

4 METODOLOGIA

Este trabalho envolveu a participação de 21 alunos do 2º Ano noturno do curso de Química de uma Escola Técnica Estadual, localizada na Fazenda Baixada, S/N – zona rural do município de Igarapava/SP. A Escola Técnica Estadual funciona nos turnos matutino, vespertino e noturno e atende, em média, 500 alunos do Ensino Médio, provenientes tanto da zona urbana quanto rural. A Escola possui três (03) laboratórios de informática, contendo 20 computadores cada, totalizando 60 máquinas em bom estado de funcionamento e todos com acesso à *internet*. A Escola também possui uma área externa destinada ao cultivo de cana de açúcar e às atividades práticas agropecuárias de plasticultura, horticultura, suinocultura, avicultura, além de um pequeno rebanho de gado leiteiro.

O conteúdo de isomeria (constitucional, geométrica e óptica), utilizando-se da abordagem pedagógica fundamentada no Ensino Híbrido, foi avaliada neste trabalho de pesquisa. Os aplicativos *WhatsApp* e *Edpuzzle* foram empregados como ferramentas didáticas digitais de suporte às atividades complementares ao ensino presencial.

Buscando-se conhecer o perfil dos alunos participantes da pesquisa e do uso das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação/TDIC nos estudos escolares, foi aplicado o Questionário A (APÊNDICE A). Esse questionário contemplou os seguintes aspectos relacionados aos alunos: i) faixa etária; ii) acesso à dispositivos eletrônicos e *internet* em suas residências; iii) uso de *WhatsApp* como aplicativo de informação e comunicação; iv) busca por conteúdos e atividades escolares na *internet*; v) disponibilidade de deslocamento para desenvolver atividades no formato *on-line* no laboratório de informática da Escola, no caso do aluno não possuir celular com *WhatsApp* e nem *internet* residencial.

Ações intervencionistas foram necessárias durante o processo de ensino de isomeria dos compostos orgânicos. Apoiado na ideia de Gil (2010), as ações intervencionistas consideram uma participação real do pesquisador intermediando a pesquisa, podendo assumir, até certo ponto, o papel de membro do grupo.

Antes do desenvolvimento da pesquisa, o projeto elaborado foi submetido à análise pelo Comitê de Ética e Pesquisa/CEP da Universidade Federal do Triângulo Mineiro/UFTM. O embasamento teórico deste trabalho de pesquisa foi realizado por meio da revisão de livros e estudos de artigos científicos.

4.1 Atividades desenvolvidas na pesquisa

Visando contribuir para a melhoria do processo de ensino do conteúdo de isomeria por meio da modalidade híbrida, foram planejadas diferentes atividades intencionais que estão descritas no Quadro 1.

Quadro 1 - Sequência didática proposta e desenvolvida na pesquisa.

Sequência Didática
<p><u>ATIVIDADE 01</u></p> <p>Descrição:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Submissão do projeto de pesquisa ao Comitê de Ética em Pesquisa/CEP da UFTM, para análise e parecer em relação aos aspectos éticos em defesa da integridade e dignidade dos voluntários participantes da pesquisa. ➤ Obtenção do termo de anuência da Escola Técnica Estadual, localizada na cidade de Igarapava (SP), para o desenvolvimento da pesquisa a ser aplicada aos alunos do 2º Ano do Curso Técnico em Química (ANEXO A). <p>Finalidade: Informar, prestar esclarecimentos e buscar a anuência da Direção da Escola Técnica Estadual, para o desenvolvimento do projeto de pesquisa.</p>
<p><u>ATIVIDADE 02</u></p> <p>Descrição:</p> <ul style="list-style-type: none"> ➤ Apresentação do projeto de pesquisa aos alunos participantes e encaminhamento do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), Termo de Assentimento Livre Esclarecido (TALE) bem como do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido ao Responsável Legal (TCLE-RL), sendo esse último direcionado aos responsáveis legais dos alunos. ➤ Apresentação e cadastro dos alunos em grupos denominados “Isomeria” nos aplicativos

WhatsApp e *Edpuzzle*, utilizados como ferramentas digitais e de suporte ao Ensino Híbrido, envolvendo estudos de isomeria constitucional, geométrica e óptica de compostos moleculares. Nesses casos, o professor-pesquisador assumiu a posição de administrador dos grupos, compartilhando os *links* das atividades aplicadas aos alunos. O aplicativo *Edpuzzle* possibilitou o acompanhamento do progresso dos alunos na visualização das videoaulas sobre isomeria, permitindo a obtenção de informações sobre aqueles que assistiram às videoaulas por completo ou em parte. A utilização do *Edpuzzle* foi orientada pelo professor-pesquisador, de modo que os alunos puderam conhecer o aplicativo para a sua utilização. Todas as videoaulas selecionadas foram utilizadas com autorização do autor.

- Levantamento de perfil dos alunos em relação aos estudos e uso das TDIC pela aplicação do Questionário A, via *Google Forms*, que pode ser observado no APÊNDICE A. O tempo de preenchimento foi de aproximadamente 10 minutos.

Finalidade: Esclarecer a importância do projeto de pesquisa para a melhoria do ensino de Química, com foco em isomeria, e orientar os alunos sobre a necessidade da autorização de seus pais ou responsáveis para a participação na pesquisa. Cadastrar os alunos em um grupo no aplicativo *WhatsApp* bem como criar uma sala virtual no aplicativo *Edpuzzle*, fornecendo orientações sobre seu uso e potencial educacional. Esses cadastros permitiram aos alunos acesso aos materiais de estudos e atividades a serem realizadas *on-line*, além de permitir que o professor-pesquisador acompanhasse a aprendizagem. A aplicação do Questionário A permitiu conhecer o perfil dos alunos quanto ao uso do celular/computador/*tablet*, acesso à *internet*, uso do *WhatsApp* e hábito de realizar estudos no formato *on-line*.

Número de Aulas de 50 min.: 01

ATIVIDADE 03

Descrição:

- Apresentação de uma situação-problema como estratégia pedagógica, envolvendo conteúdo de isomeria. Especificamente, foram abordados os fatos históricos da teratogênese ocorridos com o uso do medicamento Talidomida, por meio de

conhecimentos prévios do professor-pesquisador, buscando estabelecer a relação entre esses fatos e o conhecimento químico da isomeria.

Finalidade: Esta atividade teve por finalidade introduzir os estudos sobre a isomeria de maneira contextualizada com a vida real e cotidiana dos alunos, além de motivá-los a aprenderem sobre os conhecimentos químicos que levaram à resolução dos problemas trazidos pelo uso da Talidomida.

Número de Aulas de 50 min: 01

ATIVIDADE 04

Descrição:

- No submodelo de sala de aula invertida, foi disponibilizada aos alunos uma videoaula abordando conteúdos químicos sobre isomeria constitucional, por meio do grupo de *WhatsApp* e *Edpuzzle*. O *link* de acesso à videoaula é: <https://www.youtube.com/watch?v=A8HSV2RPLss&t=29>. Essa abordagem permitiu que os alunos tivessem acesso aos conteúdos em suas casas ou em locais que considerassem adequados, durante uma semana. A videoaula abordou o conteúdo de isomeria constitucional, e os alunos foram encorajados a revisitar o material quantas vezes julgassem necessário e a fazer anotações sobre suas dúvidas.

