com exposições teóricas voltadas para as dúvidas e a discussão por parte dos estudantes voltada ao conteúdo. Foi possível inferir por meio dos relatos dos estudantes sobre a aceitação do novo formato de aula, tendo essa contribuído com a alteração da postura passiva deles em relação aos conteúdos que estão sendo explanados, já que a sequência didática permitia uma potencialização dos diálogos entre os discentes. Logo, foi possível concluir que a utilização dos métodos JiTT e PI é uma boa alternativa ao processo educativo, mesmo quando não se dispõe de aparatos tecnológicos e a rede de internet, reflexo percebido no bom desempenho dos discentes na resolução dos exercícios propostos e no acompanhamento da aprendizagem.

Palavras-chave: Metodologias ativas; Ensino de Química; Estereoquímica. Aprendizagem Significativa.

ABSTRACT

This work arise from the need to give meaning to the concepts being in the discipline of chemistry considering the limitation to the access to technology of students from a country school of the Paraná state education system. A didactic sequence involving the combination of the Just-in-Time-Teaching (JiTT) and Peer Instruction (PI) methods was proposed for the teaching stereochemistry in the last year of high school, aiming at the protagonism of the students and enabling a meaningful learning. The didactic sequence used involved the implementation of reading activities, prior to the theoretical class, thus allowing an anticipated understanding of the degree of knowledge of students about the concepts to be worked on in the classroom, in the perspective of the JiTT method. There was intense work in changing the traditional format of the theoretical class, since the method is focused on solving exercises, with theoretical expositions aimed at doubts and discussion by the students focused on the content. This whole approach is guided by the perspective of implementing the PI method. It was possible to infer through the students' reports about the acceptance of the new class format, which pleased the students, in addition to contributing to the change of their passive posture in relation to the contents being explained, since the didactic sequence allowed enhancement of dialogues between students. Therefore, it was possible to conclude that the use of the JiTT and PI methods is a good alternative to the educational process, even when there are no technological devices and the internet network, a reflex that is perceived in the good performance of students in solving the proposed exercises and in monitoring of learning.

Keywords: Active methodologies; Chemistry teaching; Stereochemistry; Meaningful Learning.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Diagrama do processo de implementação do método PI. 22
Figura 2 – fluxograma da combinação dos métodos PI e JiTT. 25
Figura 3 - Modelos de moléculas feitos de cartolina por alunos. 27
Figura 4 - Modelo cartão de plástico utilizado para o ensino de Estereoquímica. 28
Figura 5 – flashcards 33
Figura 6 – Estruturas moleculares da carvona, do limoneno e da talidomida, respectivamente. 40
Figura 7 – Questão 4 utilizada na aula 3. 41
Figura 8 – Questão 2 utilizada na aula 5. 46
Figura 9 – Questão 5 utilizada na aula 7. 49
Figura 10 – Questão 1 utilizada na aula 8. 51

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Relação de acertos nas questões da aula 1. 36
Gráfico 2 – Relação de acertos e erros nas questões da aula 2. 38
Gráfico 3 – Relação de acertos e erros nas questões da aula 3. 41
Gráfico 4 – Relação de acertos nas questões da aula 4. 44
Gráfico 5 – Relação de acertos nas questões da aula 5. 45
Gráfico 6 – Relação de acertos nas questões da aula 6. 47
Gráfico 7 – Relação de acertos nas questões da aula 7. 48
Gráfico 8 – Relação de acertos nas questões da aula 8. 50

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Conteúdos da estereoquímica. 32
Quadro 2 – Atividades de leitura. 33

LISTA DE ABREVIATURAS OU SIGLAS

JiTT - Just-in-Time-Teaching

PI - Peer Instruction

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO 13
1.1 JUSTIFICATIVA 16
1.2 OBJETIVOS 16
1.2.1 Objetivo geral 16
1.2.2 Objetivos específicos 16
1.3 METODOLOGIA 17
2 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA 18
2.1 METODOLOGIAS ATIVAS 18
2.2 ENSINO SOB MEDIDA - JUST IN TIME TEACHING 20
2.3 INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS - PEER INSTRUCTION 21
2.4 UMA COMBINAÇÃO SINÉRGICA – INSTRUÇÃO SOB MEDIDA 22
3 ESTEREOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: REVISÃO DA LITERATURA 27
4 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA 31
4.1 CONTEXTO DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA 31
4.2 PLANEJAMENTO DAS AULAS 32
5 RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS 35
5.1 RELATOS DA AULA 1 35
5.2 RELATOS DA AULA 2 37
5.3 RELATOS DA AULA 3 39
5.4 RELATO DA AULA 4 42
5.5 RELATO DA AULA 5 44
5.6 RELATO DA AULA 6 46
5.7 RELATO DA AULA 7 48
5.8 RELATO DA AULA 8 49
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS 53
REFERÊNCIAS 55
APÊNDICE 1 – PLANEJAMENTO DE AULAS 61
APÊNDICE 2 – ATIVIDADES DE LEITURA 68
APÊNDICE 3 – QUESTÕES UTILIZADAS EM AULA 80

1 INTRODUÇÃO

A presente dissertação de mestrado foi desenvolvida no âmbito do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional.

Sou licenciado em Química pela Pontifícia Universidade Católica do Paraná e leciono na educação básica há 6 (seis) anos. Nesse período foi possível observar, junto às escolas da rede pública de ensino em que lecionei, a dificuldade dos discentes com a componente curricular de Química, que costuma ser de difícil compreensão e pautada em uma educação bancária.

Cabe destacar, conforme Mesquita (2006), que os problemas apresentados neste trabalho também podem pertencer à realidade do ensino particular. Todavia, numa visão geral, a situação neste grupo de escolas pode ser amenizada através da aquisição e disponibilidade de recursos que objetivem suprir tais problemas. Distintamente, não há uma proporcionalidade direta entre ensino-aprendizagem e recursos financeiros, mas os fatores associados (materiais didáticos disponíveis a todos, laboratórios equipados, carga horária aumentada para as disciplinas, atendimento extraclasse) são facilitadores do processo.

O ensino da disciplina de Química baseado, principalmente, na fixação de informações e fórmulas muitas vezes têm causado desmotivação aos estudantes por não perceberem o significado desse conteúdo em suas vidas, embora boa parte dos estudantes reconheçam a importância dessa Ciência para o desenvolvimento científico e tecnológico da humanidade. A dificuldade em adquirir o conhecimento por grande parte desses estudantes se deve em razão da forma como o conteúdo é apresentado e pela abstração dos conceitos (SANTOS E MELO, 2012).

Os conceitos que se espera que o estudante aprenda, normalmente, são apresentados pelo docente em exposições orais e sem levar em consideração o conhecimento prévio do assunto possuído pelo estudante. Em um ciclo vicioso de exposições orais pelo professor e posteriores testes para verificação da memorização dos conteúdos, a aprendizagem significativa dos estudantes não é viabilizada (PAULETTI, 2012).

Partindo da necessidade de potencializar o ensino da química, diversos autores têm proposto metodologias ativas para a aprendizagem dos conteúdos (GOMES, MENDES e CALEFI, 2016; BERGMANN e SAMS, 2016).

Metodologias ativas são métodos de ensino que buscam desenvolver habilidades diversificadas aos discentes tornando-os ativos, proativos, investigadores e comunicativos (DUMONT, CARVALHO e NEVES, 2016). Essas metodologias valorizam a formação crítica e reflexiva do estudante que participa como protagonista de sua aprendizagem. (LEITE, 2018).

Para tanto, na literatura, há uma diversidade de propostas significativas ao processo de ensino e aprendizagem no ensino de química como: sala de aula invertida (MOTA e GUIMARÃES, 2019), *gamification* (ALMEIDA et al. 2014), aprendizagem baseada em projetos (BUSS e MACKEDANZ, 2017) e aprendizagem baseada em problemas (GOMES, MENDES e CALEFI, 2016).

Na presente pesquisa a escolha foi proporcionar as metodologias: *Just-in-time-teaching* (JiTT) e *Peer instruction*, (PI), uma vez que a proposta será aplicada em uma escola da área rural, na qual os estudantes não dispõem de recursos tecnológicos e a instituição possui apenas uma conexão instável de internet.

A metodologia ativa JiTT consiste em propor ao estudante uma atividade de leitura, mediando a aprendizagem, previamente à aula, para que ele possa se apropriar do assunto que será trabalhado em sala, além de estimular a busca pelo conhecimento de forma autônoma e ampliar a responsabilidade dos mesmos quanto a processo individual de aprendizagem. Na sala de aula o professor passará mais tempo focado à resolução de dúvidas do conteúdo e orientando à discussão sobre o conhecimento adquirido (NOVAK, 1999).

No método PI o estudo prévio do conteúdo é encorajado pelo professor e a aula é fragmentada em etapas. No início o professor realiza a exposição oral dos conceitos, focando nos principais. Na continuidade da aula utiliza questões conceituais de múltipla escolha para promover e avaliar a compreensão dos discentes acerca do conteúdo apresentado. (MAZUR, 1997). Estes dois métodos, quando utilizados de forma combinada, se complementam, pois, o estudo prévio dos conceitos com JiTT e a realização da aula teórica com o PI proporcionaria aos estudantes a reflexão crítica através de metodologias ativas.

A aula teórica, na perspectiva do método PI, tem formato diferente do tradicional. A explanação dos conceitos ocorre em 20 (vinte) minutos e conta com a participação ativa dos estudantes nas discussões dos conceitos ora apresentados, atuando o professor apenas como mediador da construção do conhecimento.

A escolha dos dois métodos de pesquisa ocorre em razão da necessidade de encorajar os alunos na busca autônoma do conhecimento, de forma independente, seguindo a mediação realizada na atividade de leitura, deixando de esperar apenas as fórmulas prontas em aulas teóricas em que o foco é apenas a transmissão de conceitos e a memorização de resolução de problemas. Além disso, este processo busca motivar a participação dos estudantes nas aulas e a discussão dos conteúdos com os colegas de classe com foco aprendizagem significativa dos sujeitos.

Para desenvolver a proposta optamos pelo conteúdo de Estereoquímica, uma vez que, embora o mesmo esteja previsto no programa de Química no terceiro ano do ensino médio, é pouco explorado em razão da dificuldade encontrada para relacionar arranjos tridimensionais na concepção discente.

Nesse contexto, a presente pesquisa tem o objetivo de analisar as contribuições na combinação das metodologias *Just-in-Time-Teaching* e *Peer Instruction* para a docência de Estereoquímica no ensino médio. Para atingir esse objetivo geral, propomos os seguintes objetivos específicos: 1) Compreender os fundamentos das metodologias Ativas de Aprendizagem e mais especificamente, os métodos *Just-in-Time-Teaching* (JiTT) e *Peer Instruction* (PI), a partir da literatura específica da área; 2) Elaborar e aplicar uma proposta didática para o ensino de Estereoquímica utilizando os métodos Just-in-Time-Teaching (JiTT) e Peer Instruction (PI) no 3º. Ano do Ensino Médio

Essa dissertação está estruturada em 5 capítulos, sendo o capítulo 1 intitulado “**Metodologias Ativas de Aprendizagem no Ensino de Química**”, no qual serão apresentados e discutidos o conceito e os tipos de metodologias ativas com aprofundamento nas metodologias JiTT e PI e como as mesmas têm contribuído para o Ensino de Química. O Capítulo 2 denominado “**Estereoquímica no Ensino Médio: Revisão da Literatura**”, no qual serão mostradas as abordagens sobre o conceito de estereoquímica, suas aplicações e como esse conteúdo têm sido abordado no ensino médio, a partir da revisão da literatura. No capítulo 3 “**Percurso Metodológico da Pesquisa**”, será abordada a sequência didática utilizada para o ensino da estereoquímica. No capítulo 4 “**Resultados e análise de dados**” discutiremos o impacto da utilização de forma integrada dos métodos JiTT e PI no ensino da estereoquímica e por fim, o capítulo 5 **“Considerações finais”** serão abordadas as conclusões referentes a sequência didática como também as recomendações para a utilização dessa.

1.1 JUSTIFICATIVA

O conteúdo de estereoquímica compõe a grade curricular da 3ª série do ensino médio e seus conceitos são comumente avaliados em diversos vestibulares pelo país. Por se tratar de um conceito que exige uma percepção tridimensional das estruturas moleculares, muitos professores acabam por deixar de apresentar esses conceitos dada a dificuldade dos estudantes em entenderem o conteúdo.

Logo, a sequência didática proposta no presente trabalho, utilizando a combinação dos métodos JiTT e PI, visa alterar o modelo tradicional de ensino e tornar o estudante ativo em seu processo de aprendizagem, participando previamente com sua pesquisa, através de atividades de leitura e trabalhando em pares na resolução de questões conceituais e objetivas.

O presente trabalho se justifica pela necessidade iminente em dar um significado aos conteúdos existentes nas disciplinas correlatas à química, através da participação ativa dos estudante, levando em consideração a limitação de recursos e os acessos presentes nas estruturas de ensino.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo geral

Analisar as contribuições da combinação das metodologias *Just-in-Time-Teaching* (JiTT) e *Peer Instruction* (PI) para o ensino de Estereoquímica no ensino médio

1.2.2 Objetivos específicos

1) Compreender os fundamentos das metodologias Ativas de Aprendizagem e mais especificamente, os métodos *Just-in-Time-Teaching* (JiTT) e *Peer Instruction* (PI), a partir da literatura específica da área;

2) Elaborar e aplicar uma proposta didática para o ensino de Estereoquímica utilizando os métodos *Just-in-Time-Teaching* (JiTT) e *Peer Instruction* (PI) no 3º. Ano do Ensino Médio e

3) Elaborar um produto educacional para o Ensino de Estereoquímica utilizando o *Just-in-Time-Teaching* (JiTT) e *Peer Instruction* (PI).

1.3 METODOLOGIA

Este trabalho consistiu em uma pesquisa qualitativa do tipo pesquisa-ação (LUDKE, 2013). Incialmente foi elaborada uma sequência didática utilizando os princípios dos métodos JiTT e PI para o conteúdo de estereoquímica, presente no programa da 3ª série do ensino médio. A aplicação aconteceu na Escola Estadual do Campo Irmã Ambrósia Sabatovich localizada na Colônia Marcelino, em São José dos Pinhais, com uma turma de 21 (vinte e um) estudantes.

Para a aplicação da sequência foram utilizadas 8 (oito) aulas de 50 (cinquenta) minutos abordando os conceitos da estereoquímica. A cada duas aulas foi entregue aos discentes uma atividade de leitura, contendo um texto base e perguntas para auxiliar na produção de um texto sobre os conceitos da aula teórica. Os estudantes deveriam entregar seu texto com antecedência a cada nova aula, para que a mesma fosse pensada com foco maior nas dúvidas. Em sala de aula a explanação do conteúdo aconteceu em 20 (vinte) minutos e os 30 (trinta) minutos restantes foram utilizados para que os estudantes respondessem as questões conceituais, de múltipla escolha, votando a alternativa correta com auxílio de cartões respostas.

Para a análise dos resultados foram utilizadas as pesquisas dos estudantes, a porcentagem de acerto nos testes, bem como, as observações registradas no diário de bordo.

2 METODOLOGIAS ATIVAS DE APRENDIZAGEM NO ENSINO DE QUÍMICA

2.1 METODOLOGIAS ATIVAS

Usualmente o ensino de Química segue de maneira tradicional, gerando grande dificuldades de aprendizagem e desinteresse pelo conteúdo em que o discente não consegue assimilar o estudo ao cotidiano (ROCHA e VASCONSELOS, 2016).

O ensino de química desenvolvido em grande parte das escolas de ensino básico insiste na utilização do método tradicional, utilizando de alto volume teórico de conteúdos e a memorização de símbolos e formulas (LEITE e LIMA, 2015). Logo é comum se deparar com afirmações dos discentes que consideram que as aulas não são atraentes, dificultando sua aprendizagem (LEITE, 2017).

A dificuldade da aprendizagem para Leite (2017) deve-se ao fato de as aulas serem exclusivamente na transmissão de conceitos não utilizando artifícios para que a ciência se torne mais visível ao estudante, dando mais sentido ao conteúdo que ele está aprendendo.

Para Nunes e Adorni (2010) a dificuldade está vinculada ao fato de o estudante não ser capaz de associar a teoria ao seu cotidiano. É necessário que se priorize um processo de ensino-aprendizagem de forma interdisciplinar e contextualizada para que o estudante consiga inferir a importância socioeconômica da química perante o avanço tecnológico.

Para despertar mais interesse, bem como tornar o estudo da química mais prazeroso, é necessário implementar novos métodos de ensino (SILVA, SALES e SILVA, 2017). Na constante evolução do processo de ensino-aprendizagem há, cada vez mais, necessidade de implementação do uso das metodologias alternativas buscando dessa forma, demonstrar a importância dos conceitos e interesse a respeito da componente programática química (ARROIO et al. 2006).

Como forma de superar tal adversidade as metodologias ativas mostram-se como alternativa a mudança necessária, já que essa tem como principal objetivo tornar o discente protagonista de seu processo de ensino-aprendizagem (MOREIRA, 2011).

Quando se denomina os papéis de protagonista ou sujeito ativo, facilmente surgem dúvidas ou interpretações errôneas associadas. Conforme Lima e

Marcondes (2011) o protagonismo do estudante compreende os momentos em que ele também agrega nas discussões que ocorrem em sala aula e não mais apenas recebe o conteúdo passivamente.

Como exemplo aos novos métodos de educação pode-se destacar a sala de aula invertida. Na metodologia ativa o professor disponibiliza sua aula expositiva em meio digital para que os alunos assistam à exposição teórica do conteúdo em casa e o tempo presencial em sala de aula possa ser utilizado para a resolução de exercícios e o sanar de eventuais dúvidas (BERGMANN e SAMS, 2016).

Para Mota e Guimarães (2016) a sala de aula invertida mostra grande potencial para sua aplicabilidade. Os autores em sua pesquisa com a 2º série do ensino médio no conteúdo de Termoquímica vislumbraram o maior protagonismo do aluno, o aprofundamento dos estudos em meio digital bem como a intensificação das relações aluno-aluno e aluno-professor.

Mesmo a metodologia demonstrando bons resultados o limite de sua utilização se dá no momento em que uma das condições limitantes são as estruturas necessárias à sua realização já que para tal é necessário que o estudante possua um equipamento para acesso à internet além uma conexão estável.

Outra alternativa a educação tradicional é a utilização de jogos no ensino visto que os jogos didáticos ajudam como instrumento motivador na aprendizagem do conhecimento químico (CUNHA, 2012).

Para utilizar jogos no ensino é necessário inserir meios e elementos presentes em jogos na sala de aula assim como a atuação ativa do estudante, proporcionando ao discente acréscimo de habilidades e comportamento. A gamificação busca estimular o estudante a aprender se divertindo despertando o interesse a vontade de aprender (LEITE, 2017). Para Souza e Silva (2012) e Fialho (2008) o docente deve lembrar que os jogos servem como ferramenta que oferece suporte ao mesmo e motivação aos estudantes.

As autoras Souza e Silva (2012) utilizaram um jogo didático intitulado “Dados orgânicos para o ensino da nomenclatura de compostos orgânicos”, na terceira série do ensino médio. Segundo as autoras, os estudantes avaliaram a atividade positivamente em detrimento às aulas tradicionais e 39% dos alunos obtiveram resultados bons após o uso do jogo, enquanto antes do jogo apenas 11% dos alunos apresentaram esse rendimento.

Os autores Lessa e colaboradores (2010) em sua proposta utilizaram uma adaptação do jogo “Serpentes e Escadas” em que o objetivo do jogo é chegar ao fim do tabuleiro passando pelos obstáculos que são caracterizados por serpentes e escadas. Nas casas com os obstáculos os alunos devem responder a questões de cunho pedagógico a respeito de processos endotérmicos e exotérmicos, todas essas contextualizadas ao cotidiano do discente. Acertar ou errar as questões resultavam em avanços ou retrocessos de casas do tabuleiro. O jogo aplicado na rede pública do Estado do Rio de Janeiro com 17 (dezessete) alunos da 2° série do ensino médio obteve como resposta um resultado promissor com envolvimento de todos os envolvidos, sendo capaz de despertar o interesse dos alunos pela química.

2.2 ENSINO SOB MEDIDA - JUST IN TIME TEACHING

O método proposto *Just in Time Teaching*, traduzido livremente como Ensino Sob Medida, por Novak (1999), veio da necessidade de ensinar física aos seus alunos que possuíam pouco interesse pela disciplina.