Finalidade: Introduzir o conteúdo sobre a isomeria constitucional de compostos orgânicos, utilizando o submodelo de sala de aula invertida e apoiando-se no uso do *WhatsApp* e *Edpuzzle* para oferecer a atividade de videoaula de maneira *on-line*. Além disso, a atividade visava estimular os alunos a desenvolverem a autonomia nos estudos e assumirem a responsabilidade pela construção de sua própria aprendizagem.

Número de Aulas: Nessa atividade o número de aulas não se aplica por se tratar de uma atividade assíncrona.

ATIVIDADE 05**Descrição:**

- Após a aplicação da Atividade 04 sobre isomeria constitucional, foi realizada uma roda de conversa/grupo de estudo com os alunos no formato de aula presencial e remota. No momento da atividade, o retorno às aulas presenciais não era obrigatório, e os alunos puderam escolher o formato mais adequado. O professor-pesquisador trabalhou as dúvidas trazidas pelos alunos presentes na unidade escolar e em sala de aula, bem como interagiu com os alunos no formato remoto por meio de vídeo chamada.

Finalidade: Estabelecer um diálogo com os alunos, seja em sala de aula ou de forma remota, para oportunizar a todos a possibilidade de trazerem as dúvidas surgidas durante os estudos dos conteúdos realizados de maneira *on-line* e descritos na Atividade 04. Essas dúvidas foram trabalhadas e sanadas pelo professor-pesquisador.

Número de Aulas de 50 min.: 01

ATIVIDADE 06:**Descrição:**

- Esta atividade foi direcionada para a consolidação dos conteúdos sobre isomeria constitucional, aplicando-se diferentes atividades no submodelo de rotação por estações, que são descritas abaixo:

Estação 1. Nesta estação foi aplicada atividade semelhante ao jogo de memória “Pareando Isômeros”, construído pelo professor-pesquisador. Cartas com estruturas moleculares de diferentes compostos isoméricos foram disponibilizadas aos alunos, cada uma representando uma molécula diferente. As instruções para a realização dessa atividade foram impressas e entregues aos alunos. Grupos de 3 ou 4 alunos foram formados e instruídos a identificar o tipo de isomeria constitucional presente em cada par de cartas, incluindo isomeria de função, posição, cadeia, metameria ou tautomeria. Durante a atividade, os alunos foram estimulados a trabalhar em equipe e a compartilharem seus conhecimentos para encontrarem as respostas corretas. As respostas

dadas pelos grupos foram registradas em folhas de papel sulfite e posteriormente avaliadas pelo professor-pesquisador. Para essa atividade foi disponibilizado um tempo de 25 minutos.

Estação 2. Nesta atividade, realizada de forma *on-line* e utilizando-se do *Google Forms*, foi aplicado o Questionário B contendo questões extraídas de vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio/ENEM sobre isomeria constitucional. As questões do Questionário B podem ser visualizadas no APÊNDICE B e o tempo de resolução foi de aproximadamente 25 minutos. Essa atividade foi realizada de forma individual e *on-line* no laboratório de informática da unidade escolar onde a pesquisa foi realizada, possibilitando uma avaliação personalizada de cada aluno.

Finalidade: Por meio do submodelo de rotação por estações, o objetivo desta atividade foi consolidar e avaliar o ensino dos conteúdos sobre isomeria constitucional, além de incentivar a colaboração mútua entre os alunos para a resolução de problemas.

Número de Aulas de 50 min: 01

ATIVIDADE 07

Descrição:

- No submodelo de sala de aula invertida, foi disponibilizada aos alunos uma videoaula abordando conteúdos químicos sobre isomeria geométrica, por meio do grupo de *WhatsApp* e *Edpuzzle*. O *link* de acesso à videoaula é: https://www.youtube.com/watch?v=2K_Bu_0RsLM&t=8s. Essa abordagem permitiu que os alunos tivessem acesso aos conteúdos em suas casas ou em locais que considerassem adequados, durante uma semana. A videoaula abordou o conteúdo de isomeria geométrica, e os alunos foram encorajados a revisitar o material quantas vezes julgassem necessário e a fazer anotações sobre suas dúvidas.

Finalidade: Introduzir o conteúdo sobre a isomeria geométrica de compostos orgânicos, aplicando o submodelo de sala de aula invertida e apoiando-se no uso de *WhatsApp* e *Edpuzzle* para a realização da atividade (videoaula) de maneira *on-line*. Esta atividade teve por finalidade também estimular os alunos a desenvolverem a autonomia de estudos

e a serem responsáveis pela construção da própria aprendizagem.

Número de Aulas: Nessa atividade o número de aulas não se aplica por se tratar de uma atividade assíncrona.

ATIVIDADE 08

Descrição:

- Após a aplicação da Atividade 07, foi realizada uma roda de conversa/grupo de estudo com os alunos de forma remota, tratando dos conteúdos sobre isomeria geométrica. Nesta atividade, o professor-pesquisador trabalhou as dúvidas trazidas pelos alunos que estavam participando remotamente por meio de vídeo chamada (Atividade síncrona).

Finalidade: Estabelecer diálogo com os alunos de forma remota, oportunizando a todos de trazerem as dúvidas surgidas durante os estudos dos conteúdos realizados de maneira *on-line* e descritos na Atividade 07, para que essas fossem trabalhadas e sanadas.

Número de Aulas de 50 min: 01

ATIVIDADE 09

Descrição:

- Nesta atividade, com a volta ao formato presencial, foi aplicado o submodelo de rotação por estações envolvendo isomeria geométrica, cujas as atividades estão descritas:

Estação 1. Nesta atividade, realizada na biblioteca da escola, foi utilizado o aplicativo de realidade aumentada “*Isomère Z/E*”. O professor-pesquisador explicou o seu uso após os alunos terem feito o *download* do aplicativo em seus celulares/*tablets*. Em seguida, os alunos foram divididos em 02 grupos e entregues a cada um 4 marcadores e uma folha de papel sulfite, para que descrevessem o tipo de isomeria geométrica observada (cis/trans).

Estação 2. No laboratório de informática da escola, foi aplicado o Questionário C, via *Google Forms*, contendo questões extraídas de vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio/ENEM e versando sobre isomeria geométrica (APÊNDICE C). O

Questionário C foi disponibilizado aos alunos por meio de *link* enviado aos alunos pelo grupo de *WhatsApp*. O tempo de resolução foi de aproximadamente 25 minutos. A análise das respostas dos alunos foi quantitativa. Essa atividade foi realizada *on-line* e individual, permitindo uma avaliação personalizada de cada aluno.

Finalidade: Por meio do submodelo de rotação por estações, o objetivo desta atividade foi consolidar e avaliar o ensino dos conteúdos sobre isomeria geométrica, além de incentivar colaboração mútua entre os alunos para a resolução de problemas.

Número de Aulas de 50 min: 01

ATIVIDADE 10

Descrição:

- Antes de aplicar a atividade da sala de aula invertida, foi trabalhado com os alunos em sala de aula, um texto sobre a tragédia envolvendo o medicamento Talidomida. Esse trabalho teve como objetivo destacar a importância do conhecimento em Química para entender o problema ocorrido na década de 1960, e contextualizar o ensino de isomeria óptica. Além disso, buscou-se obter as opiniões dos alunos sobre o tema e suas percepções em relação aos riscos da automedicação.
- No submodelo de sala de aula invertida, foi disponibilizada aos alunos, por meio dos grupos de *WhatsApp* e *Edpuzzle*, uma videoaula abordando conteúdos químicos sobre isomeria óptica. O *link* de acesso à videoaula é: <https://www.youtube.com/watch?v=2xj2nR1lg70&t=59s>. Os alunos puderam assistir aos conteúdos em sua residência ou em local que achassem conveniente, durante uma semana. Além disso, eles tiveram a possibilidade de acessar a videoaula quantas vezes fosse necessário e fazer anotações das dúvidas surgidas durante a atividade.

Finalidade: Introduzir o conteúdo sobre a isomeria óptica de compostos orgânicos, aplicando uma aula expositiva-dialogada bem como o submodelo de sala de aula invertida e apoiando-se no uso de *WhatsApp* e *Edpuzzle* para a realização da atividade (videoaula) de maneira *on-line*. Esta atividade teve por finalidade também estimular os

alunos a desenvolverem a autonomia de estudos e a serem responsáveis pela construção da própria aprendizagem.

Número de Aulas: Nessa atividade o número de aulas não se aplica por se tratar de uma atividade assíncrona.

ATIVIDADE 11

Descrição:

- Após a aplicação da Atividade 10, foi realizada uma roda de conversa/grupo de estudo com os alunos de forma remota, tratando dos conteúdos sobre isomeria óptica. Nesta atividade, o professor-pesquisador trabalhou as dúvidas trazidas pelos alunos que estavam participando remotamente por meio de vídeo chamada (Atividade síncrona).

Finalidade: Estabelecer diálogo com os alunos de forma remota, oportunizando a todos de trazerem as dúvidas surgidas durante os estudos dos conteúdos realizados de maneira *on-line* e descritos na Atividade 11, para que essas fossem trabalhadas e sanadas.

Número de Aulas de 50 min: 01

ATIVIDADE 12:

Descrição:

- Nesta atividade, foi aplicado o submodelo de rotação por estações envolvendo isomeria óptica, cujas as atividades estão descritas:

Estação 1. Nesta atividade os alunos foram levados ao laboratório de química, onde foi discutido com eles a quiralidade de objetos comuns, (tênis, luvas, mãos). Posteriormente Os alunos foram conduzidos ao laboratório de informática da escola e divididos em quatro grupos, nomeados A, B, C e D, cada um com quatro integrantes. O professor enviou um *link* por meio do grupo de *WhatsApp*, que direcionou os alunos para a plataforma *Jigsaw-Planet*, uma ferramenta de quebra-cabeças *on-line*. Cada grupo recebeu uma folha contendo duas questões que foram respondidas e analisadas

pelo professor posteriormente. O tempo disponibilizado para a atividade foi de 25 minutos.

Estação 2. No laboratório de informática da escola, foi aplicado o Questionário D, via *Google Forms*, contendo questões extraídas de vestibulares e do Exame Nacional do Ensino Médio/ENEM e versando sobre isomeria geométrica (APÊNDICE D). O Questionário D foi disponibilizado aos alunos por meio de *link* enviado aos alunos pelo grupo de *WhatsApp*. O tempo de resolução foi de aproximadamente 25 minutos. A análise das respostas dos alunos foi quantitativa. Essa atividade foi realizada *on-line* e individual, permitindo uma avaliação personalizada de cada aluno.

Finalidade: Por meio do submodelo de rotação por estações, esta atividade teve como propósito consolidar e avaliar o ensino de isomeria óptica aos alunos. Ainda a atividade levou os alunos a compreenderem que a propriedade da quiralidade ocorre em objetos comuns da natureza bem como nos compostos moleculares.

Número de Aulas de 50 min: 01

ATIVIDADE 13:

Descrição:

- Nesta atividade, foi aplicado o Questionário E, via *Google Forms*, contendo questões de avaliação da abordagem pedagógica utilizada (Ensino Híbrido) e do uso de *WhatsApp* e *Edpuzzle* (APÊNDICE E). O Questionário E foi disponibilizado aos alunos por meio de *link* enviado aos alunos pelo grupo de *WhatsApp*. O tempo de resolução foi de aproximadamente 20 minutos. A análise das respostas foi feita de forma quantitativa.

Finalidade: Realizar uma avaliação por parte dos alunos acerca da abordagem pedagógica utilizada, o Ensino Híbrido, bem como do uso das ferramentas educacionais digitais *WhatsApp* e *Edpuzzle*.

Número de Aulas de 50 min: 01

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.

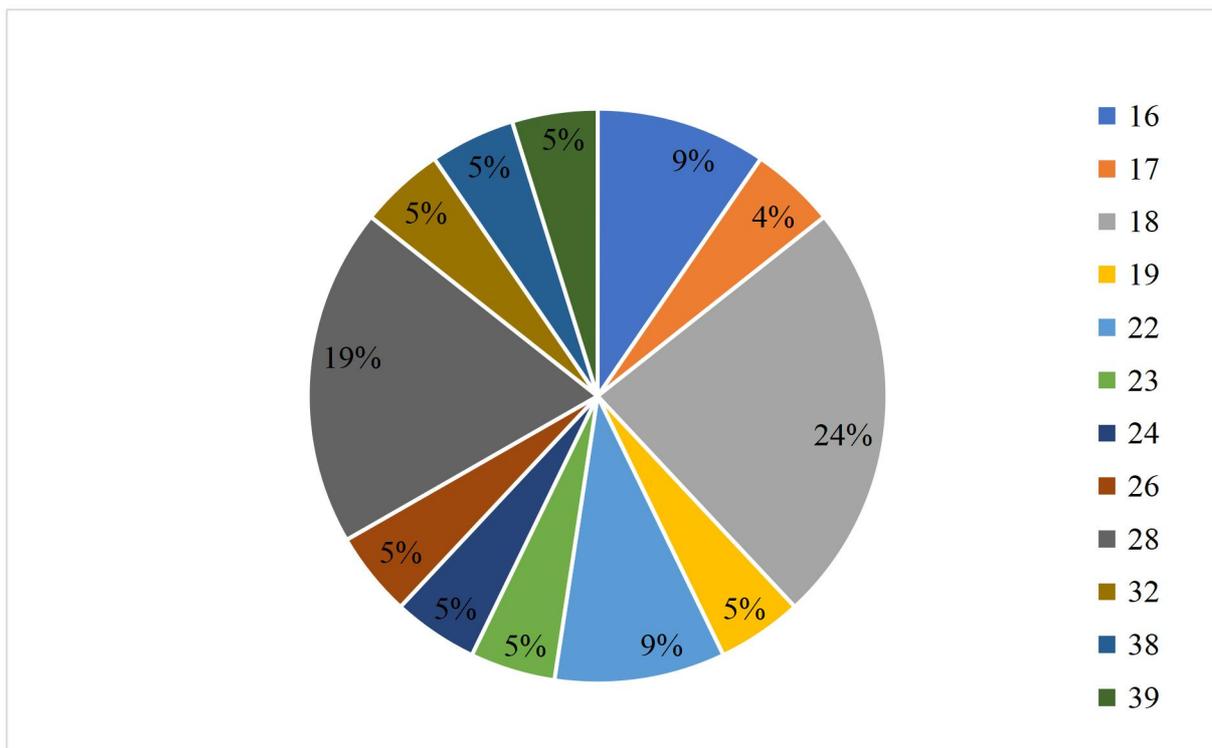
5.1 Termo de anuência da escola e perfil dos alunos

Após a elaboração do projeto de pesquisa, ele foi submetido ao Comitê de Ética e Pesquisa (CEP) da Universidade Federal do Triângulo Mineiro/UFTM para análise e parecer. Após a avaliação, foram feitas algumas sugestões de adequações que foram acatadas, e o projeto de pesquisa foi aprovado pelo CEP/UFTM sob o número do CAAE 49377521.9.0000.5154.