O método consiste que os estudantes realizem estudos prévios em casa. Para tanto, o professor prepara um material de leitura ou propõe uma pesquisa a respeito do conteúdo e os discentes devem responder a perguntas denominadas *WarmUp,* tarefas de leitura, a respeito dos conceitos que serão evidenciados em aula. As atividades de leitura têm como um dos objetivos realizar a proximidade ao assunto a ser trabalhado em sala, estimulando a busca pelo conhecimento de forma autônoma e ampliando a responsabilidade dos mesmos quanto a seu processo de aprendizagem além de possibilitar ao professor viabilizar a aprendizagem significativa do estudante (NOVAK e PATTERSON, 2010).

Neste método, as respostas das atividades de leitura são entregues ao professor, a tempo de se preparar a aula teórica, permitindo dessa forma que a aula tenha maior foco nas dúvidas e dificuldades dos estudantes. Segundo Oliveira (2012) as atividades devem ter um nível intermediário, não muito fáceis para demandarem esforço ao responde-las e não muito difíceis, que impossibilitem as respostas e o trabalho em sala.

A elaboração das tarefas de leitura tem como objetivo a ação reflexiva dos discentes acerca do assunto a ser abordado, quanto a possibilidade de identificar o conhecimento prévio dos mesmos. As respostas farão com que o estudante se

aproprie do processo de ensino-aprendizagem e consequentemente de uma aprendizagem significativa (MOREIRA, 2010)

Para Araújo e Mazur (2013) o JiTT tem se mostrado uma ótima opção para considerar o conhecimento prévio do aluno na preparação das aulas, endereçando as hesitações da turma. Como também, tem se mostrado eficiente em formar a rotina de estudo antes das aulas, por parte dos alunos.

2.3 INSTRUÇÃO PELOS COLEGAS - PEER INSTRUCTION

A metodologia, traduzida livremente como Instrução pelos colegas, foi proposta por Eric Mazur da Universidade de Havard em 1990 para ensinar seus alunos de física. Essa promove a aprendizagem com foco no questionamento, priorizando a discussão em sala de aula a respeito do conteúdo ao invés de apenas assistir a exposições orais por parte do docente (MAZUR, 1997).

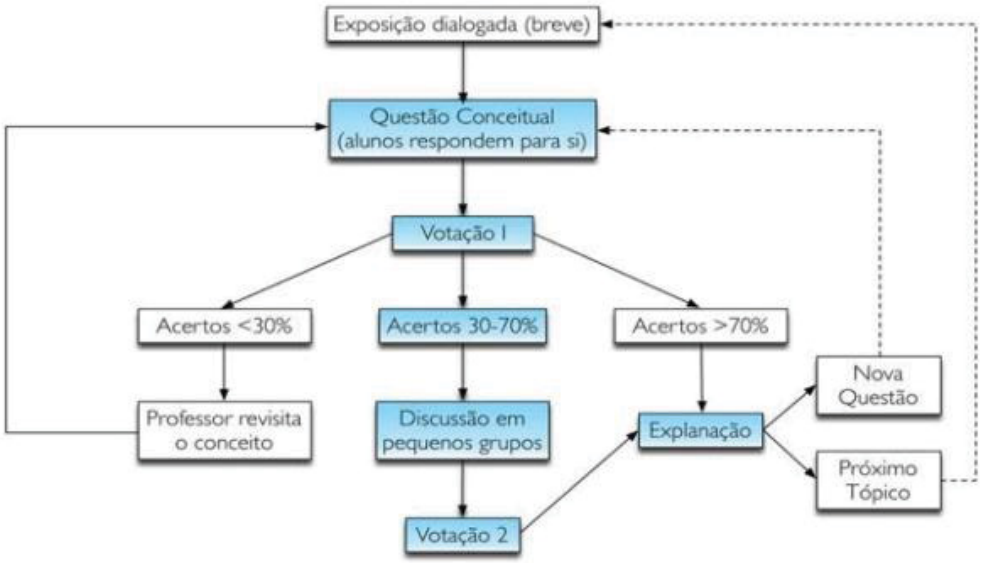
No método *Peer Instruction* a aula é fragmentada em etapas. A primeira etapa inicia-se com uma breve explanação, por parte do professor, a respeito dos conceitos que serão trabalhados em sala. Essa explanação pode acontecer entre 10 a 20 minutos, considerando uma aula de 50 (cinquenta) minutos e deve ser focada nos conceitos principais. Os outros 30 (trinta) minutos são utilizados para a resolução de questões conceituais de múltipla escolha, utilizadas para avaliar os acertos e erros de maneira mais rápida e como forma de prover a avaliação da compreensão dos estudantes acerca dos conceitos apresentados (MAZUR, 2015).

Quando exposta a questão conceitual ao estudante, este, de forma individual, deverá escolher a alternativa que julga correta em até 2 (dois) minutos sem compartilhar sua escolha com seus colegas. Ao final do tempo dedicado à questão, o professor realiza uma votação das respostas utilizando métodos como *clickers, flashcards* ou *softwares online*. Após todos os estudantes manifestarem sua escolha, o professor verifica a porcentagem de acertos da questão e o curso que a aula deve seguir. Se mais de 70% dos alunos indicaram a resposta correta, o professor realiza a explanação final do conteúdo e segue para um novo tópico. Se 30% a 70% dos discentes votarem a alternativa correta o professor deve solicitar que esses se reúnam em grupos e discutam o motivo de cada um na escolha da resposta, essa discussão não deve ultrapassar 5 (cinco) minutos. Em seguida a votação é realizada

novamente e a partir da análise das respostas o professor apresenta uma nova questão ou dá seguimento ao conteúdo.

Quando menos de 30% dos alunos indicarem a resposta correta, o professor deve retomar o conteúdo, explicando as possíveis dúvidas, e apresentar uma nova questão recomeçando o processo. A Figura 1 indica por meio de um diagrama as etapas do método.

Figura 1 – Diagrama do processo de implementação do método PI.



Fonte: Araújo e Mazur, 2013, p. 370.

Para Dumont, Carvalho e Neves (2016) a utilização do PI para o ensino de estequiometria no ensino médio foi recompensadora, visto a mudança na dinâmica da aula e a postura ativa por parte dos discentes perante ao seu processo de aprendizagem. Essa percepção também foi destacada por Silva (2019) quanto a utilização do método no ensino da teoria atômica com o 9º ano do ensino fundamental II.

2.4 UMA COMBINAÇÃO SINÉRGICA – INSTRUÇÃO SOB MEDIDA

Ambos os métodos demonstram potencial quando utilizados individualmente, mas a combinação se mostra uma boa opção no contexto de ensino atual e a urgência por medidas metodológicas eficientes. O JiTT permite o levantamento de

dúvidas e dificuldades para que o professor possa, de fato, levar em consideração o conhecimento prévio dos alunos tanto na elaboração da exposição oral quanto na escolha das questões. Já o PI promove a interação social entre quem compartilha os significados sociais aceitos pela comunidade científica, o professor, e os alunos, e deles entre si (DUMONT, CARVALHO e NEVES, 2016).

A combinação evidencia de forma concreta a Teoria Sociointeracionista de Vygotsky com a Teoria da Aprendizagem Significativa de Ausubel. O PI se relacionando diretamente a primeira e o JiTT a segunda.

Ausubel formulou a teoria da Aprendizagem significativa baseando-se em sua experiência profissional e pessoal, são princípios que permitem aos estudantes atribuir significados a sua realidade. Para ele a aprendizagem será significativa no momento em que o estudante consegue relacionar novos conhecimentos aos conhecimentos pré-existentes (AUSUBEL, 1978). Relacionando com o JiTT pode-se destacar o que Ausubel considera como princípio educativo mais importante.

> Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um único princípio, diria isto: o fator singular que mais influencia a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isso e ensine-o de acordo (AUSUBEL, NOVAK, HANESIAN, 1980, p. 137).

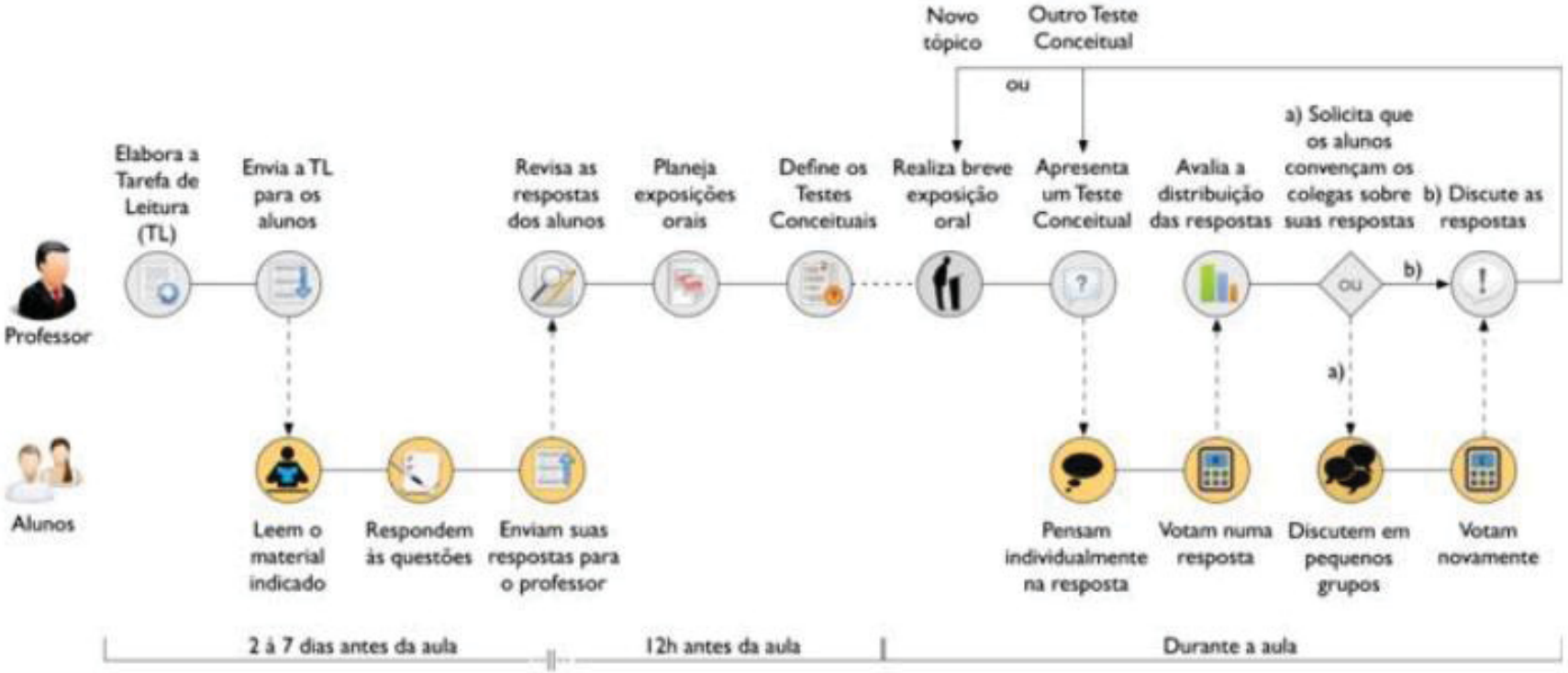
Como ideia complementar, para Moreira (2011), ignorar o que o estudante conhece faz com que ele não eleve seus conhecimentos, ficando no nível mais básico como parágrafos desconexos e sem sentido para o discente. Assim se caracteriza a aprendizagem mecânica, onde é observada a falta de conexão entre o conhecimento prévio e o adquirido no processo de aprendizagem. Para Vygotsky o contexto cultural e social precisa ser considerado para entender como se desenvolve um indivíduo. Sua teoria tem como centro a interação social, processo no qual ocorre o desenvolvimento (VYGOTSKY, 1999). A relação com o método PI pode ser destacada, nas observações de Moreira (2011) no fato que a teoria sociointeracionista busca desenvolver cognitivamente as transformações das relações sociais.

O PI vai estreitar a relação entre os alunos além de desenvolver a Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP) que para Vygotsky é o que define as funções que

estão em estado de maturação. Essa zona é caracterizada como um estado em que o discente necessita de auxílio na execução de tarefas além do nível em que se encontra a aprendizagem (PAULA, FIGUEIREDO e FERRAZ, 2020).

Para tanto, a combinação de ambas pode ser resumida no fluxograma da Figura 2 que indica os passos de cada aula a ser seguido.

Figura 2 – fluxograma da combinação dos métodos PI e JiTT.



Fonte: Araújo e Mazur, 2013, p. 374.

No ensino da física é possível inferir, através de diversos autores, que os métodos de forma geral são promissores e melhoram o processo de aprendizagem (OLIVEIRA, VEIT e ARAUJO, 2014; KIELT, 2017; MARIA, 2018; DURÃES e MIRANDA, 2018).

Para os autores Oliveira, Veit e Araujo (2014) os resultados obtidos na combinação são amplamente positivos, conclusão do trabalho aplicado em três turmas do ensino médio regular e uma turma do curso técnico em química na disciplina de física, onde observaram que os estudantes demonstraram maior envolvimento nas atividades didáticas e maior motivação para aprender, questionando a utilização do método também em outras disciplinas.

A combinação para Kielt (2017) é favorecida nos pontos da utilização das atividades de leitura do JiTT, fazendo com que os discentes pensem individualmente antes da aula e também o incentivo pela busca autônoma por conhecimento junto das discussões promovidas pela interação em sala com o PI. Para o autor a combinação foi promissora no envolvimento e comprometimento dos discentes de sua turma de EJA na disciplina de Física.

Maria (2018) utilizou a combinação entre os métodos em suas aulas de física com uma turma da 2ª série do ensino médio, chegando a conclusão de que sua sequência didática promoveu uma alteração da postura passiva de seus discentes com relação ao que está sendo ensinado e em meio aos relatos de seus estudantes pode perceber a melhora no hábito do estudo diário e maior participação em sala.

Utilizando a combinação para o ensino da termodinâmica na 2ª série do ensino médio Durães e Miranda (2018) reforçam o que já é apresentado na literatura, a melhora na interação participação e motivação dos envolvidos no processo de ensino-aprendizagem para tópicos do ensino de física.

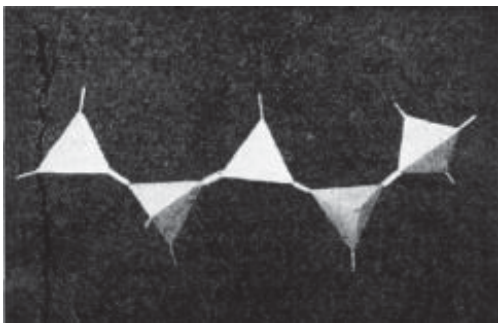
3 ESTEREOQUÍMICA NO ENSINO MÉDIO: REVISÃO DA LITERATURA

Dentre os pesquisadores que tratam do tema estereoquímica, Beauchamp (1984) cita que no começo dos estudos da química orgânica, que ocorre no último ano do ensino médio, os alunos sentem dificuldades para visualizar moléculas tridimensionalmente. Para o autor a compreensão da estereoquímica é como uma ginástica mental, que muitas vezes pode ser desesperadamente frustrante para o aluno.

As dificuldades do ensino não se dão apenas pela parte teórica do estudo, mas também, pelo formato com que são apresentados aos estudantes. (REZENDE, 2016)

Diferentes metodologias são apresentadas ao longo do tempo para o ensino da estereoquímica, como a do professor da Escola Politécnica de Porto Rico que em sua carta ao editor do Journal of Chemical em 1945 criticou o uso de modelos moleculares no ensino já que, seus alunos não se familiarizam com modelos que tenham acesso apenas em sala de aula em 1945. O professor decidiu que seus alunos estabeleceriam com cartolina seus próprios modelos, como mostrado na Figura 3. (RAPPUD E DEL PINO, 2013).

Figura 3 - Modelos de moléculas feitos de cartolina por alunos.



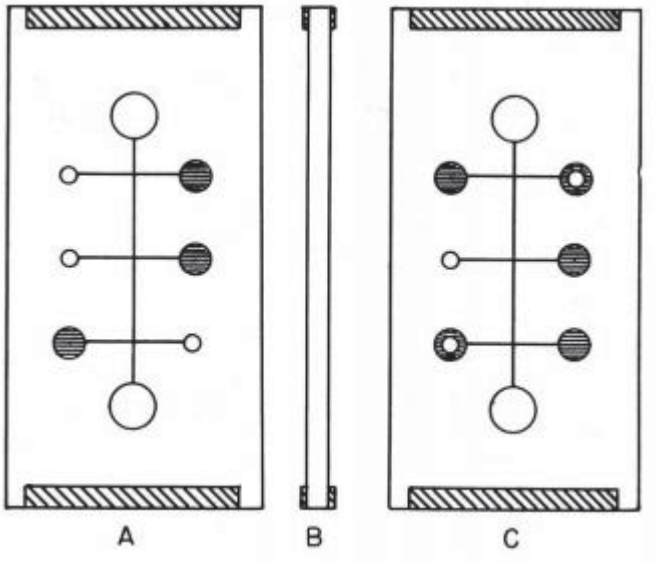
Fonte: Rappud e Pino, 2013.

Com o uso desses modelos o autor relata ter obtido resultados melhores, devido à possibilidade de os estudantes poderem manipular os seus modelos.

A construção de modelos moleculares além de ser um instrumento motivador e instigante no processo de construção do conhecimento visa o desenvolvimento cognitivo e pessoal do aluno (VIEIRA et al, 2019).

Segundo Shine (1957) a utilização de modelos tridimensionais não é a ideal. Os modelos 3D apresentam desvantagens, pois o professor está familiarizado com formas moleculares que estão sendo apresentadas, enquanto o aluno poderia estar visualizando os modelos pela primeira vez em uma determinada distância. Para solucionar o problema de seus estudantes, a pesquisadora criou um modelo específico. Construiu um modelo de cartão de plástico com a projeção da molécula para sobrepor um cartão sobre o outro. A Figura 4 mostra o cartão proposto pela professora.

Figura 4 - Modelo cartão de plástico utilizado para o ensino de Estereoquímica.



Fonte: Shine, 1957.

No cartão A está presente a representação da molécula do ácido alfa-hidroxi-glutárico, no cartão B a vista lateral e no cartão C dois cartões sobrepostos, sendo que o cartão A foi rotacionado no plano para ilustrar a imagem especular.

Dentre as propostas de metodologias facilitadoras ao processo de ensino-aprendizagem, Raupp (2010) realizou uma pesquisa acerca da utilização de modelos computacionais para o ensino da isomeria geométrica. Em sua pesquisa a autora utilizou o programa *ChemSketch* para a construção de moléculas tridimensionais o que permitiu diferenciar os isômeros geométricos com 9 alunos do curso técnico de química. Em seus resultados a pesquisadora observou evidências positivas para a exploração de modelos tridimensionais no ensino em Química, afirmando que o uso dos programas

computacionais auxilia os estudantes a desenvolverem a capacidade de representação tridimensional de isômeros geométricos.

Para Wu e Shah (2003) a ênfase às múltiplas formas de representação resulta diretamente na compreensão da química e assim formam representações visuais promovendo um entendimento sólido dos fenômenos e conceitos. Segundo os autores, parece útil o emprego de diferentes metodologias como uso de softwares computacionais e experimentação com o intuito de ensinar a representação química abstrata e assim abrigar os três níveis de representação[1], aumentando a compreensão do aluno para com o conteúdo.

Neto, Campos e Júnior (2013) utilizaram para o ensino de estereoquímica uma metodologia constituída de etapas – como o uso de questionário e entrevistas para determinar o conhecimento dos alunos. Foram utilizados modelos estruturais, de um jogo de elementos, feitos de esferas e bastões para a montagem das estruturas e duas situações-problema que envolviam isômeros. Os estudantes deveriam responder às situações investigando as devidas soluções para os problemas abordados. Os autores apontam que antes de aplicada a metodologia os estudantes apresentavam dificuldades para compreender isomeria e, após a utilização de modelos e situações-problema, os estudantes mostraram maior conhecimento acerca do tema.

Almeida e colaboradores (2014) em sua experiência de ensino identificaram uma acentuada dificuldade de seus alunos no campo da estereoquímica. Com esse cenário os autores desenvolveram o software educativo *stereogame* no formato de um jogo de tabuleiro. Nesse jogo o estudante é responsável pelos progressos e retrocessos de um nanokid, personagem do jogo, através de todo o percurso. O estudante joga um dado eletrônico e para progredir no jogo deve acertar a uma questão envolvendo conceitos químicos. O jogo encontra-se em plataforma online e toda a comunidade acadêmica pode usufruir, possui cerca de 200 questões sobre

---

[1] Os três níveis de representação do conhecimento químico são defendidos por Johnstone. Esses níveis servem para facilitar o ensino de química aos estudantes, sendo eles o macroscópico, microscópio e simbólico e quando abordados de forma conjunta e relacionada promovem a aprendizagem em química.

estereoquímica e no formato português ou inglês, atendendo a comunidade como ferramenta didático-computacional no processo de aprendizagem.

Teixeira e colaboradores (2016) propuseram uma sequência didática, respeitando os três níveis de representação química, utilizando origamis na construção de modelos moleculares. Além de servir como facilitador o origami auxilia no desenvolvimento intelectual e cognitivo. A utilização da sequência didática, que era iniciado por uma exposição oral auxiliada pela representação de modelos moleculares e ainda com o jogo *stereogame* como forma de testar os conhecimentos, obteve um resultado de 70% de acertos ao questionário como também uma maior participação dos estudantes da 3ª série do ensino médio.

Gomes e colaboradores (2019) desenvolveram, com estudantes da 3º série do Ensino médio em uma escola estadual do Pará, a utilização de modelos moleculares confeccionados a partir do pecíolo do buriti. A escolha do material para a confecção dos modelos se deu pela proximidade com a realidade local. A pesquisa mostrou que as turmas que realizaram a sequência didática obtiveram maior aproveitamento quando comparada às que utilizaram métodos tradicionais.

Como facilitador do processo de ensino-aprendizagem Anjos (2019) propôs um jogo didático nomeado buraco isomérico. O material consiste de cartas com diferentes compostos apresentando seu nome e conformação molecular além das cartas que apresentam as classificações das isomerias. O jogo tem como objetivo formar a trinca isomérica, momento em que são juntadas duas cartas contendo estruturas que sejam isômeros e o tipo de isomeria que eles são classificados. Ao aplicar o jogo em uma turma do 3º ano do Ensino Médio, foi verificado que a utilização do jogo apresenta efeitos positivos ao processo de ensino aprendizagem e a autora ressalta que os discentes refletiram que utilizariam novamente o jogo e que esse serviu como auxilio para a retomada e melhor entendimento do conteúdo.

4 PERCURSO METODOLÓGICO DA PESQUISA

4.1 CONTEXTO DE APLICAÇÃO DA METODOLOGIA

A sequência didática elaborada foi aplicada no Colégio Estadual do Campo Irmã Ambrósia Sabatovich localizado na Colônia Marcelino em São José dos Pinhais. Por ser uma comunidade rural, o colégio conta apenas com a internet disponibilizada pela Secretaria de Educação e Esportes do Paraná e essa apresenta uma conexão instável e lenta. São atendidos cerca de 650 estudantes por ano e sua grande maioria são da cidade, mas também são atendidos os municípios de Mandirituba e Fazenda Rio Grande que fazem divisa com a Colônia. O nível socioeconômico dos estudantes é variado e grande parte não possui acesso à internet em suas casas. O colégio possui laboratório de informática, cujo acesso só é permitido com permissão do professor, e por ter uma conexão instável fica desativado por um grande período. Além desta estrutura o colégio conta com um laboratório de Química, que possui poucas vidrarias e nenhum reagente, além, de uma biblioteca em que são disponibilizados livros de literatura juvenil e os livros didáticos das disciplinas ofertadas no ensino médio. As coleções de livros didáticos utilizados na disciplina de Química são incompletas e de difícil leitura, fazendo-se necessário disponibilizar mais títulos aos estudantes, como também, artigos científicos a respeito dos conteúdos da disciplina.

Para o desenvolvimento do projeto, foi escolhida uma das turmas atribuídas previamente ao pesquisador. Esta escolha deu-se, dentre os demais critérios, pelo espaço amostral, pelo espaçamento semanal entre aulas (para que houvesse possibilidade de entregas com antecedência) e tempo para o desenvolvimento do projeto.

A turma de 3ª série do ensino médio escolhida para o desenvolvimento do projeto contava com 21 estudantes na faixa etária de 17 a 18 anos, sendo um dos estudantes diagnosticado com transtorno de déficit de atenção e hiperatividade (TDAH). Na disciplina de química a turma sempre se mostrava interessada e bastante participativa, mas conta também com uma parcela bastante agitada. A grade conta com duas aulas de química por semana com duração de 50 minutos, cada uma.

4.2 PLANEJAMENTO DAS AULAS

Seguindo os princípios básicos do JiTT e PI o planejamento para as aulas (Apêndice 1) foi construído, inicialmente, foi pensado na distribuição dos conceitos que seriam trabalhados, abordando os principais conceitos da estereoquímica. O quadro 1 mostra as distribuições dos conteúdos que foram abordados em cada aula.

Quadro 1 – Conteúdos da estereoquímica.

AULA	CONTEÚDOS
1	Simetria
2	Quiralidade
3	Centros de quiralidade
4	Isomeria de posição
5	Isomeria de cadeia e função
6	Isomeria de compensação e tautomeria
7	Isomeria cis e trans
8	Enantiômeros e diastereoisômeros

Fonte: o autor, 2020.

Os conceitos não haviam sido apresentados aos estudantes previamente à aplicação do projeto e a proposta inicial foi que eles conhecessem os conceitos apenas na primeira atividade de leitura, derivada do método JiTT.

As atividades eram entregues aos estudantes com 5 dias de acedência à ocorrência da aula. Foi estabelecido este intervalo devido à existência de um final de semana neste período, considerando que a realidade da maioria da turma era de intenso trabalho durante a semana. As atividades eram entregues resolvidas com 48 horas de antecedência da aula e no mesmo dia as respostas eram analisadas para então realizar o preparo das duas aulas da próxima semana.

Para auxiliar a busca dos alunos com relação a sua resposta a escola disponibilizou os computadores do laboratório de informática para serem

usados no período contraturno, além de livros didáticos da disciplina e artigos científicos que abordavam os conceitos da estereoquímica.

As atividades de leitura foram todas pensadas com temas variados para que os alunos conseguissem refletir tópicos além dos conteúdos. O quadro 2 demonstra os títulos das atividades de leitura que foram utilizadas.

Quadro 2 – Atividades de leitura.

AULA	ATIVIDADE
1	“Talidomida continua a causar defeitos físicos em bebês no Brasil”
2	
3	“Os isômeros do Aspartame e suas propriedades adoçantes”
4	
5	“Petróleo”
6	
7	“Ácido málico, ácido tartárico e ácido fumárico”
8	

Fonte: o autor, 2020.

Juntamente a cada atividade de leitura (Apêndice 2) foi entregue aos estudantes uma série de perguntas para guiar a construção de um resumo.

O primeiro texto utilizado abordava a estereoquímica no âmbito da automedicação como principal ponto. Assim, esperou-se que a leitura dos estudantes fosse feita sob a luz destes aspectos e refletida no texto.

Durante as aulas foi aplicado o método PI. A exposição e discussão não ultrapassou 20 minutos. Para auxiliar no processo de exposição dos conceitos foi utilizada a projeção de slides que contava com os principais conceitos sobre o conteúdo abordado em aula e com foco maior nas dificuldades dos estudantes.

Após a exposição teórica era iniciada a resolução de exercícios e os estudantes votavam a alternativa que eles acreditavam estar correta com o auxílio de um *flashcard,* como mostra a figura 5.

Figura 5 – flashcards

Fonte: o autor, 2020.

Cada alternativa tinha sua cor especifica para facilitar o processo de contagem dos votos. Caso 75% dos estudantes não estivesse com alternativa correta era necessário encorajar uma discussão sobre a questão.

Ao fim da segunda aula da semana uma nova atividade de leitura era entregue aos alunos, atividade referente aos conceitos que seriam abordados na semana seguinte.

5 RESULTADOS E ANÁLISE DE DADOS

5.1 RELATOS DA AULA 1

Quando iniciada a primeira aula os estudantes se mostraram entusiasmados devido ao novo formato de aula. Neste dia todos os 21 estudantes estavam presentes.

Foi iniciada a exposição dos conceitos de simetria e quiralidade. O conteúdo de quiralidade não foi vinculado nesse primeiro momento as moléculas orgânicas – esta abordagem viria a ocorrer na aula seguinte – mas os estudantes já conseguiram relacionar o conceito de quiralidade como uma propriedade das moléculas orgânicas. A observação desses pode estar relacionada às atividades de leitura com a aprendizagem significativa, já que eles realizaram essa em momento anterior a aula expositiva e dialogada.

Durante a exposição dos conceitos de simetria alguns estudantes fizeram relação também ao conteúdo de matemática que é abordado com eles no ensino fundamental, abordando formas geométricas e suas relações tridimensionais.

A aula 1 teve como objetivo abordar com os estudantes os conceitos de simetria e quiralidade, que nesse momento não tinha foco nas moléculas quirais ou aquirais. Para a explanação foram utilizados objetos dos alunos e colocados em frente ao espelho para que eles conseguissem perceber se a imagem refletida poderia, ou não, ser sobreponivel.

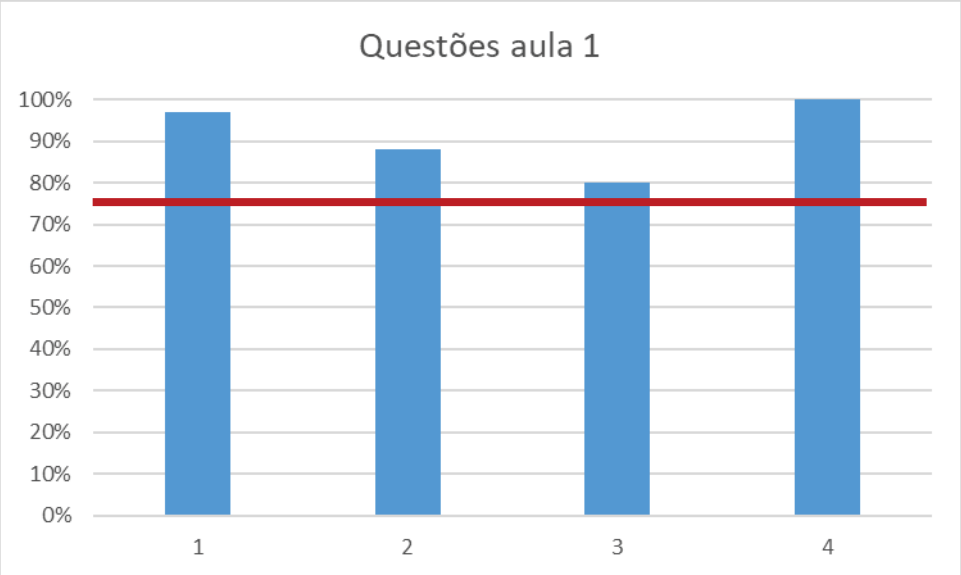
Logo que iniciada a explanação sobre o conceito de simetria o estudante A relembrou “esse conteúdo nós aprendemos no ensino fundamental” e o conteúdo é referente ao 7º ano do ensino fundamental II (BRASIL, 2018). Esta referência deixa clara a relação de conteúdos feita durante o processo de aprendizagem mas que é dificultada pela diferenciação de nomes ou na inserção em disciplinas curriculares distintas.

Alguns estudantes ainda refletiram sobre as ideias da atividade de leitura 1 no momento em que foi perguntado a eles a respeito da quiralidade. O estudante B perguntou nesse momento a respeito da sobreposição da molécula da talidomida a sua imagem especular, e também a respeito da substituição do carbono – “a propriedade da quiralidade é só por conta das

substituições do carbono né?". As perguntas e observações por eles explanadas, mesmo em um momento onde a quiralidade não estava sendo abordada, mostrou a possibilidade de estabelecimentos de relações na aprendizagem significativa por eles estabelecida. Para Paula, Figueiredo e Ferraz (2020) quando os discentes realizam a conexão do conceito ao seu conhecimento prévio percebemos que a aprendizagem ocorreu seguindo os princípios da teoria de Ausubel.

Terminando a exposição dos conceitos foi iniciada a resolução das questões junto aos estudantes. O gráfico 1 mostra a porcentagem de acertos e nas questões da aula 1 e o Apêndice 3 mostra as questões que foram utilizadas em aula.

Gráfico 1 – Relação de acertos nas questões da aula 1.



Fonte: o autor, 2020.

As questões utilizadas na aula 1 tiveram todas um percentual de acerto superior a 75% e, portanto, não foi necessário que os estudantes realizassem a discussão das alternativas.

Em todas as questões os estudantes relataram os motivos pelo qual estavam escolhendo a alternativa em seu diário de bordo. Ao final foi encorajado que os discentes relatassem suas percepções referentes a aula 1. Dentre os relatos podemos destacar que os 21 estudantes presentes na aula consideraram a dinâmica interessante e de melhor compreensão dos

conceitos. A seguir estão destacados alguns trechos de comentários dos estudantes:

Estudante A: “gostei da aula, consegui aprender bem a matéria, é um formato bem interessante”

Estudante B: “Essa aula prática foi muito mais fácil de aprender, gostei”

Estudante C: “Aula produtiva e fácil de aprender”

Estudante D: “Foi uma aula produtiva, melhor entendimento e aproveitamento da aula, sempre é bom aulas diversificadas”

Estudante E: “Foi uma aula muito boa, todos participaram e compreenderam”

Para Junior (2019) os discentes quando submetidos aos formatos não tradicionais de ensino mostram mais comprometimento em seu processo de aprendizagem pois o método ativo além de agradar facilita a compreensão dos conceitos com variáveis como a interação no método PI.

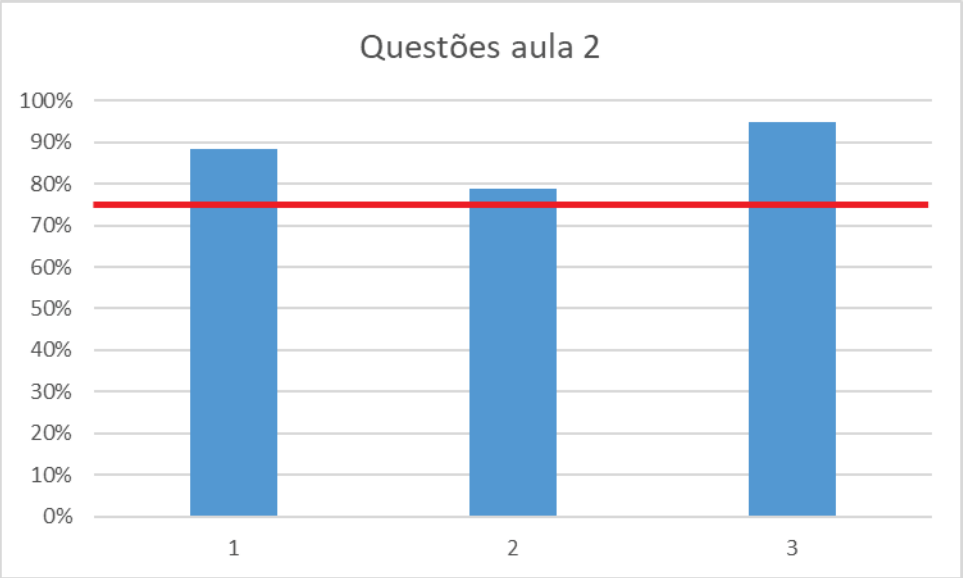
5.2 RELATOS DA AULA 2

Na aula 2 a exposição teórica foi iniciada relembrando os conceitos de simetria e quiralidade. Para iniciar a exposição das moléculas quirais e aquirais como recurso didático foram utilizados modelos moleculares produzidos com bolas de isopor e palitos de churrasco, buscando facilitar a visualização e percepção de representações tridimensionais das moléculas. Isso porque há direta relação entre essas representações e os conceitos de sobreposição das imagens especulares das moléculas.

O primeiro modelo proposto foi o metano. Mostrando seu modelo molecular e sua imagem especular, os discentes foram convidados a indicar se a imagem era sobreponível à representação da molécula. Após breve análise, todos os estudantes indicaram que sim. Pode-se observar após esta manifestação que os modelos facilitam a percepção molecular no plano tridimensional e a manipulação deles, pelos discentes ajudam na percepção da relação de sobreposição das moléculas (CHACON e SOUZA, 2016).

A exposição teórica desta aula durou 20 minutos e em seguida foi iniciada a resolução das questões. O gráfico 2 mostra a relação, em porcentagem, do número de acertos e erros nas questões da aula 2.

Gráfico 2 – Relação de acertos e erros nas questões da aula 2.



Fonte: o autor, 2020.

A porcentagem novamente foi maior que 75% em todas as questões, dessa forma dispensando a discussão das alternativas. O tempo para a resolução das questões, inicialmente de 5 minutos, foi estendido para 8 minutos na questão 2 pois essa exigia que os estudantes primeiro desenhassem as estruturas moleculares e depois verificassem se as moléculas seriam quirais ou aquirais. Como o prazo de umas das questões foi estendido nessa aula foram realizados apenas 3 exercícios. A dificuldade nas representações moleculares segundo Roque e Silva (2008) pode ser decorrente de uma apresentação das estruturas sem uma explicação adequada já que o ensino da química orgânica é caracterizado por uma linguagem especifica.

Os 5 minutos finais da aula foram utilizados para entregar e explicar a atividade de leitura 2. Nesse momento foi indicado aos estudantes a necessidade de apresentar as referências de forma correta e também que as questões presentes na atividade tinham como objetivo auxiliar o resumo que deveriam ser elaborados, já que das 21 atividades recebidas, 12 delas

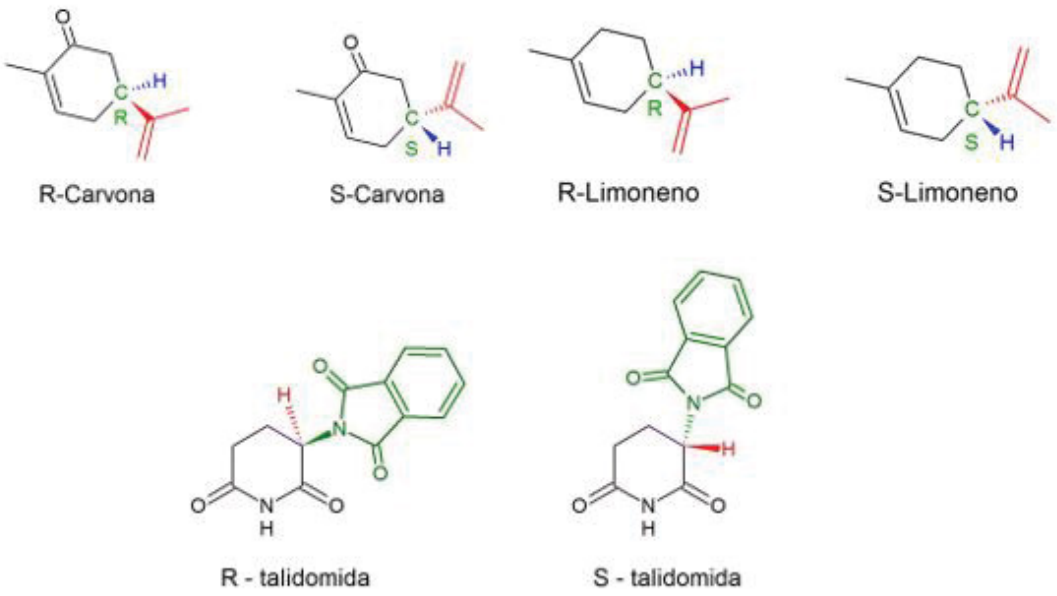
continham apenas respostas às perguntas norteadoras e não a produção de um resumo contendo as respostas.

A atividade de leitura 2 não foi realizada por todos os estudantes – foi entregue por 18 estudantes, o fato também foi observado por Kielt (2017) que com o decorrer as entregas das atividades de leitura foi diminuindo. Através da análise do autor os alunos que não estavam realizando a entrega o faziam pela dificuldade e também pela falta de tempo para tal, já que a realidade de seus estudantes era de trabalhadores. Houve também, conforme é possível inferir através das observações dos estudantes, que a falta de interesse na metodologia e/ou no conteúdo influenciou na diminuição do número de atividades entregues.

5.3 RELATOS DA AULA 3

Foram utilizados 18 minutos para a explanação dos conceitos de centros estereogênicos e novamente foram utilizados os modelos moleculares para a apresentação da relação da tetrasubstituição do carbono e explicar o efeito na quiralidade de uma molécula. Foram projetados exemplos de moléculas com centros de quiralidade, utilizando exclusivamente cadeias carbônicas, dentre eles a carvona, o limoneno e a talidomida, indicadas na figura 6, e após indicar os carbonos assimétricos na carvona e no limoneno foram solicitados aos 17 discentes presentes na aula para que identificassem o centro de quiralidade na talidomida. Um dos estudantes presentes logo fez a indicação e relatou “eu já sabia porque fiz a pesquisa da primeira atividade”. Esta colocação reforça a ideia da aprendizagem sendo viabilizada, já que para Ausubel (1978, p. 4) “o fator isolado mais importante que influencia o aprendizado é aquilo que o aprendiz já conhece.”