Para o desenvolvimento desta pesquisa na escola, procurou-se a direção escolar para informar sobre o projeto que seria aplicado aos alunos do 2º Ano do Ensino Médio Técnico em Química noturno. Após ter sido explicado os objetivos da pesquisa e a forma de como essa seria realizada, houve plena aceitação por parte da direção escolar. A autorização da direção escolar no desenvolvimento da pesquisa foi documentada por meio do termo de anuência, devidamente preenchido e assinado, conforme mostrado no ANEXO A.

O levantamento do perfil dos alunos participantes deste trabalho de pesquisa foi realizado por meio da aplicação do Questionário A (APÊNDICE A). Analisando os dados do Questionário A, observou-se uma grande variação de idade entre os 21 alunos participantes da pesquisa, sendo que 07 (33%) dos alunos são do sexo masculino e 14 (67%) feminino. Considerando que se trata de um curso técnico que oferece oportunidades de profissionalização, foram observados alunos com idades maiores daquelas esperadas para o ensino regular e até mesmo alguns com idades superior a 30 anos. Neste último caso, foram observados 3 alunos (14%). Dentre as faixas de idade entre 16 e 19 anos bem como de 22 a 29 anos, foram identificados 9 alunos (43%) para cada uma delas. É relevante o fato de predominar o sexo feminino, mesmo em se tratando de um curso técnico e da área de ciências exatas e naturais. Esse resultado corrobora com os observados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE. Em 2019, a taxa de frequência escolar líquida no Ensino Médio foi de 68 % para o gênero masculino e, 76 % para o feminino (IBGE, 2021). A presença das mulheres em todos os níveis educacionais tem aumentado, muitas vezes igualando ou até superando a presença masculina. Esse fato tem gerado uma mudança significativa no cenário educacional brasileiro, cujo acesso à educação era predominantemente masculino. A Figura 7 ilustra os dados obtidos em relação à idade dos participantes da pesquisa.

Figura 7 - Idade dos sujeitos da Pesquisa.



Fonte: Do autor (2023).

Todos os 21 alunos participantes da pesquisa responderam possuir *internet* em suas residências, sendo que 15 alunos (71%) relataram que a utilizam já há alguns anos e, apenas 2 alunos (10%), fazem uso recente. O acesso à *internet* por meio de dados móveis é uma minoria, prevalecendo a do tipo banda larga. O quantitativo de acesso à *internet* domiciliar pela turma de alunos foi acima da média nacional, conforme os dados divulgados pelo Núcleo de Informação e Coordenação do Ponto BR/NIC.br. A pesquisa estimou que 81% da população de 10 anos ou mais, utilizou a *internet* nos últimos três meses do ano de 2021, o que corresponde a 148 milhões de indivíduos (NIC.br, 2020).

O fato de todos os alunos participantes da pesquisa possuírem dispositivos eletrônicos e o acesso à *internet* domiciliar, facilitou a aplicação e o desenvolvimento desta pesquisa.

Com relação à preferência pelo uso de determinados dispositivos eletrônicos para o acesso à *internet*, as respostas da questão 02 indicaram que o celular é o mais utilizado (95% dos alunos). Apenas 01 aluno (5%) relatou que acessa a *internet* pelo computador. Esse resultado é concordante com o estudo publicado no TIC Educação 2019, do Centro de Estudos das Tecnologias da Informação e Comunicação do Brasil/CETIC.Br, em que mais de 90% dos alunos do Ensino Médio e de escola urbana utilizam o celular para o acesso à *internet*. O celular ou telefone móvel, que antes possuía funções específicas como, por

exemplo, a de comunicação, conexão com os amigos e a de acesso às redes sociais, atualmente, é uma recurso relevante e que facilita o processo de ensino e aprendizagem (PINHEIRO; PINHEIRO, 2021). Esses autores enfatizaram que o tempo de uso do celular pelos jovens na faixa etária da Educação Básica tem aumentado, especialmente aos que não possuem *notebook* ou computador. Neste caso, o celular acaba sendo o único meio de acesso à *internet*. Ainda, de acordo com os resultados obtidos para a questão 02, os participantes da pesquisa não mencionaram fazer uso de *tablet* para acessar a *internet*.

Em se tratando da questão 03, que se refere à consulta de conteúdos escolares na *internet* para estudos, 14 alunos (67%) responderam acessar: i) *sites* de conteúdos escolares, ii) vídeos explicativos e iii) resolução comentada de exercícios. Os demais responderam não acessarem a *internet* com esse objetivo. Dentre os diversos *sites* disponíveis para acesso, e que tratam de conteúdos da área de Química, os mais indicados pelos alunos participantes desta pesquisa foram: Brasil Escola, Toda Matéria e Manual da Química.

Na questão 04 do Questionário A, os alunos foram questionados sobre o deslocamento à escola em horário contraturno para acessar a *internet* e realizar atividades escolares *on-line*. Dos participantes, 11 alunos (52%) responderam favoravelmente à questão, enquanto que 10 alunos (48%) indicaram não conseguir realizar esse deslocamento. Essa impossibilidade foi justificada por motivo de falta de tempo relacionada ao exercício de atividade trabalhista.

Ao analisarmos as respostas da questão 05 do Questionário A, foi obtido que 18 alunos (86%) responderam ter interesse em complementar seus estudos por meio de atividades extraclasse (tarefas escolares), enquanto que apenas 3 alunos (14%) responderam negativamente à questão. Esses resultados indicam que as atividades extraclasse são bem recebidas pelos alunos. Neste sentido, o professor deve melhor explorar as tarefas escolares, entendendo que é uma etapa muito importante do processo de ensino e aprendizagem dos seus alunos. De acordo com Libâneo (2018), a atividade extraclasse é um importante complemento didático para a consolidação e desenvolvimento das aulas. A atividade extraclasse em forma de tarefa de casa, quando adotada criteriosamente e bem orientada, pode potencializar o aprendizado. Porém, se adotada sem critérios, mal orientada e mal conduzida, pode diminuir o interesse pela aprendizagem e aumentar as desigualdades educacionais (BACK; DA SILVA, 2016).