Figura 6 – Estruturas moleculares da carvona, do limoneno e da talidomida, respectivamente.

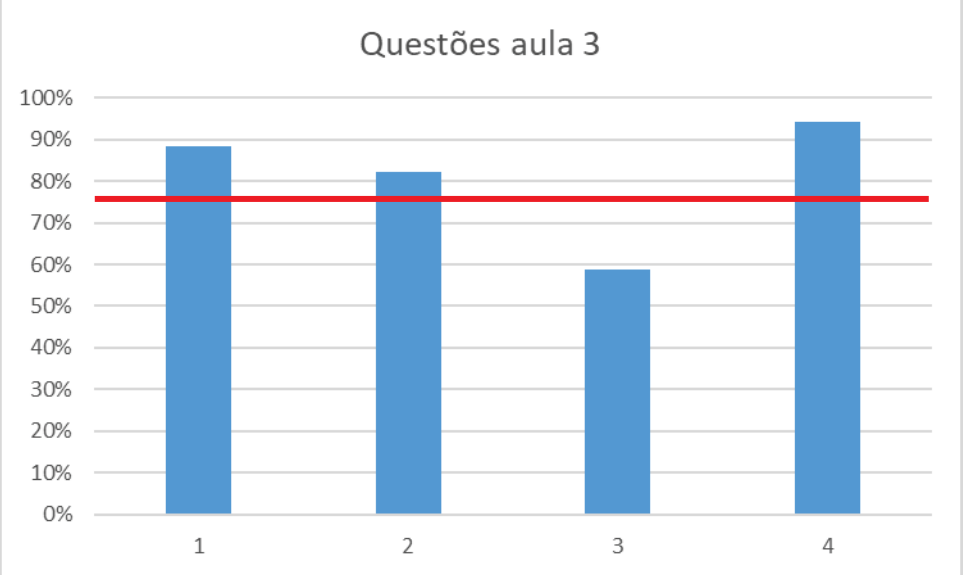


Fonte: O autor, 2020

Em seguida uma estudante indagou se o conceito de centro estereogênico poderia ser definido com insaturação na cadeia. O questionamento gerou uma discussão em sala e a estudante foi convidada ir ao quadro negro e desenhar uma possibilidade de centro de quiralidade. Após a atividade, ela e seus colegas chegaram à conclusão de que não seria possível. A situação relatada traz o protagonismo do estudante e a mediação do professor na construção do conceito, fato esse observado por Mazur (1997) que concluiu, anteriormente, que seu método (PI) era uma possibilidade ao protagonismo dos discentes e a descentralização do professor em sala de aula.

Quando concluída a discussão os estudantes receberam os flashcards para iniciar a resolução das questões, foram realizadas 4 questões e o gráfico 3 mostra a relação de acertos e erros na aula 3.

Gráfico 3 – Relação de acertos e erros nas questões da aula 3.

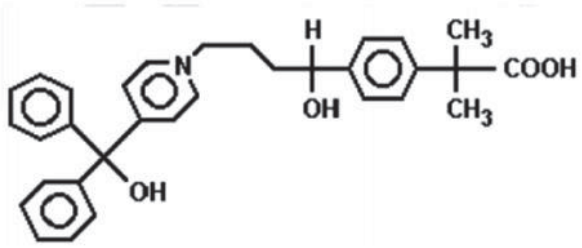


Fonte: o autor, 2020.

A questão 4, figura 7, obteve apenas 58,82% de acertos e foi necessário solicitar aos estudantes que fossem reunidos em grupos, definidos previamente e do conhecimento deles, e discutissem a respeito das alternativas procurando convencer seu colega a respeito da sua alternativa. Dentre as alternativas que foram indicadas pelos estudantes tem-se apenas as alternativas C e D.

Figura 7 – Questão 4 utilizada na aula 3.

(UFPE) A fexofenadina é um anti-histamínico não sedativo que surgiu como um substituto para um outro medicamento que causava fortes efeitos colaterais. Este composto apresenta a seguinte estrutura molecular:



Pode-se afirmar que este composto possui:

a) dois carbonos quirais e um grupo funcional ácido carboxílico.

b) um carbono quiral e um grupo funcional fenol.

c) dois carbonos quirais e 2 grupos funcionais álcoois.

d) um carbono quiral e um grupo funcional amina.

e) três carbonos quirais e 3 grupos funcionais aromáticos

Fonte: Processo seletivo UFPE.

A dúvida deles era a respeito da quantidade de carbonos quirais e em meio a discussão, durando apenas 3 minutos, os discentes chegaram a um consenso para a alternativa correta sendo a D. Assim, foi realizada a explanação final pelo professor e indicando a posição, não sendo necessário retomar o conteúdo para os estudantes após a segunda votação.

A homogeneização da segunda votação foi observada por Junior (2019) que em sua pesquisa constatou, que após a discussão, seria possível identificar que os estudantes votavam pela mesma resposta defendendo que o fato se dá pela influência dos alunos nos grupos.

Nos minutos finais foi solicitado que os estudantes relatassem novamente suas percepções sobre o formato de aula. Dos 17 comentários é possível observar em 14 deles que a discussão que ocorreu em sala contribui para a atratividade dos discentes com o método, e novamente houve afirmações de que o formato é mais interessante quando comparado a aula tradicional dentre as observações temos:

Estudante C: “Gostei desse método de aula pois podemos opinar e discutir e debater entre nós. Normalmente na aula teoria normal precisamos copiar muito conteúdo e já nessa não.”

Estudante E: “A aula ficou interessante, prática, colocam os alunos em debate, as alternativas são claras e fáceis de entender, facilitando a aprendizagem.”

Estudante F: “Em aulas nesse estilo fica mais fácil a aprendizagem, sendo mais produtiva e tenho mais interesse dos alunos nas aulas.”

Estudante G: “A experiência de hoje foi muito boa, tivemos algumas discussões para escolher as alternativas, mas no final deu tudo certo.”

5.4 RELATO DA AULA 4

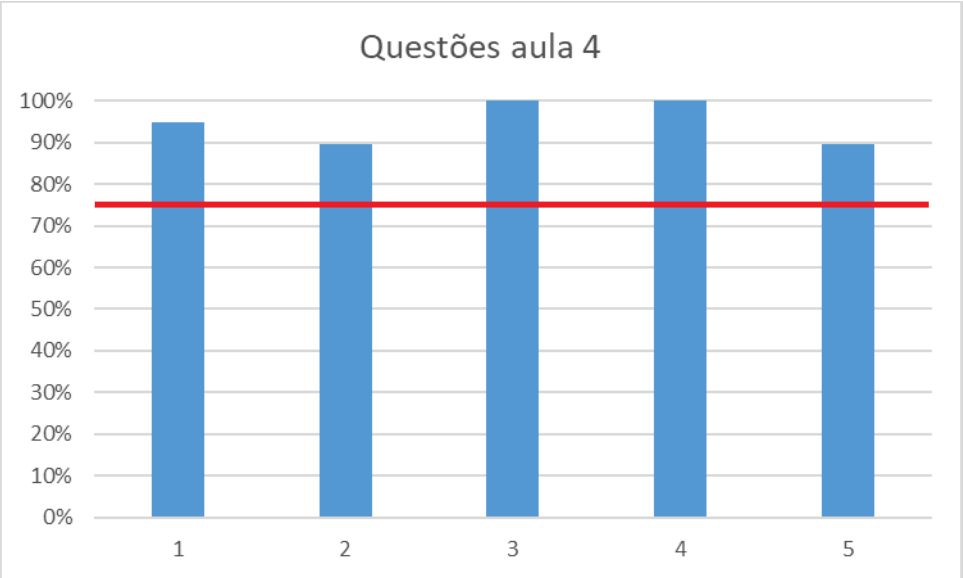
Na aula 4 foram utilizados 20 minutos para a explanação de conceitos. A aula foi iniciada relembrando com os discentes a definição de isomeria, conceito esse trabalhado em um momento anterior. Nesta aula os estudantes estavam mais participativos e um aluno indicou que “a discussão faz com que o conteúdo fique mais simples”. Esta afirmação já havia sido feita em momentos anteriores.

Estando presentes 19 estudantes em sala foi iniciada a exposição relembrando junto aos estudantes o conceito de isomeria, conceito esse apresentado anteriormente ao início da sequência didática e sem aprofundamento. Os estudantes foram convidados a lembrar possíveis isômeros e logo um dos estudantes citou metilciclobutano e ciclopentano e assim foi iniciado a conceituação dos isômeros de posição utilizando como exemplo o cresol, buteno, but-2-eno, propanol e propano-2-ol. A cada exemplo que foi citado os estudantes participaram ativamente e quando questionados pela grande participação os discentes afirmaram que “discutindo fica mais fácil” Maria (2018) também observou constatações similares de seus estudantes em sua sequência didática, para autora essa representa que o método (PI) por meio da discussão facilita a aprendizagem dos estudantes estimulando os mesmos na construção do conhecimento.

Na aula foram solucionadas 5 questões conceituais. Foi possível observar que os estudantes estavam precisando de menos tempo que o usual para a resolução dos itens. O gráfico 4 mostra a relação de porcentagem de acertos e erros nas questões da aula.

Os altos índices de acertos as questões conceituais demonstram o comprometimento por parte dos estudantes perante a execução das tarefas de leitura, como também o comprometimento e envolvimento que os mesmos demonstram durante as exposições teóricas já que a aula 5 teve participação ativa dos estudantes que estavam discutindo e questionando a cada exemplo citado, afirmando dessa forma o que Kielt (2017) defende como indicativo de aprendizagem colaborativa perante a utilização do método PI.

Gráfico 4 – Relação de acertos nas questões da aula 4.



Fonte: o autor, 2020.

Ao final da aula os alunos receberam as atividades de leitura 3 e as orientações para a realização.

5.5 RELATO DA AULA 5

As atividades de leitura 3 foram entregues por 20 alunos e a partir das respostas foi possível planejar as aulas 5 e 6. Foi verificado que 16 discentes apenas produziram resumos, como solicitado, enquanto o restando apenas respondeu as questões uma a uma.

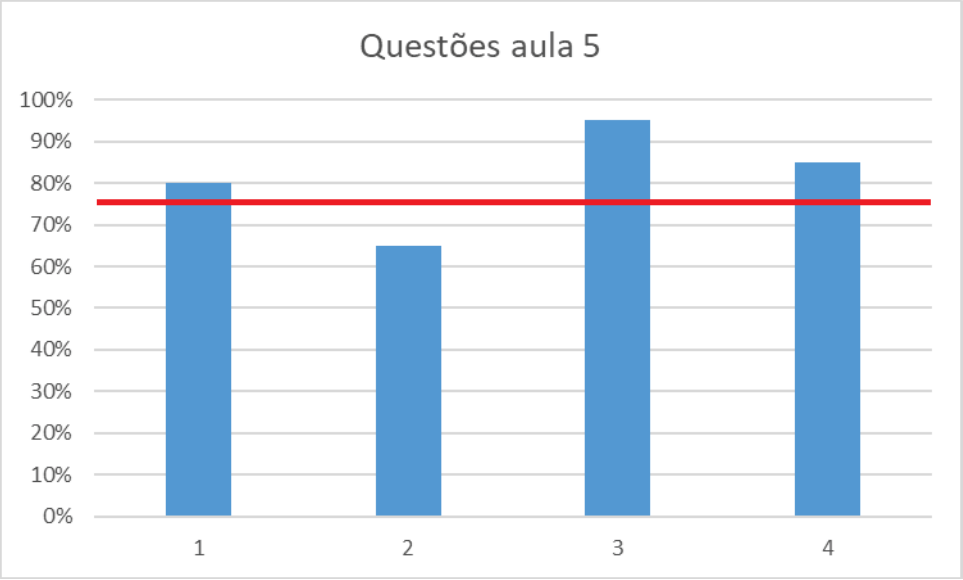
Com 20 estudantes presentes a aula 5 foi iniciada utilizando como exemplo as moléculas de buteno, ciclobutano, butano, metilpropano relembrando a origem mineral dos compostos como também as aplicações na indústria do petróleo. Os estudantes foram convidados a desenhar as estruturas moleculares para definir o tipo de isomeria que os compostos possuíam. Nesse momento os alunos começaram a trabalhar em conjunto chegando à conclusão de que era a isomeria de cadeia. Os exemplos escolhidos estavam presentes nas atividades de leitura de 9 estudantes sendo a escolha dos exemplos de maior repetição nas atividades e assim possível definir a relação do método JiTT com a aprendizagem significativa dos estudantes, já que os mesmos já haviam citado os compostos em sua atividade

a partir de suas pesquisas, definindo dessa forma a construção do conhecimento de forma autônoma.

Em seguida, foi introduzido o conceito de isomeria de função utilizando de modelos moleculares construídos com bolas de isopor para mostrar a relação entre os isômeros butanol e etoxietano, butanal e butanona e ácido propanoico e etanoato de metila.

A explanação do conteúdo ocorreu em 20 minutos e logo foram iniciadas a resolução das questões das aulas. O gráfico 5 mostra a relação de acertos e erros das 4 questões utilizadas na aula 5.

Gráfico 5 – Relação de acertos nas questões da aula 5.



Fonte: o autor, 2020.

A questão 2 teve 65% de acertos, sendo necessário iniciar a discussão nos grupos. A figura 8 indica a questão.

Figura 8 – Questão 2 utilizada na aula 5.

(PUC-MG) “A 4-metil-pentan-2-ona é usada como solvente na produção de tintas, ataca o sistema nervoso central, irrita os olhos e provoca dor de cabeça”. O composto citado é isômero funcional de:

a) hexan-1-ol.

b) hexanal.

c) 4-metil-butanal.

d) 4-metil-pentan-1-ol.

e) pentan-1-ona.

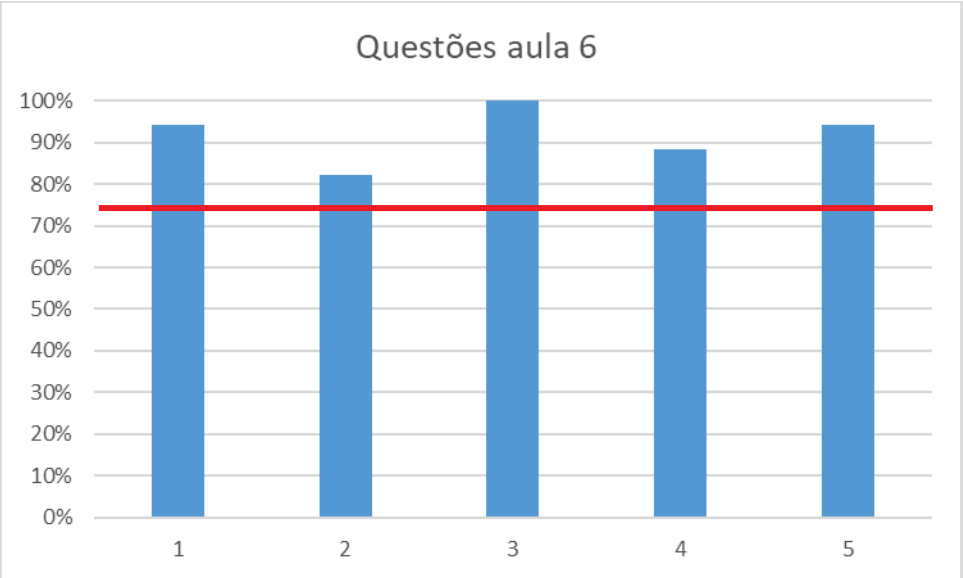
Fonte: Processo Seletivo PUC-MG.

Logo que iniciado as discussões foi percebido que a dificuldade de alguns estudantes que estavam levando ao erro era a determinação da fórmula molecular de cada um dos compostos e a confusão da nomenclatura com a estrutura molecular. Analisando os diários de bordo um dos estudantes representou a estrutura molecular dos aldeídos como álcoois.

5.6 RELATO DA AULA 6

Quando iniciada a explanação teórica dos conteúdos da aula 6 haviam 17 estudantes presentes. A aula foi iniciada apresentando os conceitos de isomeria de compensação, conteúdo esse que pelas relações dos discentes foi o mais controverso até o momento já que os mesmos não estavam conseguindo entender a diferença entre a isomeria de posição e a de compensação. Para facilitar foram utilizados os modelos moleculares e foi necessário relembrar a eles a classificação das cadeias carbônicas para que o conceito de heteroátomo fosse resgatado. Assim foi dada sequência com o conceito de tautomeria e logo um dos estudantes relembrou da função dos enóis que foi trabalhada anteriormente com eles. A apresentação dos conceitos durou 20 minutos e ao fim foi iniciado a resolução das questões, o gráfico 6 relaciona o número de acertos e erros para as 5 questões da aula 6.

Gráfico 6 – Relação de acertos nas questões da aula 6.



Fonte: o autor, 2020.

As questões que foram utilizadas nas aulas tiveram mais de 75% de acertos não sendo necessário a discussão das alternativas. Nos últimos 10 minutos da aula foi solicitado que os estudantes registrassem em seus diários de bordo a experiência com a sequência metodológica, enquanto era realizada a entrega da atividade 4, dentre os relatos tem-se

Estudante B: “Acho muito bom e produtivo porque é mais fácil de aprender.”

Estudante D: “O modelo da aula apresentado é interessante uma vez que a compreensão do conteúdo se torna mais fácil.”

Estudante I: “As aulas estão mais legais mais *fácil* de entender e produtiva ”

Estudante J: “Uma aula produtiva, onde todos conseguem entender bem o conteúdo passado nas aulas”

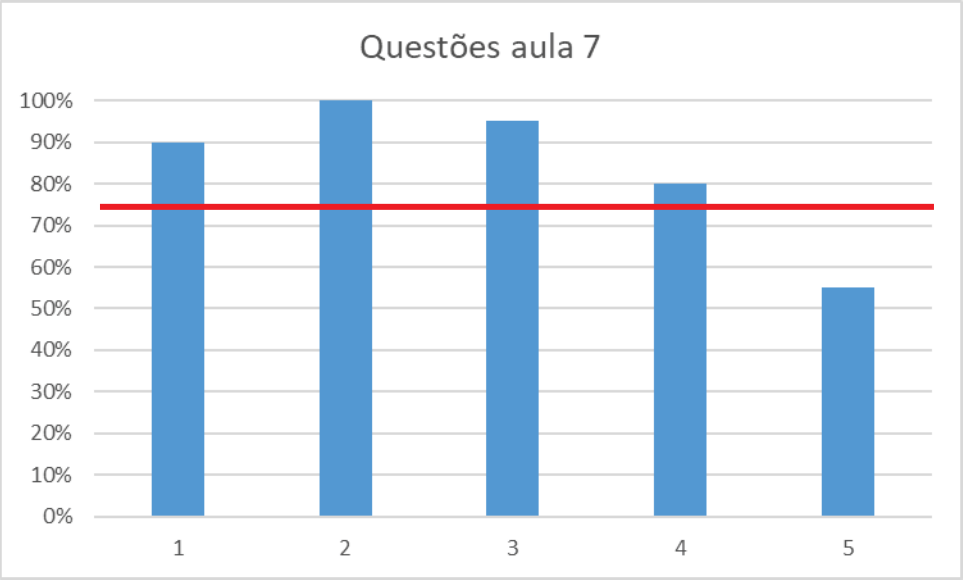
Os comentários ressaltam que os estudantes entenderam que o método tornou mais fácil compreender o conteúdo e que a aula se tornou mais produtiva dessa forma. Junior (2019) em sua experiência utilizando PI e JiTT em uma sequência didática concluiu que a combinação dos métodos demonstrou que os estudantes estiveram mais dispostos a participar de metodologias que diferem do modelo tradicional, além de tirar o aluno de sua zona de conforto tornando-se protagonista ao seu processo de aprendizagem.

5.7 RELATO DA AULA 7

A exposição teórica dos conceitos aconteceu em 18 minutos e haviam 20 estudantes presentes. Foi iniciada a aula com os conceitos de isomeria geométrica perguntando aos estudantes se alguém conseguiria citar um exemplo de isômeros geométricos e apresentar uma definição. Uma estudante se manifestou e sugeriu que a definição é “a isomeria que compara a posição no espaço das moléculas” sendo complementada por outro estudante: “não a molécula, mas sim o átomo e os ácidos do último trabalho eram isômeros geométricos”. A discussão seguiu e outro estudante citou corretamente os nomes “ácido maleico e fumárico”. Utilizando os exemplos por eles citados foi exposto o conceito de isomeria geométrica. A abordagem inicial foi pensada de forma a priorizar o que é defendido por Ausubel (1980) que o professor deve ser apenas o mediador da aprendizagem, o estudante é protagonista de seu processo.

Assim que concluída a exposição foi iniciada a resolução das questões. Foram respondidas 5 questões e o gráfico 7 mostra a relação de acertos e erros em cada uma delas.

Gráfico 7 – Relação de acertos nas questões da aula 7.

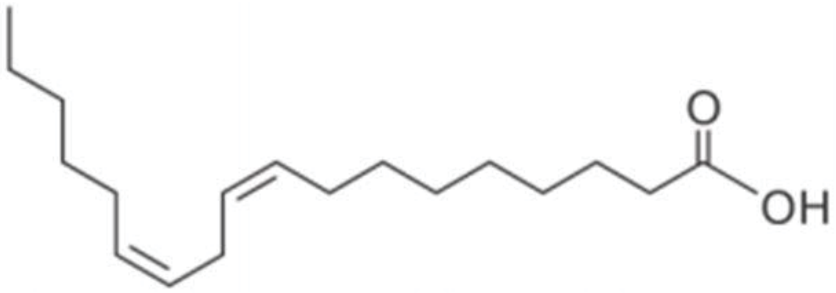


Fonte: o autor, 2020.

A questão 5 obteve 55% de acertos e foi necessário iniciar uma discussão nas alternativas da questão, essa é apresentada na figura 9.

Figura 9 – Questão 5 utilizada na aula 7.

(UERJ) O ácido linoleico, essencial à dieta humana, apresenta a seguinte fórmula estrutural espacial:



Como é possível observar, as ligações duplas presentes nos átomos de carbono 9 e 12 afetam o formato espacial da molécula. As conformações espaciais nessas ligações duplas são denominadas, respectivamente:

a) cis e cis

b) cis e trans

c) trans e cis

d) trans e trans

Fonte: Vestibular da UERJ, Ano 2017.

Em meio à discussão que foi realizada pelos estudantes alguns deles estavam com dificuldade para “visualizar” um plano imaginário que ajudaria na identificação dos isômeros cis e trans a partir das insaturações na cadeia. Assim que concluída a discussão foi iniciada a segunda votação obtendo 100% de acertos.

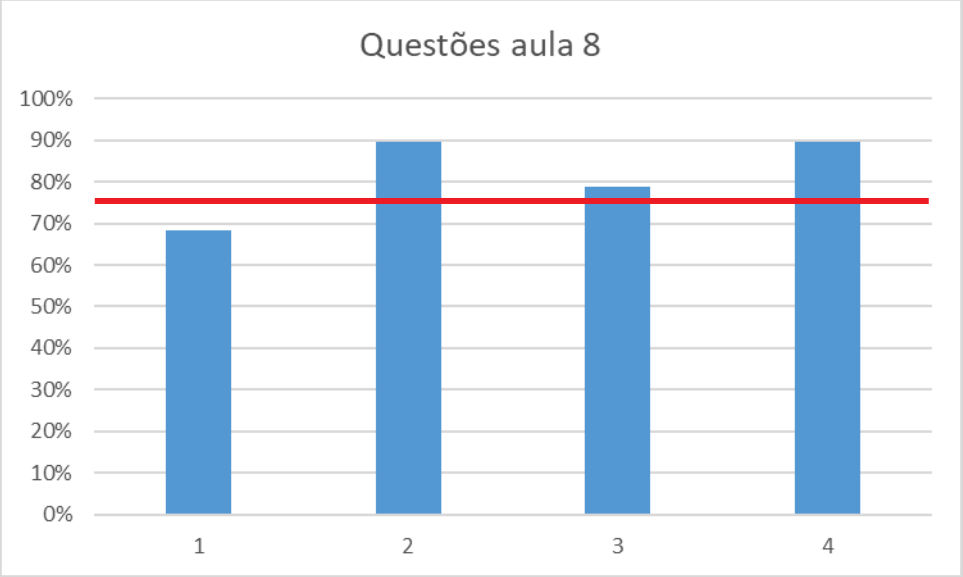
5.8 RELATO DA AULA 8

Para a oitava aula foram necessários 20 minutos de exposição teórica e estavam presentes 19 estudantes. Para auxiliar na explanação do conteúdo as estruturas que foram utilizadas para os exemplos já haviam sido utilizadas em outras aulas. Durante a aula foi percebido que os estudantes estavam prestando muita atenção e não estavam interagindo como usualmente. Logo percebeu-se então que os conceitos de enantiômeros e diastereoisômeros foram os que causaram mais dúvidas aos estudantes. Em sua tese, Rezende (2016) defende que a dificuldade no ensino da isomeria optica é a capacidade

de abstração dos discentes que impede a compreensão. Já Correia e colaboradores (2010) concluem que cabe ao professor procurar uma alternativa didática que seja capaz de auxiliar os estudantes na abstração dos conceitos da estereoquímica, como a construção de modelos moleculares.

Quando concluída a explanação foram iniciadas a resolução das questões. O gráfico 8 mostra a relação de acertos e erros das 4 questões que foram utilizadas na aula 8.

Gráfico 8 – Relação de acertos nas questões da aula 8.



Fonte: o autor, 2020.

Para a questão 1 foi necessário disponibilizar 7 minutos para a sua resolução e a mesma obteve 68,42% de acertos sendo necessário iniciar a discussão das alternativas. A figura 10 mostra a questão 1 da aula 8.

Figura 10 – Questão 1 utilizada na aula 8.

(UFPR) Isomeria é o nome dado à ocorrência de compostos que possuem a mesma fórmula molecular, mas que apresentam estruturas diferentes entre si. Os isômeros são classificados em constitucionais, que diferem na maneira como os átomos estão conectados (conectividade) em cada isômero, e estereoisômeros, que apresentam a mesma conectividade, mas diferem na maneira como seus átomos estão dispostos no espaço. Os estereoisômeros se dividem ainda em enantiômeros, que têm uma relação de imagem e objeto (que não são sobreponíveis), e diastereoisômeros, que não têm relação imagem e objeto.

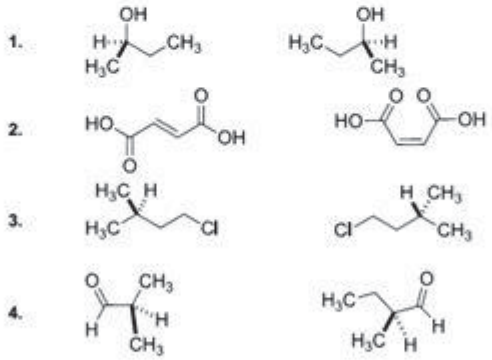
Com relação à isomeria, numere a coluna da direita de acordo com sua correspondência com a coluna da esquerda.

( ) Enantiômeros.

( ) Mesmo composto.

( ) Não são isômeros.

( ) Diastereoisômeros.



Assinale a alternativa que apresenta a numeração correta da coluna da direita

A) 1-2-3-4.

B) 1-3-4-2.

C) 2-3-1-4.

D) 2-1-4-3.

E) 4-1-3-2.

Fonte: Vestibular da UFPR, 2016.

Os discentes em sua maioria indicaram a opção correta, alternativa C enquanto os outros indicaram a alternativa B. Nas discussões foi possível ver que alguns estudantes estavam indicando a formula molecular incorreta o que indicou o erro eles. Mesmo depois da discussão um dos grupos indicou a

alternativa B como correta tendo a segunda votação 78,94% de acerto assim ocorreu uma explanação final sobre as alternativas por parte do professor e logo seguindo para a resolução da próxima questão. As questões 2, 3 e 4 todas tiveram mais de 75% de acertos não tendo sido necessária a discussão. Ao final da aula foi solicitado que os discentes relatassem, uma última vez, a respeito da sequência didática e dentre os comentários foi percebido que os 19 estudantes que estavam presentes na última aula descreveram que a metodologia foi uma boa alternativa. A seguir são destacados alguns dos comentários que estavam presentes nos diários de bordo.

Estudante C: “Achei que a metodologia foi bem aproveitada porque é melhor para aprender porque chama mais a atenção esse método deveria ser adotado no colégio. ”

Estudante D: “Foi uma aula bem produtiva, melhor entendimento e aproveitamento da aula, sempre é bom aulas diversificadas. ”

Estudante E: “As aulas foram diferenciadas e produtivas. Essa é uma maneira de desenvolver o conteúdo com facilidade. ”

Estudante F: “Sobre todas as aulas, eu achei esse método de ensino bem mais fácil para entender o conteúdo. ”

Estudante K: “A aula com esse método, faz com que os alunos se interessem mais nas aulas tendo uma maior participação de todos. ”

Estudante L: “Essas aulas foram muito produtivas, uma forma diferenciada de aprender. Gostei da experiência, consegui entender bem o conteúdo.”

A afirmação da Estudante C também foi recebida pelos autores Oliveira, Veit e Araujo (2014) em sua sequência didática, seus estudantes além de apreciar o método questionaram a utilização desse em outras disciplinas.

Junior (2019) identificou comentários semelhantes de seus discentes afirmando a “facilidade” que o método proporcionou ao conteúdo por ele trabalhado. Verifica-se que, independentemente do conteúdo, a utilização de metodologias ativas permite incentivar a aprendizagem e tornar conteúdos tradicionalmente vistos como difíceis mais palpáveis. A flexibilização do aprendizado é urgente e, como a literatura apresenta, foco de inúmeros estudos e debates.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Dado o exposto pode-se observar que a sequência didática teve um impacto significativo no processo de aprendizagem dos estudantes já que os mesmos demonstram em seus comentários satisfação quanto sua participação.

Com as tarefas de leitura, relacionadas ao método JiTT, os discentes buscaram, de forma autônoma, o conhecimento e com a análise das respostas por eles indicadas foi possível preparar as exposições teóricas de forma a garantir que seu conhecimento prévio fosse utilizado viabilizando a aprendizagem significativa.

A falta de meios tecnológicos era uma preocupação inicial, já que a grande maioria das pesquisas envolvendo o JiTT utilizavam aparatos tecnológicos para sua execução, mas, foi percebido que é possível aplicar a sequência sem utiliza-los. Certamente que utilizando formulários eletrônicos que consigam tabular de forma mais rápida as respostas obtidas nas atividades de leitura, bem como a utilização de ferramentas eletrônicas na votação facilitará o processo tornando-o mais rápido logo, deve-se se pensar que a realidade da rede pública de ensino, principalmente do campo e de estudantes que não dispõe de acesso à internet e quando utilizamos desses meios para efetivar o processo de ensino estamos sendo excludentes para com os discentes que não os dispõe, indo de forma contraria aos objetivos da escola.

A interação promovida por meio das discussões em aula com os estudantes foi um fator motivador para os mesmos, esse promovido pela utilização do método PI, fazendo com que o professor fosse apenas o mediador na construção dos conceitos e permitindo que os discentes fossem protagonistas de seu processo de aprendizagem.

Repensar o ensino de química no atual cenário é uma necessidade, tirar o discente de sua zona de conforto é o que acreditamos que deve acontecer, tornando-o ativo e proativo ao processo educacional para que os conceitos da química sejam aprendidos de forma significativa.

Com relação aos acertos e erros nas questões conceituais foi verificado que apenas um dos estudantes teve erros recorrentes, isto é, errou mais de uma questão em uma mesma aula, representando dessa forma que o estudante não atingiu o desempenho esperado. Também foi percebido que o a

combinação do método não é eficiente em quantificar os acertos e erros de cada aluno no montante final da aula, dificultando a verificação se o mesmo estudante teve erros recorrentes. Para analisar o feito foram utilizados os registros fotográficos das votações de cada uma das questões em cada uma das aulas.

Após a análise dos resultados foi percebido que a escolha das questões conceituais não foi adequada, em sua grande maioria as questões exigiam do estudante não apenas os conceitos de estereoquímica como também a nomenclatura de diferentes funções orgânicas além da utilização de questões de níveis difíceis.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D. M.; JUNIOR, A. J. M. L.; ALEXANDRE, F. S. O.; BARBOSA, F. G.; XEREZ, J. V. Stereogame: Brincando ou Estudando Estereoquímica?. **IV Encontro de Monitoria de Projetos da Graduação.** Ceará, nov. 2014. Disponível em: < http://www.prppg.ufc.br/eu/2014/Resumos/wrappers/MostrarResumo.php?cpf=09035582896&cod=001> Acesso em: 16 fev. 2020.

ANJOS, T. S. Buraco Isomérico: Uma proposta de jogo didático para o ensino de isomeria em Química Orgânica. **Ensino em Foco.** Salvador, v. 2, n. 4, p. 109-120, abr. 2019.

ARAUJO, I. S.; MAZUR, E. Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida: uma proposta para o engajamento dos alunos no processo de ensino-aprendizagem de Física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.30, n.2, p.370, 2013.

ARROIO, A. O show da química: motivando o interesse científico. **Revista Química Nova na Escola**, v. 29, n. 1, p. 173-178. São Carlos-SP, 2006.

AUSUBEL, D. P. **Educational psichology**: a cognitive view. 2nd Ed. Nova York, Holt Rinehart and Winston, 1978.

AUSUBEL, D. P; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

BEAUCHAMP, P. S. “Absolutely” simple stereochemistry. **Journal of Chemical Education**, v.61 (8), p 666-667, ago. 1984

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Sala de aula invertida**: uma metodologia ativa de aprendizagem. Tradução de Afonso Celso da Cunha Serra. 1. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular:** Educação Infantil e Ensino Fundamental. Brasília: MEC/Secretaria de Educação Básica, 2017.

BUSS, C. S.; MACKEDANZ, L. F. O Ensino Através de Projetos como Metodologia Ativa de Ensino e de Aprendizagem. **Revista Thema**, vo. 14, n. 3, p. 122 a 131, 2017. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.15536/thema.14.2017.122-131.481>. Acesso em: 29 jan. 2020.

CHACON, E. P.; SOUZA. Desenvolvimento e aplicação de uma sequência didática para o ensino/aprendizagem de estereoquímica. **Revista Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 3, p. 167-183, 2016. Disponível em: < https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/493/723> Acesso em: 05 jan. 2020.

CORREIA, M. E. A. et al. INVESTIGAÇÃO DO FENÔMENO DE ISOMERIA: CONCEPÇÕES PRÉVIAS DOS ESTUDANTES DO ENSINO MÉDIO E EVOLUÇÃO CONCEITUAL. **Ens. Pesqui. Educ. Ciênc. (Belo Horizonte)**, Belo Horizonte, v. 12, n. 2, p. 83-100, ago. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1983-21172010000200083&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 mai. 2020. https://doi.org/10.1590/1983-21172010120206.

CUNHA, M. B. Jogos no Ensino de Química: Considerações Teóricas para sua Utilização em Sala de Aula. **Química Nova na Escola.** v. 34, n° 2, p. 92-98, mai. 2012.

DUMONT, L. M. M.; CARVALHO, R. S.; NEVES, A. J. M. O Peer Instruction como proposta de metodologia ativa no ensino de química**. Journal of Chemical Engineering and Chemistry** – JCEC, v.2, n. 3, p. 107-131, 2016.

DURÃES, C. P.; MIRANDA, A. M. Instrução pelos Colegas (IpC) e Ensino sob Medida (EsM) no ensino de Física: Uma proposta para o estudo de termodinâmica no ensino médio. In: **SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIÊNTIFICA**, 7, 2018, Araçuaí. Anais... Araçuaí: IFNMG – Instituto Federal Norte de Minas Gerais, 2018. Disponível em: <https://cdn.even3.com.br/anais/80302.pdf> Acesso em 15 abr. 2020.

Fialho, N. N. Os Jogos Pedagógicos como Ferramenta de Ensino. In: **CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO**, 8, 2008, Curitiba. Anais... Curitiba: PUCPR –Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2008. Disponível em: <http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2008/anais/trabalhos10.html> Acesso em: 27 fev. 2020.

GOMES, P. W. P. et al. O Pecíolo do Buriti como instrumento no ensino de isomeria constitucional e estereoisomeria. **Revista Ciências & Ideias**, Rio de Janeiro, v. 10, n. 1, p. 1-14, 2019. Disponível em: < https://revistascientificas.ifrj.edu.br/revista/index.php/reci/article/view/873 > Acesso em: 05 jan. 2020.

GOMES, W. G. B.; MENDES, A. N. F.; CALEFI, R. M. A utilização da Aprendizagem Baseada em Problemas para o Ensino de Química Inorgânica num curso de Licenciatura em Química. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química (XVIII ENEQ).** Florianópolis, jul. 2016. Disponível em: < http://www.eneq2016.ufsc.br/anais/resumos/R1843-1.pdf> Acesso em: 25 out. 2019.

JUNIOR, C. R. S. **Uma sequência didática envolvendo os conceitos básicos de ondas mecânicas utilizando os métodos Just-in-Time Teaching e Peer Instruction na perspectiva da teoria da aprendizagem significativa e da teoria sociointeracionista**. 2019. 253 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Programa de Pós-Graudação do Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física,

Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí (RS). 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/197462> Acesso em: 12 abr. 2020.

KIELT, E. D. **Utilização integrado do *Just-in-Time Teaching* e *Peer Instruction* como ferramenta de ensino de mecânica no ensino médio mediadas por *APP*.** 2017. 112 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciência e Tecnologia) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciência e Tecnologia. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa (PR), 2017. Disponível em <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/2470/1/PG_PPGECT_M_Kielt%2C%20Everton%20Donizetti_2017.pdf> Acesso em: 28 out. 2019.

LEITE, B. Aprendizagem tecnológica ativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 4, n. 3, p. 580-609, 25 maio 2018.

LEITE, L. R.; LIMA, J. O. G. O aprendizado da Química na concepção de professores e alunos do ensino médio: um estudo de caso. **Rev. Bras. Estud. Pedagog.**, Brasília, v. 96, n. 243, p. 380-398, ago. 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2176-66812015000200380&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 12 abr. 2020. https://doi.org/10.1590/S2176-6681/340312848.

LIMA, V. A. D.; MARCONDES, M. E. R. Saindo também se aprende – O protagonismo como um processo de ensino-aprendizagem de química. **Química nova na escola**, v. 33, nº 2, p. 100-104, 2011.

LÜDKE, M. **Pesquisa em educação: Abordagens qualitativas**. 2ªed. Rio de Janeiro: EPU. 2013.

MARIA, A. S. **Instrução pelos colegas e ensino sob medida**: Métodos ativos de ensino auxiliando a construção de conceitos básicos de termodinâmica em nível médio. 2018. 135 f. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Tramandaí (RS), 2018. Disponível em <http://hdl.handle.net/10183/193229> Acesso em: 28 out. 2019.

MAZUR, E. **Peer Instruction:** A Revolução da Aprendizagem Ativa. Porto Alegre: Penso, 2015. 252 p.

MAZUR, Eric. **Peer instruction: A user's manual**. Pap/Dskt ed. [S.l.] Prentice Hall,Inc., 1997

MESQUITA, K. F. M; NUNES A. O.; SANTOS, A. G. D. Um olhar ao ensino de química na rede privada e pública. In: **XLVI Congresso Brasileiro de Química**. ABQ, Salvador, set. 2006.

MOREIRA M. A. **Aprendizagem Significativa**: a teoria e textos complementares. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2011.

MOREIRA, Marco Antônio. **Abandono da narrativa, ensino centrado no estudante e aprender a aprender criticamente**. 2010. Disponível em: <https://www.if.ufrgs.br/~moreira/Abandonoport.pdf>. Acesso em: 10 fev. 2020

MOTA, O. S.; GUIMARÃES, O. M. Sala de aula invertida no ensino de química: limites e possibilidades na escola da educação básica. In: **VII CBE – CONGRESSO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO**, 7, 2019, Bauru. Anais... Bauru: UNESP – Universidade Estadual Paulista, 2019. Disponível em: < http://cbe.fc.unesp.br/cbe2019/main/users/01581573979/paper_TC2019033013 0159(corrigido)-ID.pdf> Acesso em: 25 nov. 2019.

NETO, J. E. S., CAMPOS, A. F., JÚNIOR, C. A. C. M. 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,** v.18(2), p.327-346, fev. 2013.

NOVAK, G. M.; PATTERSON, E. T.; GAVRIN, A. D.; CHRISTIAN, W. **Just-in-time-teaching: blending active learning with web technology**. Upper Saddle River, N.J. Prentice-Hall, 1999.

NUNES, A. S.; ADORNI, D.S . O ensino de química nas escolas da rede pública de ensino fundamental e médio do município de Itapetinga-BA: O olhar dos alunos. In: **Encontro Dialógico Transdisciplinar - Enditrans**, 2010, Vitória da Conquista, BA. - Educação e conhecimento científico, 2010.