Considerando-se a questão 06, 20 alunos (95%) responderam que gostariam de utilizar celular ou computador para realizar tarefas de Química extraclasse e apenas um aluno manifestou-se contrário. Os aspectos positivos dessa prática relatados pelos alunos foram que os conteúdos para estudos poderiam ser disponibilizados antecipadamente, quando não

houvesse aula presencial, possibilitando o acesso de qualquer local com o acesso à *internet* e promoveria uma maior flexibilidade de horário de estudos. Observa-se que essas respostas foram dadas no contexto da pandemia em que as aulas presenciais não mais estavam sendo praticadas, mas sim, essas estavam acontecendo no formato remoto. No entanto, alguns alunos responderam que o acesso aos conteúdos extraclasse de forma remota traria prejuízo para o ensino e a aprendizagem, motivado pela ausência do professor e também por facilitar a perda do foco nos estudos, devido à facilidade de acesso a outros conteúdos não relacionados com o conteúdo a ser estudado. De acordo com as justificativas relatadas pela maioria dos alunos, pode-se inferir que a inclusão das TDIC no âmbito educacional tem sido melhor compreendida e aceita. Entretanto, há ainda algumas barreiras a serem vencidas com relação a desmistificação da ideia de que a aprendizagem deva ocorrer somente de forma presencial. O ensino e a aprendizagem podem ser realizados de forma interessante e *on-line*, mediada pelo professor, utilizando-se os recursos digitais disponíveis atualmente, principalmente em período pandêmico, como o da Covid-19 (WU, 2022; VIVOLO, 2019). O ensino com a utilização de tecnologias digitais e *on-line*, inclusive, é requerido pelos documentos educacionais oficiais como, por exemplo, a Base Nacional Comum Curricular/BNCC (BNCC, 2018). Conforme preconiza a BNCC, a compreensão e a utilização das TDIC de forma crítica, reflexiva, ética e significativa deve perpassar toda a Educação Básica.

Considerando-se a questão 07 do Questionário A, que buscou avaliar a utilização do *WhatsApp* como ferramenta no contexto educacional e de suporte para a aplicação de atividades na modalidade do Ensino Híbrido, todos os 21 alunos responderam já o terem utilizado e que 18 alunos (85%) o julgam adequado.

Na questão 08, destinada apenas aos alunos que indicaram ter utilizado o *WhatsApp* para estudos (questão 07), 20 alunos (95%) afirmaram que o aplicativo auxiliou na realização de atividades escolares. Apenas um aluno (5%) respondeu que o *WhatsApp* não foi útil para seus estudos.

Na questão 09 do Questionário A, os participantes foram questionados se realizariam alguma atividade sem que fosse atribuída uma pontuação ou nota. Dos 21 alunos que responderam, 20 (95%) afirmaram que sim, enquanto apenas 1 (5%) respondeu negativamente. Esse resultado mostrou que os alunos não estão somente interessados em realizar atividades de estudos por notas ou algum outro conceito. Mas, percebe-se que há uma disposição para realização de atividades escolares com o intuito de agregar aprendizagem à formação técnica dos alunos. Independentemente de receberem nota ou não, as respostas

deixam evidente que os alunos preocupam-se mais com a aprendizagem e formação para a realização da atividade profissional.

Com relação à questão 10, que perguntou se os alunos compreendiam a importância da Química para entender a natureza, todas as 21 respostas obtidas (100%) afirmaram reconhecer a relevância do aprendizado de Química para a compreensão dos fenômenos naturais.

5.2 Cadastro dos alunos nos aplicativos *WhatsApp* e *Edpuzzle*

Sob a supervisão do professor-pesquisador e na função de administrador, foi criado o grupo de *WhatsApp* denominado de “Isomeria” e os alunos foram cadastrados após a explanação sobre o projeto de pesquisa. Os alunos mostraram-se altamente engajados na troca de mensagens relacionadas aos conteúdos trabalhados no grupo, sendo também bastante aceito por todos os participantes da pesquisa.

As videoaulas sobre conteúdos de isomeria e utilizadas nas atividades de sala de aula invertida foram postadas pelo professor-pesquisador, utilizando-se do aplicativo *Edpuzzle*. Para o uso do aplicativo *Edpuzzle*, o professor-pesquisador criou uma sala virtual e enviou o convite que se dá por meio de um código gerado pelo aplicativo aos alunos, por meio do *WhatsApp* no grupo “Isomeria”, permitindo a exploração de todo o conteúdo hospedado. Na sala virtual podem ser inseridos vídeos tanto autorais quanto as mídias de outras plataformas como *youtube*, por exemplo. Esses vídeos podem ser editados, sendo que o professor-pesquisador pode inserir durante a execução dos vídeos, questões de múltipla escolha e/ou questões discursivas para verificação da aprendizagem. Inserindo essas atividades, o progresso do vídeo se dará somente quando o aluno responder as questões propostas independentemente de responderem corretamente ou não. Vale ressaltar que o professor-pesquisador também pode optar por bloquear o avanço do vídeo pelo aluno. Assim, o mesmo deverá assistir o vídeo na sua totalidade.

Para complementar as orientações do *Edpuzzle* aos alunos bem como servir de um manual de seu uso, foi compartilhado um tutorial do aplicativo por meio do *link* de acesso: <https://www.youtube.com/watch?v=diIfHcm1L1c>.

O professor-pesquisador solicitou que cada aluno fizesse o *download* do aplicativo nos seus respectivos celulares. Posteriormente, as instruções de uso e acesso ao aplicativo foram repassadas. Para que os alunos tivessem acesso às videoaulas para os estudos, um *link* foi enviado no grupo de *WhatsApp*. Os alunos foram orientados a acessar os conteúdos postados

e que visualizassem as videoaulas integralmente em momentos opostos aos horários em que estivessem em aula presencial. Foram hospedadas 3 videoaulas, sendo que a videoaula tratando da isomeria constitucional possui um tempo total de 14:16 minutos, a videoaula sobre isomeria geométrica possui uma duração de 7:03 minutos e a videoaula relacionada à isomeria óptica, possui 14:42 minutos de duração.

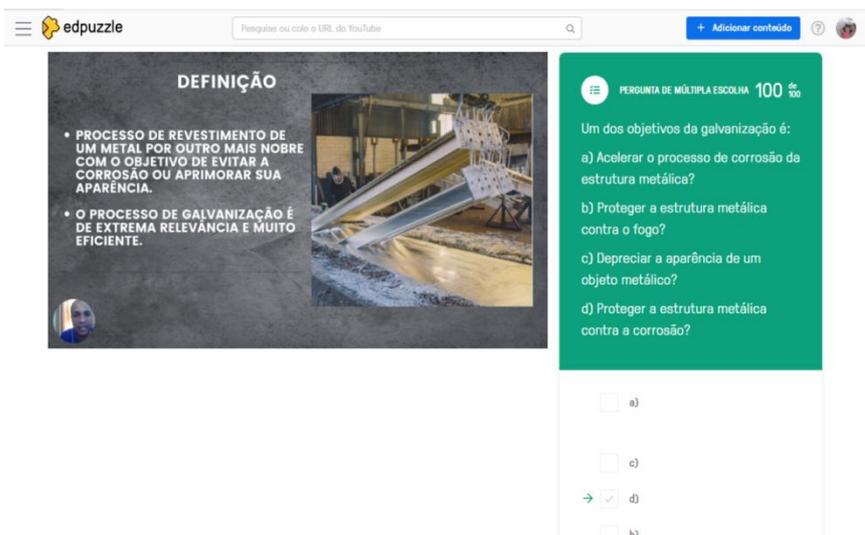
A utilização do aplicativo *Edpuzzle*, permitiu acompanhar o desempenho dos alunos quanto à visualização das videoaulas, podendo o professor-pesquisador obter informações daqueles alunos que assistiram ao vídeo bem como acompanhar o progresso de cada um deles quanto a visualização do conteúdo. Durante a disponibilização das videoaulas, foi desabilitada a função que permite ao aluno de avançar o vídeo, evitando assim, que “pulem” partes importantes do conteúdo. Dessa forma, garante-se que todo o material contido na videoaula seja visto pelos alunos.