OLIVEIRA, V.; VEIT, E. A.; ARAUJO, I. S. Relato de experiência com os métodos Ensino sob Medida (Just-in-Time Teaching) e Instrução pelos Colegas (Peer Instruction) para o Ensino de Tópicos de Eletromagnetismo no nível médio. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Porto Alegre, v. 32, n. 1, p. 180-206, 2015.

OLIVEIRA, V. **Uma proposta de ensino de tópicos de Eletromagnetismo via Instrução pelos Colegas e Ensino sob Medida para o Ensino Médio.** Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Física) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.

PAULA, J.; FIGUEIREDO, N.; FERRAZ, D. P. A. Peer Instruction e Vygotsky: uma aproximação a partir de uma disciplina de astronomia no ensino superior. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 37, n. 1, p. 127-145, abr. 2020. ISSN 2175-7941. Disponível em: <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2020v37n1p127>. Acesso em: 15 mai. 2020. https://doi.org/10.5007/2175-7941.2020v37n1p127.

PAULETTI, F. Entraves ao ensino de química: apontando meios para potencializar este ensino. **Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 5, n. 8, p. 98-107, jul. 2012. Disponível em: <http://www.revistas.uea.edu.br/download/revistas/arete/vol.5/arete_v5_n08-2012-p.98-107.pdf> Acesso em: 20 out. 2019.

RAUPP, D. T. **Um estudo de caso a compreensão de conceitos químicos mediante visualização de representações computacionais 3D utilizando o referencial de campos conceituais**. 2010. 107f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Luterana do Brasil, Canoas, 2010.

RAUPP, D. T.; DEL PINO, J. C. O desafio do ensino de estereoquímica no Ensino Médio e o papel da visualização. **IX Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências.** São Paulo, nov. 2013. Disponível em: < http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/ixenpec/atas/resumos/R1727-1.pdf> Acesso em: 19 dez. 2019.

REZENDE, G. A. A. **Ensino de estereoquímica**: Construção de um modelo em sala de aula. 2016. 199 f. Tese (Doutorado em Química) – Instituto de Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016. Disponível em: < repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/18295/1/EnsinoEstereoquimicaConstrucao.pdf> Acesso em: 25 nov. 2019.

ROCHA, J. S.; VASCONCELOS, T. C. (2016). Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. In **XVIII Encontro Nacional de Ensino em Química** (p. 10). Florianópolis, Santa Catarina

ROQUE, N. F.; SILVA, J. L. P. B. A linguagem química e o ensino da química orgânica. **Química Nova**, São Paulo, v. 31, n. 4, p. 921-923, 2008 . Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-40422008000400034&lng=en&nrm=iso>. Acesso em: 13 mai. 2020. https://doi.org/10.1590/S0100-40422008000400034.

SANTOS, A. O.; MELO, M. R. Dificuldades dos licenciandos em química da UFS em entender e estabelecer modelos científicos para equilíbrio químico. **XVI Encontro Nacional de Ensino de Química (XVI ENEQ) e X Encontro de Educação Química da Bahia (X EDUQUI).** Salvador, jul. 2012. Disponível em: <http://www.portalseer.ufba.br/index.php/anaiseneq2012/article/viewFile/7789/5520Santo> Acesso em: 26 out. 2019.

SHINE, H. J. Aids in teaching strereochemistry: Plastic sheets for plane projection diagrams. **Journal of Chemical Education,** v. 34 (7), p. 355, july 1957.

SILVA, F. A. N. **Uso da metodologia Peer Instruction no ensino de teoria atômica.** 33 f. Monografia de graduação (Licenciatura em Química) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019. Disponível em: < http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/48378/1/2019_tcc_almtcosta.pdf> Acesso em 15 abr. 2020.

SILVA, F.; SALES, L. L. M.; SILVA, M. N. O uso de metodologias alternativas no ensino de Química: Um estudo de caso com discentes do 1º ano do ensino médio no município de Cajazeiras-PB. **Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, v. 2, n. 2, p. 333 – p. 344, set. 2017. Disponível em:

<http://revistas.ufcg.edu.br/cfp/index.php/pesquisainterdisciplinar/article/view/372> Acesso em: 28 de jan. 2020. http://dx.doi.org/10.24219/rpi.v2i2.0.372

SOUZA, H. Y; SILVA, C. K. Dados orgânicos: Um jogo didático no ensino de Quimica. **HOLOS**, v.3, p. 107-121, jun. 2012. Disponível em: <http://www2.ifrn.edu.br/ojs/index.php/HOLOS/article/view/737> Acesso em 12 mai. 2020.

TEIXEIRA, M. H. et al. O Estudo da Estereoquímica a Partir dos Diferentes Níveis de Representação Química. In: **SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIÊNTIFICA PUCPR**, 19, 2016, Curitiba. Anais... Curitiba: PUCPR –Pontifícia Universidade Católica do Paraná, 2016. Disponível em: < https://cip.pucpr.br/eventos/semic/16/resumo_template.php?id=0011259> Acesso em: 29 jan. 2020.

VIGOTSKI, L. S. **Pensamento e Linguagem.** São Paulo: Martins Fontes (traduzido do thought and language por Jefferson Luiz Camargo), 1999

WU, H.; SHAH, P. Exploring visuospatial thinking in chemistry learning. **Science Education**, v.88, n.24, p. 465-492, abr. 2003. Disponível em: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/sce.10126/pdf> Acesso em: 15 fev. 2020.

APÊNDICE 1 – PLANEJAMENTO DE AULAS

PLANO DE AULA 1

INTRODUÇÃO: Os discentes envolvidos no estudo serão convidados previamente a realizar uma pesquisa que envolve os conceitos das aulas da sequência didática que envolverá 8 aulas de 50 minutos. Os mesmos como resultados de sua pesquisa deverão produzir um resumo que será entregue ao professor regente com 48h de antecedência.

CONTÉUDO: Conceito de simetria e quiralidade.
DURAÇÃO: 50 minutos.
OBJETIVOS: Diferenciar objetos simétricos de assimétricos; coompoender o conceito que envolve a quiralidade dos compostos orgânicos.
ORIENTAÇÃO DIDÁTICA: Os alunos em um primeiro momento entregaram a atividade pertinente a aula 1 e 2 com 48 horas de antecedência, e essa definirá a profundidade com que o conteúdo será tratado.
Primeiramente será definido o conceito de simetria para que possamos definir a quiralidade, será utilizado aproximadamente 20 minutos da aula para as definições teóricas. Nesse momento da aula será utilizado objetos para a definição da quiralidade, envolvendo primeiramente as mãos, bolas e objetos pessoais dos estudantes apoiados de um espelho para que seja claro aos mesmos as imagens especulares. A aula continuará com a resolução de exercícios, com previsão de aproximadamente 30 minutos. Almeja-se que os alunos consigam responder cerca de 5 exercícios em sala sendo a resolução de forma colaborativa com cerca de 3 alunos por grupo que poderá ser escolhido pelos discentes.
Será projetado para os alunos os exercícios de caráter objetivo. Cada equipe receberá 5 cartões de cores distintas que correspondem as alternativas dos exercícios, esses serão utilizados para a votação da alternativa que acreditam ser a correta. Se obtido 70% de acerto, ou mais, é dada continuidade a resolução dos exercícios, quando obtivermos de 30% a 70% de acertos retornamos ao exercício e abrimos à sala toda a discussão das alternativas. Será votada a alternativa novamente. Quando for obtido um percentual menor que 30% retornaremos à explicação dos conceitos para então a realização dos exercícios.
RECURSOS DIDÁTICOS: Projetor; cartões para votação; modelos moleculares e espelho.

REFERÊNCIAS:

JURASTI, E.; STEFANI, H. **Introdução a Estereoquímica e à Análise Conformacional.** 1ª.ed. Porto Alegre: Bookman Companhia editora, 2012.

SOLOMONS, T. W. G; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** v.1, 10ª.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PLANO DE AULA 2

CONTÉUDO: Quiralidade de compostos orgânicos.
DURAÇÃO: 50 minutos.
OBJETIVOS: Diferenciar moléculas quirais e aquirais.
ORIENTAÇÃO DIDÁTICA:
A aula será iniciada relembrando a definição de quiralidade, utilizando um modelo molecular com bolas de isopor do carbono tetrasubstituído. A exposição teórica que acontecerá em aproximadamente 20 minutos, seguirá com a apresentação das moléculas quirais e aquirais, como exemplo serão utilizados os compostos metano, propan-2-ol, butan-2-ol e o ácido tartárico evidenciando as contribuições de Pasteur para os estudos da estereoquímica. Finalizada a exposição teórica dos conceitos será dado início a resolução das questões seguindo o método *peer instruction* na resolução desses, a etapa acontecerá em aproximadamente 20 minutos e almeja-se a resolução de 4 exercícios para a aula. Os 10 minutos restantes serão utilizados para explicar aos alunos a atividade 2 pertinente as aulas 3 e 4.
RECURSOS DIDÁTICOS: Projetor; cartões para votação; modelos moleculares com bolas de isopor.

REFERÊNCIAS:

JURASTI, E.; STEFANI, H. **Introdução a Estereoquímica e à Análise Conformacional.** 1ª.ed. Porto Alegre: Bookman Companhia editora, 2012.

SOLOMONS, T. W. G; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** v.1, 10ª.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PLANO DE AULA 3

CONTÉUDO: Quiralidade de compostos orgânicos.
DURAÇÃO: 50 minutos.
OBJETIVOS: Identificar carbono quiral; identificar em diferentes moléculas seus centros de quiralidade.
ORIENTAÇÃO DIDÁTICA:

Os alunos em um primeiro momento entregaram a atividade 2, pertinentes as aulas 3 e 4 da sequência didática com 48 horas de antecedência a aula 3.
A exposição dos conceitos acontecerá em aproximadamente 20 minutos e será iniciada relembrando aos alunos a definição de carbono quiral, para então definir o carbono assimétrico utilizando exemplos que serão projetados. Como exemplo, além dos já utilizados na aula anterior, serão utilizadas moléculas como a Carvona, Limoneno e a talidomida evidenciando aos discentes a aplicação dessas e a discussão de suas implicações para a talidomida. Os alunos ainda serão convidados a propor moléculas que possuam centros quirais. Finalizada a exposição teórica será iniciada a resolução dos exercícios seguindo o método *Peer instruction* em que os discentes votarão, com auxílio dos cartões para votação, as alternativas que julgam corretas. A etapa descrita acontecerá em aproximadamente 30 minutos e almeja-se que os alunos consigam realizar 5 questões no tempo previsto.

RECURSOS DIDÁTICOS: Projetor; cartões para votação.

REFERÊNCIAS:

JURASTI, E.; STEFANI, H. **Introdução a Estereoquímica e à Análise Conformacional.** 1ª.ed. Porto Alegre: Bookman Companhia editora, 2012.

SOLOMONS, T. W. G; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** v.1, 10ª.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PLANO DE AULA 4

CONTÉUDO: Isomeria plana.
DURAÇÃO: 50 minutos.
OBJETIVOS: Definir o conceito de isomeria; compreender a definição de isomeria de posição; Identificar isômeros de posição;
ORIENTAÇÃO DIDÁTICA:
Inicialmente será relembrado aos discentes o conceito de isomeria, aqueles que possuem a mesma fórmula molecular, solicitando exemplos de compostos isoméricos. Definido o conceito principal, será exposto o conceito de isomeria plana para a identificação de isômeros de posição utilizando as moléculas de butanol e butan-2-ol para mostrar a relação entre a posição da hidroxila na molécula. Será solicitado aos discentes sugestões de isômeros de posição. Finalizada a exposição teórica será iniciada a resolução dos exercícios seguindo o método *Peer instruction* em que os discentes votarão, com auxílio dos cartões para votação, as alternativas que julgam corretas. A etapa descrita acontecerá em

aproximadamente 20 minutos e almeja-se que os alunos consigam realizar 4 questões no tempo previsto. Os 10 minutos finais serão utilizados para explicar a atividade 3.

RECURSOS DIDÁTICOS: Projetor; cartões para votação.

REFERÊNCIAS:

JURASTI, E.; STEFANI, H. **Introdução a Estereoquímica e à Análise Conformacional.** 1ª.ed. Porto Alegre: Bookman Companhia editora, 2012.

SOLOMONS, T. W. G; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** v.1, 10ª.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PLANO DE AULA 5

CONTÉUDO: Isomeria plana.
DURAÇÃO: 50 minutos.
OBJETIVOS: Identificar isômeros de função; identificar isômeros de cadeia.
ORIENTAÇÃO DIDÁTICA:
Os alunos em um primeiro momento entregaram a atividade 3, pertinentes as aulas 5 e 6 da sequência didática com 48 horas de antecedência a aula 5.
A exposição dos conceitos que acontecerá em aproximadamente 20 minutos será iniciada com o conceito de isomeria de cadeia, utilizando como exemplo as moléculas de buteno, ciclobutano, butano, metilpropano relembrando a origem mineral dos compostos como também as aplicações na indústria do petróleo. Em seguida, será introduzido o conceito de isomeria de função utilizando de modelos moleculares construídos com bolas de isopor para mostrar a relação entre os isômeros butanol e etoxietano, butanal e butanona e ácido propanoico e etanoato de metila. Finalizada a exposição teórica será iniciada a resolução dos exercícios seguindo o método *Peer instruction* em que os discentes votarão, com auxílio dos cartões para votação, as alternativas que julgam corretas. A etapa descrita acontecerá em aproximadamente 30 minutos e almeja-se que os alunos consigam realizar 5 questões no tempo previsto.

RECURSOS DIDÁTICOS: Projetor; cartões para votação; modelos moleculares com bolas de isopor.

REFERÊNCIAS:

JURASTI, E.; STEFANI, H. **Introdução a Estereoquímica e à Análise Conformacional.** 1ª.ed. Porto Alegre: Bookman Companhia editora, 2012.

SOLOMONS, T. W. G; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** v.1, 10ª.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PLANO DE AULA 6

CONTÉUDO: Isomeria plana;
DURAÇÃO: 50 minutos.
OBJETIVOS: Identificar isômeros de compensação; Identificar isômeros de tautomeria.
ORIENTAÇÃO DIDÁTICA:
A exposição dos conceitos acontecerá em aproximadamente 20 minutos e será iniciada com a tautomeria. Partindo da definição será solicitado aos discentes para que discorram a diferença entre a isomeria de função e a tautomeria, almeja-se a discussão desta e os exemplos providos pelos alunos para dar continuidade aos conceitos de isomeria de compensação. Para auxiliar na explicação dos exemplos serão utilizados modelos moleculares construídos com bolas de isopor na construção do metoxipropano e etoxietano além da sugestão de cadeias com a função amina que será solicitada aos alunos para que os mesmos vislumbrem a posição do hetero-átomo na cadeia carbônica. Finalizada a exposição teórica será iniciada a resolução dos exercícios seguindo o método *Peer instruction* em que os discentes votarão, com auxílio dos cartões para votação, as alternativas que julgam corretas. A etapa descrita acontecerá em aproximadamente 30 minutos e deseja-se que os alunos consigam realizar 5 questões no tempo previsto.

RECURSOS DIDÁTICOS: Projetor; cartões para votação; modelos moleculares com bolas de isopor.

REFERÊNCIAS:

JURASTI, E.; STEFANI, H. **Introdução a Estereoquímica e à Análise Conformacional.** 1ª.ed. Porto Alegre: Bookman Companhia editora, 2012.

SOLOMONS, T. W. G; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** v.1, 10ª.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PLANO DE AULA 7

CONTÉUDO: Isomeria geométrica.
DURAÇÃO: 50 minutos.
OBJETIVOS: Identificar isômeros geométricos; Diferenciar isômeros cis e trans.
ORIENTAÇÃO DIDÁTICA:
A exposição dos conceitos acontecerá em aproximadamente 20 minutos e será iniciada com os conceitos de isômeros geométricos. Para dar continuidade a exposição será solicitado aos discentes exemplos de isômeros e em seguida apresentando as representações moleculares dos ácidos maleico e fumárico. Finalizada a exposição teórica será iniciada a resolução dos exercícios seguindo o método *Peer instruction* em que os discentes votarão, com auxílio dos cartões para votação, as alternativas que julgam corretas. A etapa descrita acontecerá em aproximadamente 30 minutos e deseja-se que os alunos consigam realizar 5 questões no tempo previsto.

RECURSOS DIDÁTICOS: Projetor; cartões para votação.

REFERÊNCIAS:

JURASTI, E.; STEFANI, H. **Introdução a Estereoquímica e à Análise Conformacional.** 1ª.ed. Porto Alegre: Bookman Companhia editora, 2012.

SOLOMONS, T. W. G; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** v.1, 10ª.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

PLANO DE AULA 8

CONTÉUDO: Isomeria optica.
DURAÇÃO: 50 minutos.
OBJETIVOS: Identificar isômeros opticos; Diferenciar enantiômeros e diastereoisômeros cis e trans.
ORIENTAÇÃO DIDÁTICA:
A exposição dos conceitos acontecerá em aproximadamente 20 minutos e será iniciada relembrando o conceito de quiralidade e a identificação de carbonos quirais para viabilizar a exposição dos conceitos dos isômeros opticos em seguida, será exposto aos discentes os conceitos de enantiômeros e diastereoisômeros utilizando como exemplos as

possíveis sugestões dos estudantes e estruturas moleculares já utilizadas em outras aulas. Finalizada a exposição teórica será iniciada a resolução dos exercícios seguindo o método *Peer instruction* em que os discentes votarão, com auxílio dos cartões para votação, as alternativas que julgam corretas. A etapa descrita acontecerá em aproximadamente 30 minutos e deseja-se que os alunos consigam realizar 5 questões no tempo previsto.

RECURSOS DIDÁTICOS: Projetor; cartões para votação.

REFERÊNCIAS:

JURASTI, E.; STEFANI, H. **Introdução a Estereoquímica e à Análise Conformacional.** 1ª.ed. Porto Alegre: Bookman Companhia editora, 2012.

SOLOMONS, T. W. G; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica.** v.1, 10ª.ed. Rio de Janeiro: LTC, 2012.

APÊNDICE 2 – ATIVIDADES DE LEITURA

ATIVIDADE 1

Prezado aluno,

Você deverá ler a reportagem de 28 de julho de 2013 da BBC Brasil intitulada “Talidomida continua a causar defeitos físicos em bebês no Brasil” e produzir um resumo.

TALIDOMIDA CONTINUA A CAUSAR DEFEITOS FÍSICOS EM BEBÊS NO BRASIL

Um estudo ao qual a BBC teve acesso exclusivo mostra que o uso da talidomida continua a causar defeitos físicos em bebês nascidos no Brasil.

A polêmica droga é distribuída na rede pública para tratar pessoas com hanseníase - doença antigamente chamada de lepra, causada pelo bacilo de Hansen, o *Mycobacterium leprae,* que ataca nervos periféricos e a pele.

Mas algumas mulheres, por desconhecerem seus riscos, têm tomado o medicamento no Brasil durante a gestação.

A talidomida foi introduzida, no final dos anos 1950, como um sedativo. A droga era dada às mulheres grávidas para combater os sintomas do enjoo matinal.

Mas o uso durante a gestação restringiu o crescimento dos membros dos bebês, que nasceram com má formação nas pernas e braços.

Em torno de 10 mil bebês nasceram com defeitos físicos em todo o mundo até que a droga fosse tirada de circulação em 1962.

Na maioria dos países, os bebês vítimas da talidomida se tornaram adultos, hoje com cerca de 50 anos de idade, e não houve mais novos casos registrados.

Mas no Brasil a droga foi reintroduzida em 1965 como tratamento das lesões da pele, uma das complicações da hanseníase.

Os casos de hanseníase no Brasil são mais recorrentes do que em qualquer outra parte do mundo, exceto a Índia. Mais de 30 mil casos são diagnosticados todos os anos - com milhões de pílulas de talidomida sendo distribuídas para tratar a doença.

Mas pesquisadores dizem que atualmente existem cem casos de crianças com defeitos físicos exatamente como os causados pela talidomida nos anos 1950.

"Uma tragédia está ocorrendo no Brasil... Esta é uma síndrome completamente evitável", afirma Lavinia Schuler-Faccini, professora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Mas as pessoas a favor do uso da talidomida para tratamento da hanseníase dizem que a droga é vital para estas pessoas. Eles acreditam que os benefícios ultrapassam os riscos.