Tanto o aplicativo *WhatsApp* quanto o *Edpuzzle* foram utilizados como ferramentas para aplicação do submodelo de sala de aula invertida. Essas tecnologias digitais foram essenciais para conectar as atividades desenvolvidas presencialmente com as atividades realizadas de forma *on-line* e assíncrona.

Vale ressaltar que, por não se tratar de um vídeo autoral, foi necessário solicitar autorização ao detentor da obra para o compartilhamento da mídia.

A Figura 8 demonstra a interface do aplicativo, trazendo como exemplo uma videoaula gravada pelo professor-pesquisador contendo algumas questões para que os alunos possam responder, nela é possível observar a cor verde indicando êxito na atividade.

Figura 8 - Interface do aplicativo *Edpuzzle*.



Fonte: Do autor (2023).

5.3 Isomeria constitucional

O estudos relacionados à isomeria constitucional foram iniciados com o compartilhamento aos alunos de uma videoaula hospedada no aplicativo *Edpuzzle* e enviado o *link* de acesso pelo *WhatsApp*. Vale ressaltar que devido as mídias não serem autorais do professor-pesquisador, foi solicitado junto ao detentor dos direitos das mídias, a autorização para uso e compartilhamento das referidas. Deste modo, o *link* para o acesso à videoaula é descrito a seguir: <https://www.youtube.com/watch?v=A8HSV2RPLss&t=26s>. Essa atividade fez referência à atividade 04 descrita no Quadro 1. Após sua aplicação, foi possível analisar uma discreta adesão por parte dos alunos que assistiram as videoaulas na sua totalidade. Dos 21 alunos participantes, 10 (47,6%) deles assistiram toda a videoaula, enquanto 1 aluno (4,8%) conseguiu visualizar 20% do conteúdo e 10 alunos (47,6%) não visualizaram a videoaula. Esses alunos, quando questionados por não terem assistido, alegaram a falta de tempo devido ao trabalho em contraturno escolar, a baixa qualidade de sinal de *internet* por residir em área rural e dificuldades de utilização do aplicativo. Vale ressaltar que o uso do aplicativo foi explicado pelo professor-pesquisador à todos os alunos mas, mesmo assim, foi identificada a dificuldade do uso de tecnologias pelos alunos.

No encontro seguinte, foi realizada uma roda de conversa/grupo de estudo como atividade 05, conforme o Quadro 1. Sendo que os alunos foram dispostos de modo que ficassem em formato de “roda” na sala de aula Durante essa atividade, os alunos

compartilharam as dificuldades encontradas, após assistirem à videoaula na sala de aula invertida (atividade 04). Nesse momento, o professor-pesquisador esclareceu as dúvidas trazidas pelos alunos e buscou consolidar os conteúdos que foram estudados pela videoaula. A atividade pode ser observada na Figura 9.

Figura 9 - Roda de conversa/grupo de estudo sobre isomeria constitucional.



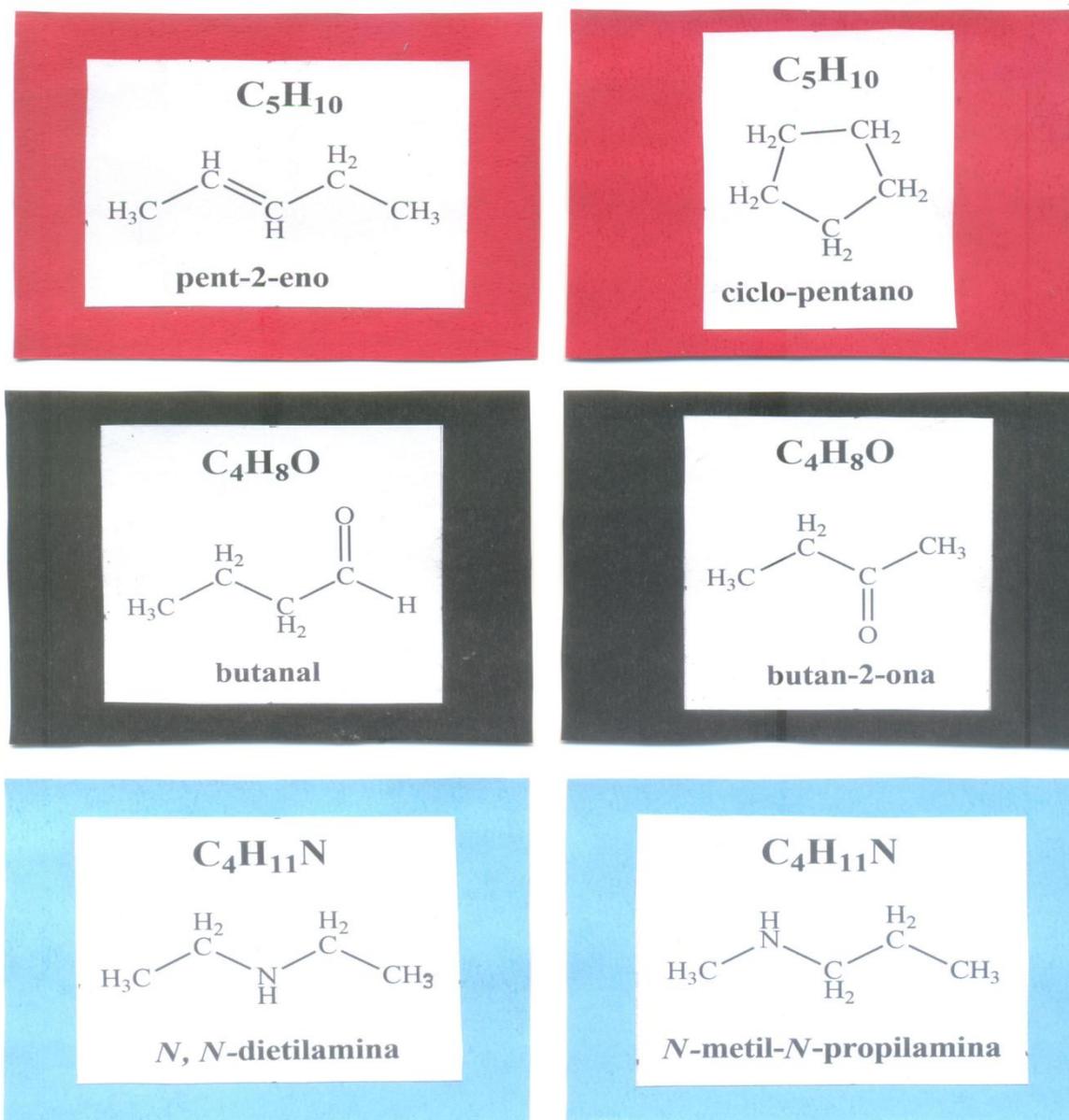
Fonte: Do autor (2023).