A professora Lavinia Schuler-Faccini e outros pesquisadores da

UFRGS investigaram os registros de nascimento de 17,5 milhões de bebês entre 2005 e 2010.
"Nós investigamos todos os defeitos de membros que tinham características parecidas com os causados pela talidomida", afirma Schuler-Faccini.
"Nós comparamos a distribuição das pílulas de talidomida com o número de defeitos de membros, o que tinha uma correlação direta".
"Quanto maior o número de pílulas em cada Estado, maior o número de defeitos nos membros (dos bebês)", explica a pesquisadora.
No mesmo período de 2005-2010, cerca de 5,8 milhões de pílulas de talidomida foram distribuídas em todo o Brasil.
"Nós tivemos cerca de cem casos nestes seis anos similares ao da síndrome da talidomida", explica Fernanda Vianna, outra pesquisadora da UFRGS participante do estudo.
Para a pesquisadora, falta de educação para a saúde e o hábito generalizado de dividir medicamentos com outras pessoas contribuiem para o problema.
Isto é o que parece ter acontecido com Alan, criança que vive numa pequena cidade de uma área central do Brasil.
Tamanho é o tabu em torno de sua deficiência, que sua família pediu para não ser identificada.
Ele nasceu em 2005, sem braços e pernas. Suas mãos começam logo abaixo dos ombros, e os pés são ligados diretamente às coxas.
O menino sorri muito e parece adorar jogar no computador com seus irmãos.
Alan rola o próprio corpo para se movimentar pela casa e, quando precisa ir mais longe, é colocado numa cadeira de rodas.
Ele é bem cuidado pela família, e tem aulas individuais na escola, mas precisa viajar duas horas de ônibus a cada semana para a sua sessão de fisioterapia.
Sua mãe Gilvane tomou talidomida por acidente. O remédio foi prescrito a seu marido para tratar de uma hanseníase, mas as pílulas foram guardadas junto com outras.
"Eu tomei as pílulas quando eu estava passando mal, então fui até a caixa de remédios e tomei. Eu já havia tomado remédios como paracetamol, para fazer com que eu me sentisse melhor, sem saber que eu estava grávida".
"O pai dele disse que o médico não o alertou de que mulheres não poderiam tomar o remédio. Ele disse que não falaram nada sobre isso a ele".

REGULAMENTAÇÃO

No Brasil, há uma regulamentação bastante restrita para o uso da talidomida. Ela pode ser prescrita apenas para mulheres que estiverem utilizando duas formas de contraceptivo e concordarem em fazer testes regulares de gravidez.
Existem alertas bem claros nas embalagens do remédio, como uma imagem de um bebê nascido com deficiências.
Mas a hanseníase é uma doença das populações mais pobres, em áreas em que o cuidado com a saúde é ruim e a educação é inadequada.

DEFENSORES

Muitos pessoas no Brasil acreditam que o medicamento deve continuar a ser utilzado.
"Atualmente, existe um mito sobre a talidomida", afirma Mariana Jankunas, coordenadora de produção da Funed (Fundação Ezequiel Dias), instituição

governamental que mantém uma fábrica de medicamentos genéricos.
"Eu acho que com informação e publicidade sobre os benefícios que a talidomida traz aos pacientes este mito pode ser vencido, porque os benefícios ultrapassam os riscos", defende Jankunas.
"Essa é a melhor droga", afirma Francisco Reis, da clínica de hanseníase do hospital Curupaiti, perto do Rio de Janeiro.
Quando confrontado sobre o fato de que muitas pessoas ficariam chocadas com seu comentário, ele responde: "você tem os fantasmas da talidomida dos anos 1950, mas você deveria se esquecer desses fantasmas".
Ele apresenta uma de suas pacientes, Tainah, que mostra como a medicação reduziu as lesões da hanseníase nos seus braços.
"Eu sei que eu preciso desse remédio", diz a garota.
Ela disse que entende que se não tomar pílulas contra a gravidez, ela poderia engravidar e dar à luz a uma criança com defeito físico.
CAUSAS

O Brasil é um país de enorme desigualdade social, onde cerca de 20% da população está abaixo da linha da pobreza - de acordo com a ONU, pessoas que vivem com menos de 1 US$ por dia.
Moradias super habitadas, e falta de programas de saúde pública são comuns em áreas rurais e favelas urbanas - locais onde o índice de hanseníase é alto.
Onde a hanseníase é mais comum, a talidomida continuará a ser prescrita e o risco de bebês nascerem com defeitos físicos continuará.
Artur Custodio, do Morhan (Movimento de Reintegração das Pessoas Atigindas pela Hanseníase), reconhece que a talidomida é perigosa, mas afirma que carros causam mais acidentes com vítimas que se tornam deficientes físicos no Brasil do que o medicamento.
"Nós não falamos sobre banir o uso de carros, nos dizemos que deveríamos ensinar as pessoas a dirigir com responsabilidade", afirma.
"É a mesma coisa para a talidomida".

BBC BRASIL. Talidomida continua a causar defeitos físicos em bebês no Brasil. Disponível em: < https://www.bbc.com/portuguese/videos_e_fotos/2013/07/130725_brasil_talidomida_gm> Acesso em: 03 maio 2019.

Para auxiliar a produção do seu resumo você poderá utilizar o seguinte roteiro e pesquisar em livros e internet. Não esqueça de incluir ao final as referências utilizadas.

1) Considere um espelho. Quando os objetos são colocados em sua frente, sua imagem refletida é igual ou não? Justifique dando exemplos.
2) Agora suponha que você coloque uma de suas mãos com a palma para cima. Se você colocá-la assim, na frente de um espelho, será formada uma imagem igual a esta mão ou igual à mão oposta?

3) Existe alguma forma de fazer suas mãos se tornarem iguais, isto é, confundir uma com a outra?
4) Quando um objeto é colocado em frente ao espelho e sua imagem é exatamente igual (uma bola de ping-pong, por exemplo), chamamos essa imagem de sobreponível ou não-sobreponível?
5) E quando objeto e imagem são exatamente opostos, como podemos chamá-los?
6) Agora suponha que um átomo de carbono seja nosso objeto. Se ele fizer as quatro ligações com hidrogênios, como ficaria sua imagem no espelho?
7) Esta imagem poderia ser sobreposta ao objeto?
8) Agora suponha que um dos átomos de hidrogênio seja substituído com um átomo de cloro, como ficaria sua imagem no espelho? Ela é sobreponível?
9) Se substituirmos outro hidrogênio por um Bromo, qual será a imagem formada? Ela é sobreponível?
10) Com 4 substituintes distintos (Cloro, Bromo, Flúor e Iodo) o que você pode inferir sobre a imagem?
11) Como é chamado o fenômeno e que área da química o estuda?
12) Quando possuímos uma molécula que tem sua imagem sobreponível como podemos chama-la?

13) E quando sua imagem não é sobreponível?

14) De que forma você consegue relacionar as informações do texto acima com esse conceito químico?

ATIVIDADE 2

Prezado aluno,

Você deverá ler o artigo “Os isômeros do aspartame e suas propriedades adoçantes” e produzir um resumo.

Os isômeros do aspartame e suas propriedades adoçantes

No estudo de isomeria óptica nos deparamos com diversas substâncias enantioméricas. Esses enantiômeros são substâncias com mesma fórmula molecular, mas seus átomos ocupam arranjos espaciais de modo que suas estruturas sejam exatamente a imagem especular uma da outra e não sejam sobreponíveis.
Um exemplo de substância enantiomérica muito usada na indústria química é o aspartame ($C_{14}H_{18}N_2O_5$).
Esse composto é 180 vezes mais doce que a sacarose (açúcar), por isso ele é usado em adoçantes artificiais, sendo que uma menor quantidade dele deve ser adicionada ao alimento para obter o mesmo sabor doce que é obtido com uma maior quantidade de açúcar. Ele é largamente usado como adoçante no Brasil e no mundo porque, além de ser muito doce, fornecendo ao organismo 4 g/cal, não apresenta sabor desagradável.
O aspartame foi descoberto em 1965 e sua estrutura apresenta dois átomos de carbono como centros assimétricos, podendo, portanto, possuir 4 enantiômeros. A figura abaixo nos mostra que a forma (S,S) – aspartame é a forma enantiomérica que possui sabor adocicado, enquanto que a forma (R,R)-aspartame, que é seu isômero óptico, tem sabor amargo.
No entanto, o uso de adoçantes à base de aspartame apresenta uma preocupação para pessoas que possuem fenilcetonúria, que é uma alteração metabólica, na qual a pessoa não possui no organismo a enzima fenilalanina hidroxilase. O uso desses adoçantes não é aconselhado para essas pessoas porque o aspartame sofre hidrólise no organismo, produzindo o ácido aspártico, o metanol e a fenilalanina. Essa última é transformada pela fenilalanina hidroxilase e, como elas não possuem essa enzima, a fenilalanina irá se acumular no organismo, provocando danos ao sistema nervoso.

FOGAÇA, Jennifer Rocha Vargas. "Os isômeros do aspartame e suas propriedades adoçantes"; *Brasil Escola*. Disponível em <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/os-isomeros-aspartame-suas-propriedades-adocantes.htm>. Acesso em 27 de maio de 2019.

Para auxiliar a produção do seu resumo você poderá utilizar o seguinte roteiro e pesquisar em livros e internet. Não esqueça de incluir ao final as referências utilizadas.

a) O que define se uma molécula é quiral ou aquiral?
b) Como podemos identificar esse carbono assimétrico?

c) Todas moléculas possuem carbonos assimétricos?
d) Represente estruturas moleculares que possuem centros de quiralidade.
e) O aspartame possui centro de quiralidade?
f) Caso possua, represente a estrutura indicando-o.
g) O que influencia em suas aplicações a existência de um centro de quiralidade?
h) Qual é a fórmula molecular do aspartame?
i) Você conseguiria representar um composto diferente, porém com o mesmo número de carbonos, hidrogênios, oxigênios e nitrogênios do aspartame?
j) Existem estruturas moleculares diferentes que possuem a mesma fórmula molecular? Cite exemplos.
k) Qual é a formula molecular do buteno? Represente sua estrutura molecular.
l) Qual é a formula molecular do 2-buteno? Represente sua estrutura molecular.
m) Os compostos representados são iguais? Possuem as mesmas propriedades?
n) Como podemos definir a semelhança da formula molecular com a estrutura diferente?
o) Que tipo de isomeria podemos observar entre os compostos acima citados?
p) Qual é a semelhança que podemos inferir entre os compostos?
q) A isomeria em questão diz respeito apenas a instauração da molécula?
r) Se inseri tirarmos a instauração das moléculas e adicionarmos uma hidroxila em ambas como ficaria sua estrutura molecular?
s) Como seria a nomenclatura dessas novas moléculas?
t) Elas são isômeros?
u) Qual é o tipo de isomeria observada?

ATIVIDADE 3

Prezado aluno,

Você deverá ler o artigo “Petróleo” e produzir um resumo.

PETRÓLEO

O petróleo é uma matéria orgânica formada há milhões de anos. Sua origem é a partir de seres vegetais e animais marinhos que foram soterrados por rochas sedimentares (rochas porosas formadas por calcário e areia).

Com a ação do calor, da pressão, dos microrganismos e do tempo, esta matéria orgânica se transformou em petróleo.

A palavra petróleo vem do latim *petra*, que significa pedra e *oleum*, que significa óleo. O petróleo é um líquido oleoso, denso, de cor geralmente escura .

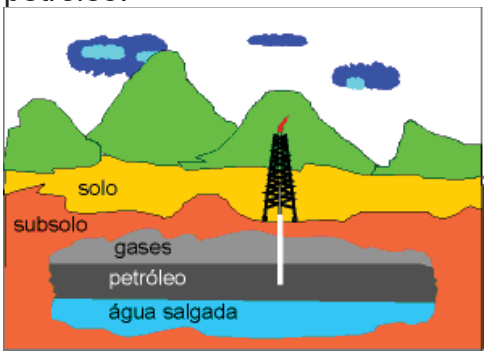
Pode ser encontrado no fundo do mar, mas também é encontrado em terra firme. É mais comum encontrarmos petróleo sobre água salgada, por isso a sua origem marinha, e embaixo de uma camada com gases, como o metano (CH_4), etano (C_2H_6), e outros, em altas pressões.

A descoberta dos poços de petróleo são feitas de várias maneiras. A mais comum é feita com a detonação de cargas explosivas no solo e com a medição das ondas de choque refletidas nas várias camadas do subsolo. A partir do estudo destas ondas, é possível indicar o local provavél de se encontrar petróleo.

Após encontrar petróleo, é preciso fazer a extração. Ela é feita através das plataformas petrolíferas. A extração do petróleo do mar é uma das tarefas mais difíceis.

Plataforma petrolífera em alto mar

Veja o esquema da extração do petróleo:

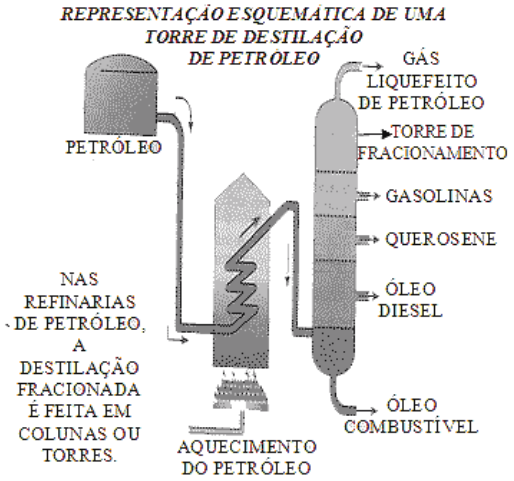


Fonte: http://www.cdb.br/prof/arquivos/79472_20080429052718.gif

O petróleo extraídos dos poços é enviado por bombeamento para os depósitos mais próximos. Fica em repouso para decantar a água salgada, argila e algumas impurezas existentes.

Uma das piores impurezas do petróleo é o enxofre (S). Em seguida, é bombeado para tanques de armazenamento e enviado por oleodutos, que são tubulações especias para o petróleo, para a refinaria.

A refinaria é o local onde acontece a purificação e separação dos componentes do petróleo. É trasformado em uma série de derivados através de diversos métodos.



Fonte: supletivounicanto.com.br/modulos/quimica/moduloqui1.htm

Um dos processos realizados é a destilação fracionada. É realizada em grandes colunas de destilação. Cada fração do petróleo apresenta uma mistura de várias moléculas que, de acordo com o seu tamanho, vão ocupando a coluna de destilação. As frações mais leves ficam na parte de cima da torre, como por exemplo, os gases metano e etano.

Veja como se distribuem as frações do petróleo em uma coluna de destilação:

COMPOSIÇÃO	P.E. (°C)	UTILIDADES
1 a 4 C – Gás de Petróleo	menos de 20	Gás de cozinha Clorofórmio Etanol Acetona Plásticos
5 a 6 C - Éter	20 a 60	Solvente de tinta Anilina Náilon Orlon
6 a 7 C - Nafta	20 a 100	Tecido de fibra sintética Fenol Hidroquinona Ciclohexano Nitrobenzeno
5 a 10 C - Gasolina	40 a 200	Combustível de motores
11 a 18 C - Querosene	175 a 275	Combustível de aviões
15 a 18 C – Óleo Diesel	275 a 400	Combustível de trator, trem, ônibus, caminhão, óleo diesel
Acima de 17 C – Graxa e Óleo Lubrificante	acima de 350	Lubrificante de peças e máquinas
Acima de 30 C – Asfalto (piche)	acima de 400	Pavimentação de ruas, estradas, parafinas e vaselinas

"Petróleo" em *SóQ*. *Virtuous Tecnologia da Informação*, 2008-2019. Disponível em: < *http://www.soq.com.br/conteudos/em/funcoesorganicas/p3.php> Acesso em:* 08 de jul de 2019.

Para auxiliar a produção do seu resumo você poderá utilizar o seguinte roteiro e pesquisar em livros e internet. Não esqueça de incluir ao final as referências utilizadas.

a) Do que é constituído o petróleo?
b) Como acontece a formação do petróleo?
c) Existem compostos isoméricos no petróleo? Se sim, cite exemplos.
d) Indique a estruturas dos compostos isoméricos do item anterior.
e) Qual é a fórmula molecular do butano? Represente sua estrutura molecular.
f) Qual é a fórmula molecular do metilpropano? Represente sua estrutura molecular.
g) Os compostos acima representados são iguais?
h) Quais são as aplicações desses compostos?
i) A isomeria acima citada é de função?
j) Qual é isomeria dos compostos acima?
k) O butano e o isobutano possuem a mesma função orgânica?

l) A isomeria acima é válida para compostos que possuem mesma fórmula molecular, mas função química diferente?
m) Qual é a formula molecular do ácido propanoico? Represente sua estrutura molecular.
n) Qual é a formula molecular do etanoato de metila? Represente sua estrutura molecular.
o) Os compostos representados são iguais? Possuem as mesmas propriedades?
p) Como podemos definir a semelhança da formula molecular com a estrutura diferente?
q) O ácido propanoico e o etanoato de metila são de diferentes funções orgânicas, quais são essas?
r) Como podemos chamar o fenômeno em que os compostos diferem suas funções e estruturas mas possuem a mesma formula molecular? Cite exemplos.

ATIVIDADE 4

Prezado aluno, você deverá ler o artigo “Ácido málico, ácido tartárico e ácido fumárico” e produzir um resumo.

Antes de falarmos sobre cada ácido em particular, é preciso deixar claro que os três (málico, tartárico e fumárico) estão presentes em alimentos de forma artificial e natural.

Ácido málico

A reação que permite a produção artificial de ácido málico é obtida através do aquecimento de anidrido maleico, com corrente sob pressão.
A forma natural do ácido pode ser encontrada até mesmo em nosso sangue (presente na proporção de 5 ppm).
A indústria alimentícia utiliza ácido málico na composição de geleias, marmeladas e bebidas de frutas. Neste último caso, o ácido confere sabor acre (azedo) às bebidas, podendo ser usado também para compor sobremesas, como sorvete, por exemplo.

Ácido tartárico

O ácido tartárico é um ácido natural, podendo também ser produzido a partir da reação de anidrido maleico com peróxido de hidrogênio. O anidrido maleico confere a este ácido um sabor amargo.
Na forma natural, é encontrado em sedimentos de vinhos. É utilizado pela indústria de alimentos na produção de fermentos. Neste caso, o ácido tartárico aparece como sal de potássio.

Ácido fumárico

O ácido fumárico é essencial na respiração de tecidos de plantas e animais. Na indústria de alimentos é empregado como agente flavorizante para dar sabor a sobremesas e proporcionar ação antioxidante.
Apesar de ser encontrado naturalmente em plantas, o ácido fumárico é obtido de forma artificial para uma maior demanda no mercado. Pode ser obtido a partir da glicose pela ação de fungos.

SOUZA, Líria Alves. "Ácido málico, ácido tartárico e ácido fumárico "; *Mundo educação*. Disponível em < https://mundoeducacao.bol.uol.com.br/quimica/acido-malico-acido-tartarico-acido-fumarico.htm>. Acesso em 20 de maio de 2019.

Para auxiliar a produção do seu resumo você poderá utilizar o seguinte roteiro e pesquisar em livros e internet. Não esqueça de incluir ao final as referências utilizadas.

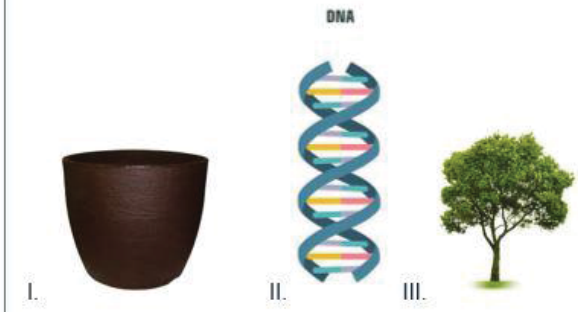
a) Indique a estrutura molécula e a fórmula molecular dos ácidos citados no texto.
b) Existe alguma relação entre os ácidos? São isômeros?
c) Os ácidos possuem carbono quiral?
d) Se sim, indique na molécula o carbono quiral.
e) A existência de um carbono quiral pode inferir em alguma propriedade da molécula?
f) Eles apresentam que tipo de isomeria?
g) É possível determinar mais de uma molécula para os ácidos? Pense em moléculas no plano tridimensional.
h) Defina a isomeria geométrica e relacione ao menos um dos ácidos citados.

APÊNDICE 3 – QUESTÕES UTILIZADAS EM AULA

Questões utilizadas na Aula 1

Questão 1.