Para consolidar e expandir ainda mais os conhecimentos adquiridos, foram implementadas atividades no submodelo de Rotação por Estações.

Na atividade 06, aplicando-se o submodelo de rotação por estações (Estação 01), foi elaborada uma proposta de atividade lúdica semelhante ao jogo de memória, denominado “Pareando Isômeros”. Como uma alternativa simples, utilizando-se de materiais de baixo custo de fácil aquisição, o jogo “Pareando Isômeros” acabou sendo elaborado em papel cartão de 5 diferentes cores (marrom, amarelo, verde, vermelho e preto), totalizando 10 cartas retangulares de dimensões 10,5x8,0 cm. Para cada uma das cores, foram demarcadas com lápis duas cartas nas dimensões citadas anteriormente e, posteriormente, as mesmas foram recortadas com o auxílio de uma tesoura. Para esse procedimento, recomenda-se o uso de tesoura de ponta arredonda para evitar acidentes. Cada par de cartas da mesma cor, continha as fórmulas e estruturas moleculares dos isômeros impressos e coladas, referentes a uma das 5 classes da isomeria constitucional (Figura 10). Tanto as fórmulas quanto as estruturas moleculares foram elaboradas, utilizando-se do programa *ChemDraw Pro* - versão 12.0.2. As 5 classes da isomeria constitucional (função, cadeia, ligação, metameria e tautomeria) foram exploradas. Os isômeros abordados nos jogo foram: butan-1-ol/butan-2-ol e 1,2-dimetil-ciclo-hexano/1,4-dimetil-ciclo-hexano (isomeria de posição); butanal/butan-2-ona (isomeria de

função); ciclo-pentano/pent-2-eno (isomeria de cadeia); N-metil-N-propilamina/N,N-dietilamina (metameria) e propanal/propenol (tautomeria).

Figura 10 - Cartas representativas do jogo da memória “Pareando Isômeros”.



Fonte: Do autor (2023).

O verso das cartas foi mantido em papel cartão original, ficando todas igualmente padronizadas, de modo não ser possível distinguir os pares dos isômeros pelas cores das cartas (Figura 11).

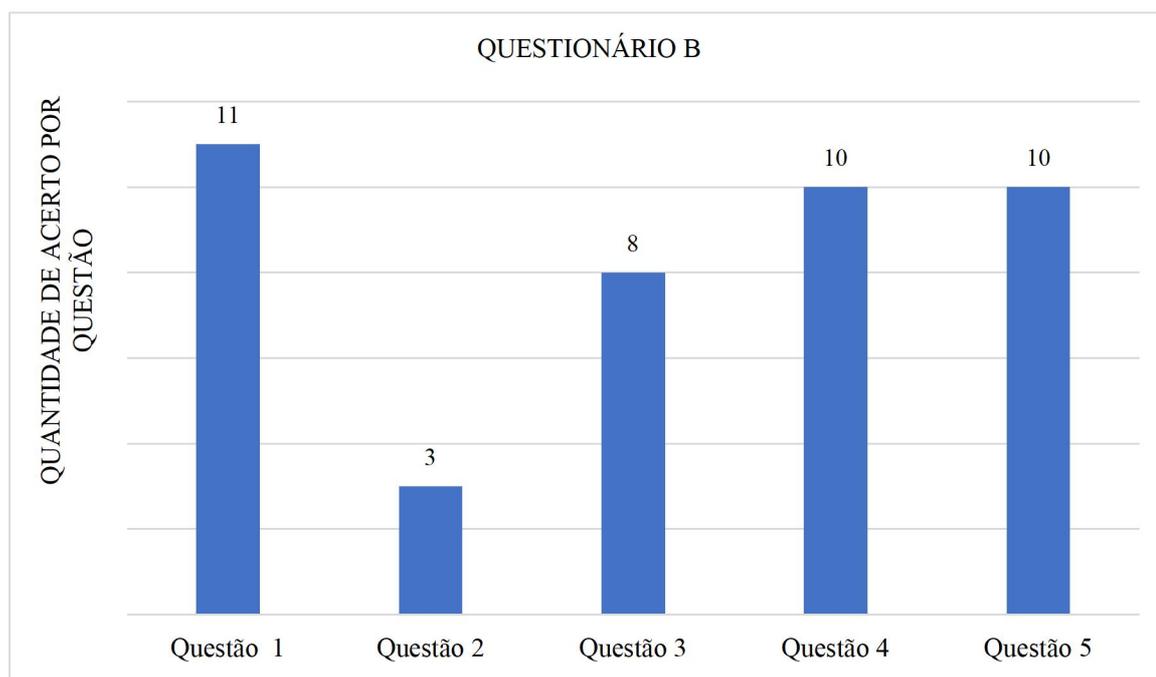
Figura 11 - Cartas do jogo de memória – “Pareando Isômeros”.



Fonte: Do autor (2023).

O Questionário B (APÊNDICE B) aplicado na Rotação por Estação 02, teve como objetivo avaliar o ensino do conteúdo de isomeria constitucional aos alunos. Esse questionário foi elaborado contendo 05 questões extraídas de exames de vestibulares e ENEM, e aplicado no formato do *Google Forms*. Os alunos não reportaram nenhuma dificuldade em acessar o Questionário B, pelo *link* disponibilizado pelo *WhatsApp*. Essa atividade foi realizada em sala de aula e monitorada pelo professor-pesquisador para que não houvessem compartilhamento de respostas das questões entre os alunos. Por motivo de ausência de alunos no dia de aplicação do Questionário B, participaram 16 dos 21 alunos participantes da pesquisa.

A Figura 12, mostra o resultado da análise das respostas dos alunos em relação ao Questionário B.

Figura 12 - Análise das respostas dadas pelos alunos em relação ao Questionário B.

Fonte: Do autor (2023).

Após a análise das respostas do Questionário B, foi possível notar que obtiveram um bom rendimento relacionado à aprendizagem de isomeria constitucional, alcançando um número de acertos maior que 50%, na maioria das questões. As questões 01, 04 e 05 foram as que os alunos mais acertaram, correspondendo a 68, 62 e 62%, respectivamente. A questão 03 atingiu um índice de 8 (50%) de respostas corretas. No entanto, a questão 02, que tratava de isomeria de função, apenas 3 alunos (18%) responderam corretamente. Isso evidenciou uma fragilidade conceitual mais relacionada ao reconhecimento de funções orgânicas do que em relação ao conteúdo de isomeria de função propriamente dito, uma vez que a maioria dos alunos não respondeu a questão corretamente. O primeiro composto isomérico (responsável por exalar o odor de cabras) apresenta a função ácido carboxílico e, o outro isômero (responsável pelo odor de morango), trata-se de um éster. Esse fato desperta a atenção para que o conteúdo sobre as funções orgânicas seja abordado antes de que a isomeria constitucional seja apresentada aos alunos.

5.4 Isomeria geométrica

Os estudos sobre isomeria geométrica foram iniciados através da aplicação do submodelo de sala de aula invertida (atividade 07, Quadro 1). Para isso, os alunos receberam

o *link* (https://www.youtube.com/watch?v=2K_Bu_0RsLM) através do *WhatsApp* para acessar a videoaula disponibilizada no aplicativo *Edpuzzle*, também pode ser acessado . Com esse recurso, os alunos puderam visualizar a videoaula quantas vezes fossem necessárias e de qualquer lugar, utilizando dispositivos como computadores, celulares ou *tablets* com acesso à *internet*.