Considere os seguintes objetos:

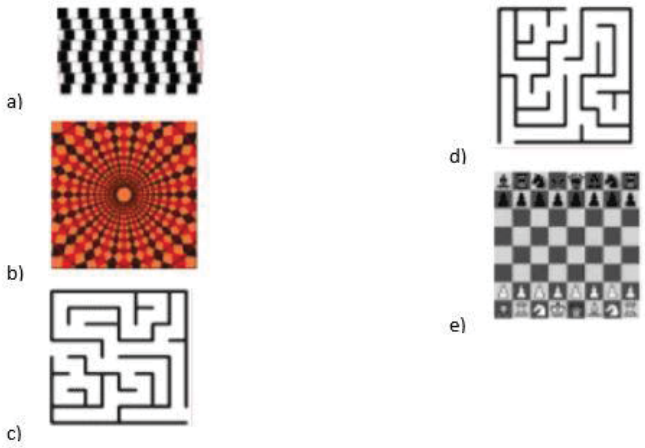


Pode-se afirmar que:
a) O DNA é aquiral.
b) A arvore é aquiral.
c) O vaso é quiral.
d) O vaso e o DNA são considerados quirais.
e) A arvore e o DNA são quirais.

Fonte: o Autor, 2019.

Questão 2.

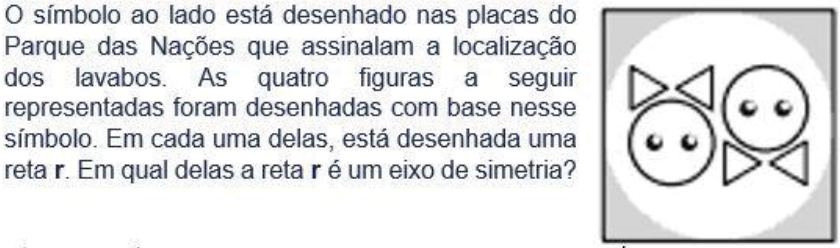
(ENEM-2009) Simetrias são encontradas, frequentemente, em nosso dia-a-dia. Elas estão nas asas de uma borboleta, nas pétalas de uma flor ou em uma concha do mar. Em linguagem informal, uma figura no plano é simétrica quando for possível dobrá-la em duas partes, de modo que essas partes coincidam completamente. De acordo com a descrição acima, qual das figuras a seguir é simétrica?



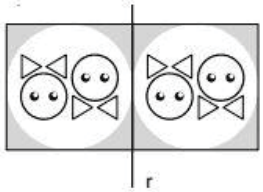
Fonte: ENEM, 2009.

Questão 3.

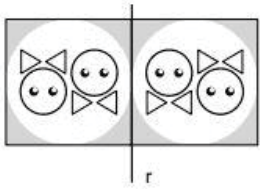
O símbolo ao lado está desenhado nas placas do Parque das Nações que assinalam a localização dos lavabos. As quatro figuras a seguir representadas foram desenhadas com base nesse símbolo. Em cada uma delas, está desenhada uma reta **r**. Em qual delas a reta **r** é um eixo de simetria?



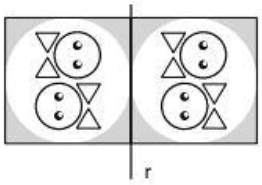
a)



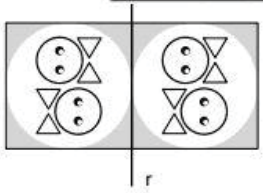
b)



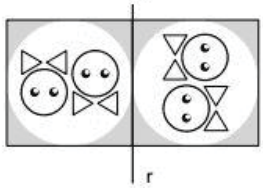
c)



d)



e)

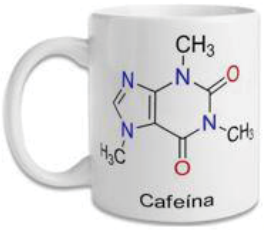


Fonte: Exame Nacional da Matemática, 2012.

Questão 4.

Dos objetos abaixo, pode ser considerado aquiral?

a)



b)

c)

d)

e)

Fonte: o Autor, 2019.

Questões utilizadas na Aula 2.

Questão 1.

Dos compostos representados abaixo, determine quais deles é uma molécula quiral:

I - 3-cloropentano
II - 2-bromobutano
III - 3-metil-hexano
IV - 2-metilpropano
V - 2-cloropentano

a) II, III e V.

b) I, II e III.

c) I, II, IV.

d) somente a V.

e) Somente a II.

Fonte: Plataforma Brasil escola.

Questão 2.

(PUC-MG) O composto abaixo que se apresenta como molécula quiral é:

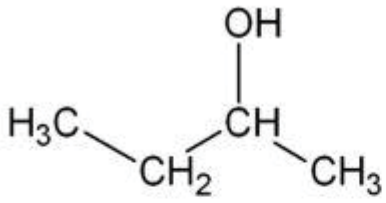
a)$CH_3COCOOH$
b)CH_3OCH_2COOH
c)$HOCH_2COOH$
d)$CH_3CHOHCOOH$
e)$CHOCOOH$

Fonte: PUCMG, 2011.

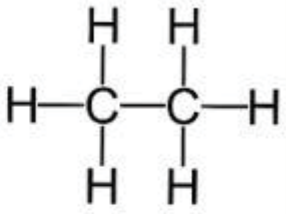
Questão 3.

Considere as seguintes moléculas.

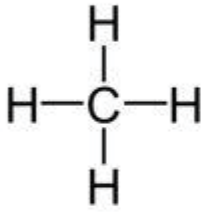
I.



II.



III.



Das seguintes afirmações, indique a correta.

a) O butan-2-ol é uma molécula aquiral.

b) O metano é uma molécula aquiral.

c) O etano e o metano são moléculas quirais.

d) O metano e o butan-2-ol quirais.

e) Todas as moléculas são aquirais.

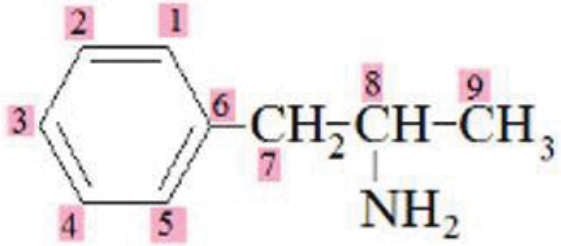
Fonte: Plataforma Mundo educação.

Questões utilizadas na Aula 3.

Questão 1.

(Unifor – CE) A molécula de anfetamina apresenta isomeria óptica, possuindo, portanto, um carbono com quatro diferentes substituintes. Na anfetamina, esse átomo de carbono está representado pelo:

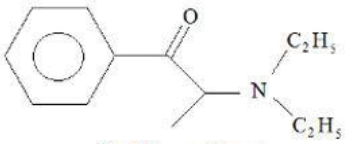
a) C_1
b) C_6
c) C_7
d) C_8
e) C_9



Fonte: Processo seletivo Unifor.

Questão 2.

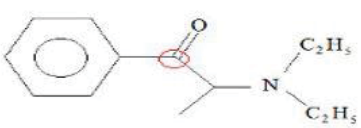
A dietilpropiona mostrada abaixo é uma das substâncias presentes em drogas psicoestimulantes:



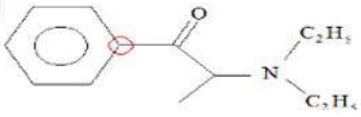
dietilpropiona

Assinale a alternativa em que está circulado o átomo de carbono quiral da dietilpropiona:

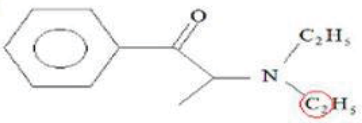
a)



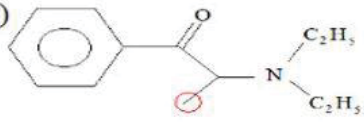
b)



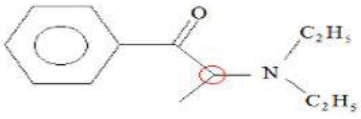
c)



d)



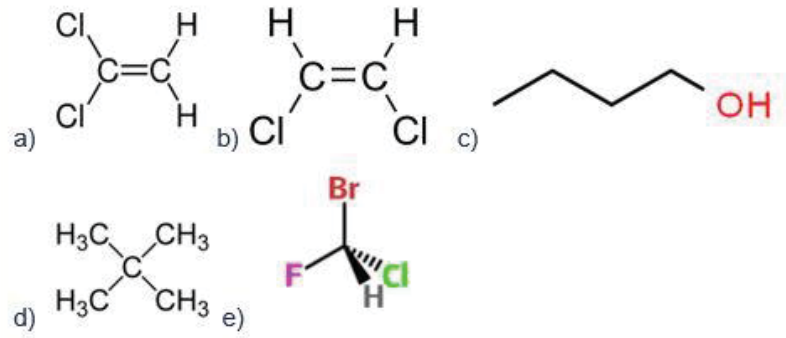
e)



Fonte: Plataforma Brasil escola.

Questão 4.

(ITA-Adaptada) Qual das substâncias a seguir pode ter isômeros ópticos, ou seja, contém carbono quiral?



Fonte: Processo seletivo ITA.

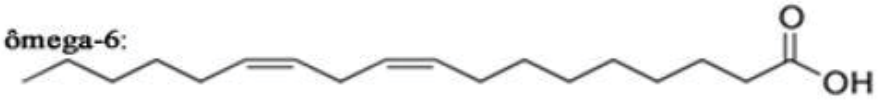
Questões utilizadas na Aula 4.

Questão 1.

Os ácidos graxos ômega-3 (ácido linolenílico ou ácido cis-9-cis-12-cis-15-octadecadienoico) e ômega-6 (ácido linoleico ou ácido cis-9-cis-12-octadecadienoico), presentes em peixes gordurosos, como o salmão, atum e sardinha, e óleos vegetais, como o de nozes, de avelã e de amêndoas, são essenciais para o organismo humano. Esses dois compostos são isômeros entre si. Suas fórmulas estão representadas abaixo:

ômega-3:

ômega-6:

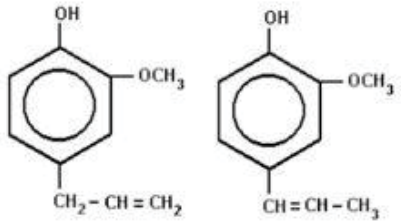


O ômega-3 e o ômega-6 apresentam que tipo de isomeria plana?
a) De função.
b) De cadeia.
c) De posição.
d) Metameria.
e) sem isomeria.

Fonte: Plataforma Mundo educação.

Questão 2.

(Unaerp-SP) O eugenol é um óleo essencial extraído do cravo-da-índia que tem propriedades anestésicas. O iso-eugenol é outro óleo essencial extraído da noz-moscada. Dadas as estruturas dos dois óleos, pode-se dizer que:



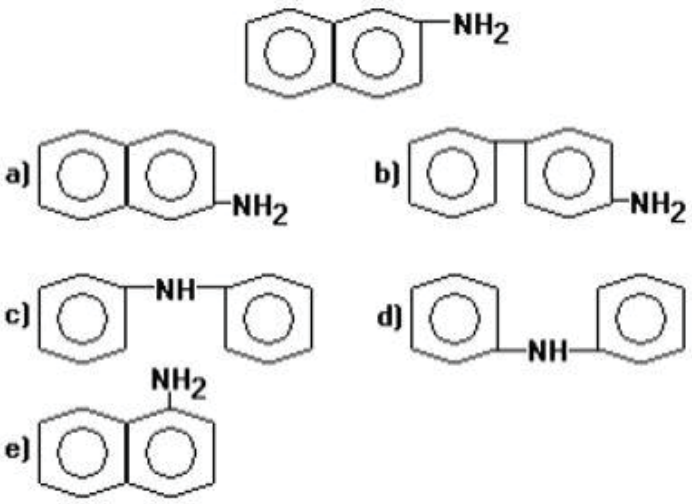
EUGENOL ISO - EUGENOL

a) são isômeros funcionais.
b) são isômeros de cadeia.
c) não são isômeros.
d) são isômeros de posição.
e) são formas tautoméricas

Fonte: Unesp, 2010.

Questão 3.

(Unirio) A - naftilamina, cuja fórmula estrutural é apresentada a seguir, é uma substância cancerígena que atua na bexiga humana. O contato com esse tipo de substância é frequente em pessoas que lidam com certos ramos da indústria química. Assinale a opção que apresenta o isômero plano de posição dessa substância.



Fonte: Processo seletivo Unirio.

Questão 4.

(CESGRANRIO) Dois alcenos de fórmula molecular C_5H_{10} sofrem reações de hidratação em meio ácido. Os produtos principais gerados, respectivamente, são: 3 - metil - 2 - butanol e 2 - metil - 2 - butanol. O tipo de isomeria existente entre os alcenos reagentes e o tipo de isomeria encontrado entre os produtos acima citados são, respectivamente:

a) cadeia e posição.

b) cadeia e cadeia.

c) cadeia e função.

d) posição e posição.

e) função e posição

Fonte: Processo seletivo Cesgranrio.

Questão 5.

(Unesp) Considerando-se a posição dos grupos – CH_3 no anel aromático, o dimetilbenzeno possui

a) 10 isômeros.

b) 6 isômeros.

c) 5 isômeros.

d) 3 isômeros.

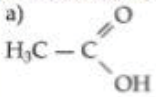
e) 2 isômeros.

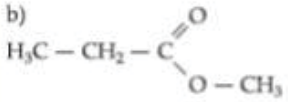
Fonte: Unesp, 2000.

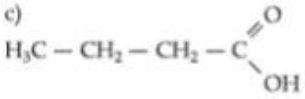
Questões utilizadas na Aula 5.

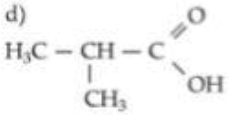
Questão 1.

(Mackenzie-SP) O etanoato de etila, que tem odor e sabor de maçã, pode ser obtido pela reação entre ácido etanóico e etanol. A fórmula estrutural plana do isômero de função do etanoato de etila, que apresenta cadeia carbônica ramificada, é:

a) 

b) 

c) 

d) 

e) $H_3C - CH_2 - CH_2 - CH_2 - OH$

Fonte: Processo seletivo Mackenzie.

Questão 3.

(UFRRJ) O butanoato de etila é um líquido incolor, empregado como essência artificial em algumas frutas, como, por exemplo, o abacaxi e a banana, sendo isômero do ácido hexanoico. O tipo de isomeria plana presente entre o butanoato de etila e o ácido hexanoico é de

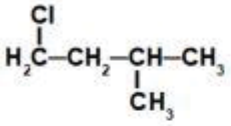
a) Cadeia.
b) Posição
c) Função
d) Metameria
e) Tautomeria

Fonte: Processo seletivo UFRRJ.

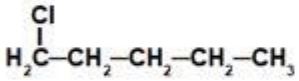
Questão 4.

Dadas as fórmulas estruturais dos compostos a seguir:

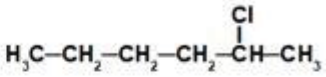
I- 1-cloro-3-metil-butano



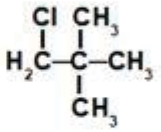
II- 1-cloro-pentano



III- 2-cloro-hexano



IV-1-cloro-2,2-dimetil-propano



Podemos afirmar que são isômeros de cadeia as estruturas representadas por:

a) I, II e III

b) I e II

c) II e III

d) I, II e IV

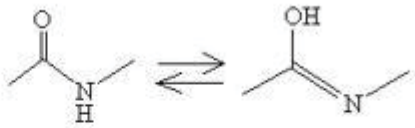
e) II, III e IV

Fonte: Plataforma Estuda.com.

Questões utilizadas na Aula 6.

Questão 1.

O equilíbrio abaixo representado ocorre entre as formas amida e imida ácida, respectivamente:

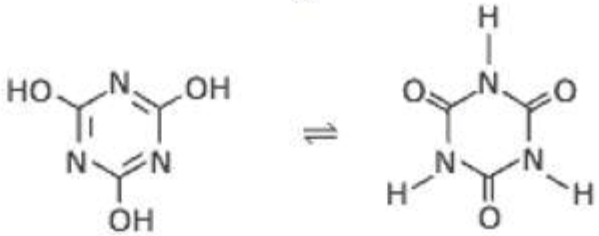


Que tipo de isomeria é observado?
a) Isomeria de cadeia
b) Isomeria de função
c) Tautomeria
d) Metameria
e) Isomeria de posição

Fonte: Plataforma Brasil escola.

Questão 2.

(UERJ) O ácido cianúrico é um agente estabilizante do cloro usado como desinfetante no tratamento da água. Esse ácido pode ser representado pelas duas fórmulas estruturais a seguir:



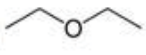
Em relação à isomeria, essas duas estruturas representam compostos classificados como:
a) oligômeros.
b) tautômeros.
c) estereoisômeros.
d) diastereoisômeros.

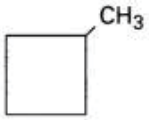
Fonte: Processo seletivo UERJ.

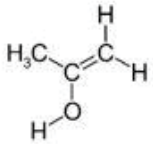
Questão 3.

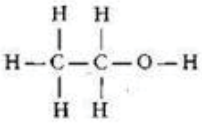
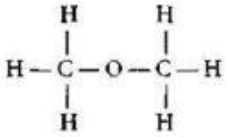
(Univali-SC) Tautomeria é um caso particular de isomeria de função no qual dois isômeros coexistem em equilíbrio.

A alternativa que contém o par que exemplifica o exposto acima é:

a)  e $H_3C—O—CH_2—CH_2—CH_3$

b) e 

c) e 

d)  e 

Fonte: Processo seletivo Univali. Adaptada.

Questões utilizadas na Aula 7.

Questão 1.

Qual dos compostos abaixo apresenta isomeria geométrica cis-trans?

a) pent-2-eno

b) pent-1-eno

c) ciclobutano

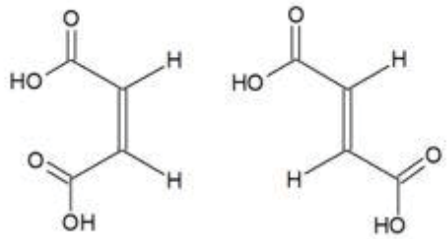
d) 1,2-dimetilciclobutano

e) pentano

Fonte:

Questão 2.

(FESP) Dadas as estruturas dos ácidos maleico e fumárico, respectivamente, a que tipo de isomeria pertencem?

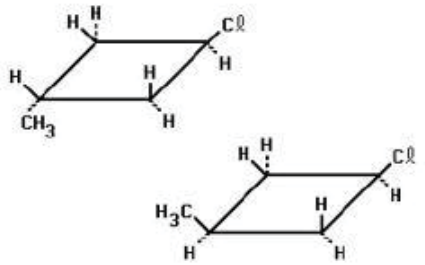


a) Isomeria de compensação ou metameria
b) Isomeria óptica
c) Isomeria geométrica
d) Tautomeria
e) Isomeria funcional

Fonte: Processo seletivo FESP.

Questão 3.

(Uece) Observe atentamente as estruturas:



São isômeros:

a) por metameria

b) geométricos

c) funcionais

d) por tautomeria

Fonte: Processo seletivo UECE.

Questões utilizadas na Aula 8.

Questão 2.

Qual é o número de estereoisômeros opticamente ativos que o ácido 2,3,4-tricloropentanoico apresenta?

a) 1

b) 2

c) 4

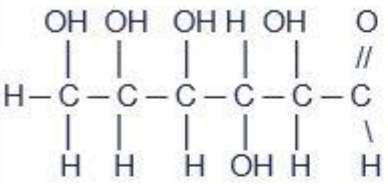
d) 6

e) 8

Fonte: Plataforma Brasil escola.

Questão 3.

A glicose dextrogira (dextrose) é um alimento nutritivo e uma importante fonte de energia para o organismo. Já a glicose levogira não pode ser considerada um alimento, pois não é assimilada pelo organismo. Observe a fórmula estrutural da molécula de glicose esquematizada abaixo:



Assinale a alternativa que indica as seguintes informações, respectivamente, a respeito dessa molécula:

I - quantos carbonos assimétricos ela possui;

II - quantos isômeros dextrogiros e levogiros ela possui;

III - quantas misturas racêmicas é possível obter.

a) 1 carbono assimétrico, 2 enantiômeros (1 dextrogiro e 1 levogiro) e 1 mistura racêmica.

b) 2 carbonos assimétricos, 2 enantiômeros (1 dextrogiro e 1 levogiro) e 1 mistura racêmica.

c) 2 carbonos assimétricos, 4 enantiômeros (2 dextrogiros e 2 levogiros) e 2 misturas racêmicas.

d) 3 carbonos assimétricos, 8 enantiômeros (4 dextrogiros e 4 levogiros) e 4 misturas racêmicas.

e) 4 carbonos assimétricos, 16 enantiômeros (8 dextrogiros e 8 levogiros) e 8 misturas racêmicas.

Fonte: Plataforma Estuda.com

Questão 4.

(PUC-MG) O composto HOOC — CH(Cl) — CH(Cl) — COOH

Apresenta isômeros opticamente ativos em número de:

a) 2

b) 4

c) 6

d) 8

e) 10

Fonte: Processo seletivo PUC-MG.