Nesta atividade, foi identificada uma diminuição da adesão à videoaula da videoaula disponibilizada, comparado com a atividade aplicada nos estudos sobre isomeria constitucional. Dentre os 21 alunos participantes da sala virtual “Isomeria” no *Edpuzzle*, 42,9% (9 alunos) assistiram à videoaula completamente, 12 alunos (57,1%), assistiram da videoaula e o restante. Os alunos que não assistiram à videoaula completamente, quando questionados sobre o motivo de não terem realizado a atividade, as respostas indicaram a falta de tempo devido ao trabalho em contraturno escolar, a baixa qualidade de sinal de *internet* por residir em área rural e a dificuldade de adaptação por não conhecer o aplicativo. É importante destacar que os alunos receberam orientações constantes não apenas para assistir às videoaulas, mas também para buscar livros físicos na biblioteca da escola.

Posteriormente à atividade da sala de aula invertida, foi realizada a roda de conversa/grupo de estudo (atividade 08, Quadro 1). Nesse momento, as aulas presenciais foram suspensas devido ao aumento de casos de COVID-19 entre professores, servidores e alunos. Como alternativa, as atividades foram realizadas de forma remota e síncrona, utilizando a plataforma *Microsoft Teams*, adotada pela instituição. Durante o desenvolvimento da pesquisa sobre isomeria geométrica, as dúvidas dos alunos foram discutidas em grupo, envolvendo toda a turma e o professor-pesquisador. Essa discussão teve como objetivo esclarecer as dúvidas e aprofundar o tema em questão. A Figura 13 mostra a interface da plataforma *Microsoft Teams* utilizada para a realização dessa atividade síncrona.

Figura 13 - Interface da plataforma *Microsoft Teams* utilizada na roda de conversa/grupo de estudo realizada de forma síncrona.



Fonte: Do autor (2023).

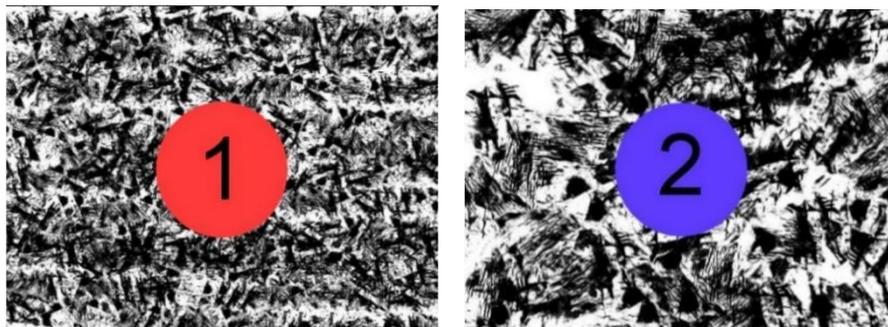
É importante salientar que, durante as atividades de "roda de conversa/grupo de estudo", o professor-pesquisador observou a necessidade de abordar os conteúdos tratados na sala de aula invertida. Essa medida teve como objetivo auxiliar os alunos que apresentaram alguma dificuldade no cumprimento da atividade *on-line* e para que não fossem prejudicados nas atividades subsequentes. Essa atividade ocorreu de forma presencial, na qual foi observada uma maior interação entre os alunos, assumindo o protagonismo da aprendizagem, por meio dos questionamentos e troca de conhecimentos por vezes realizados pelo professor-pesquisador e ora pelos alunos.

Em uma aula presencial e posterior à roda de conversa/grupo de estudo, buscando-se reforçar os conteúdos importantes envolvidos sobre o assunto, foi desenvolvida a atividade no submodelo de Rotação por Estações. Na Rotação por Estação 01, foi utilizado como abordagem pedagógica a Realidade Aumentada (RA) tendo como aporte didático o aplicativo “*Isomère Z/E*”. Considerando-se a turma de alunos dividida em 2 grupos, o professor pesquisador solicitou que um aluno de cada grupo fizesse o *download* do aplicativo “*Isomère Z/E*”, disponível no *Play Store* do sistema operacional *Android*. Cada grupo foi orientado com relação ao uso do aplicativo sobre a realidade aumentada (RA). De acordo com Pereira (2022), o uso da RA pode contribuir muito com a educação na medida em que uma imagem estática em um material didático pode adquirir movimento e interatividade através da RA. Essa ilustração, diante do olhar do aluno, diminui o grau de abstração e aproxima-o de modelos científicos, que muitas vezes estavam restritos apenas à imaginação. Segundo Tori:

A RA abre inúmeras possibilidades de aplicação, como os jogos que unem a flexibilidade proporcionada pelo computador e a liberdade de movimentos dos espaços reais, ou como as ferramentas educacionais que projetam imagens sobre os objetos ou sobre o próprio corpo humano, simulando um raio X virtual (TORI, 2010, p. 157).

Para o uso do aplicativo é necessário que o dispositivo móvel possua sistema operacional *Android* 4.4 ou superior de acordo com a loja virtual onde é possível fazer o *download* do mesmo. O aplicativo disponibiliza 12 marcadores, sendo que a impressão pode ser feita em papel A4. Vale destacar que a impressão dos marcadores é opcional pois, basta um dispositivo para reproduzir um marcador na tela e outro disposto com o aplicativo aberto e com uso da câmera fotográfica, para que a imagem aumentada seja reproduzida normalmente. A Figura 14 mostra alguns dos marcadores utilizados.

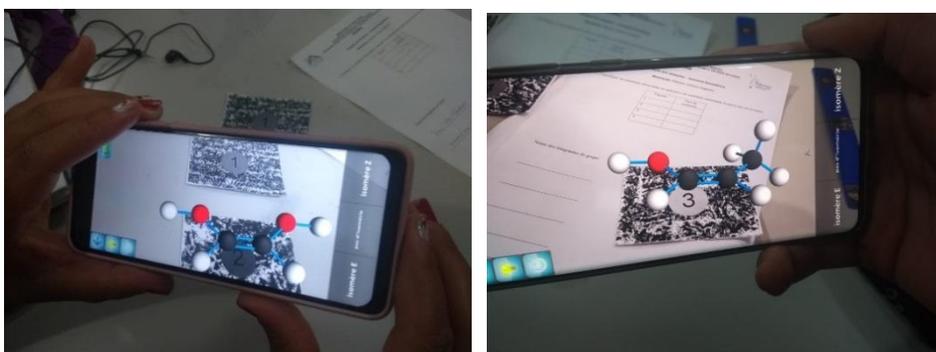
Figura 14 - Marcadores representativos do aplicativo “*Isomère Z/E*”.



Fonte: Do autor (2023).

Para cada grupo, foram distribuídos 4 marcadores e orientado para que apontassem a câmera do celular, para visualizar as estruturas moleculares em realidade aumentada (RA). Foi solicitado aos grupos que classificassem as estruturas observadas em Z (cis) ou (E) trans, à medida que as imagens eram observadas nas telas dos celulares (Figura 15). As respostas obtidas pelos dois grupos foram anotadas em uma folha de sulfite e entregues ao professor-pesquisador.

Figura 15 - Uso do aplicativo “*Isomère Z/E*” .

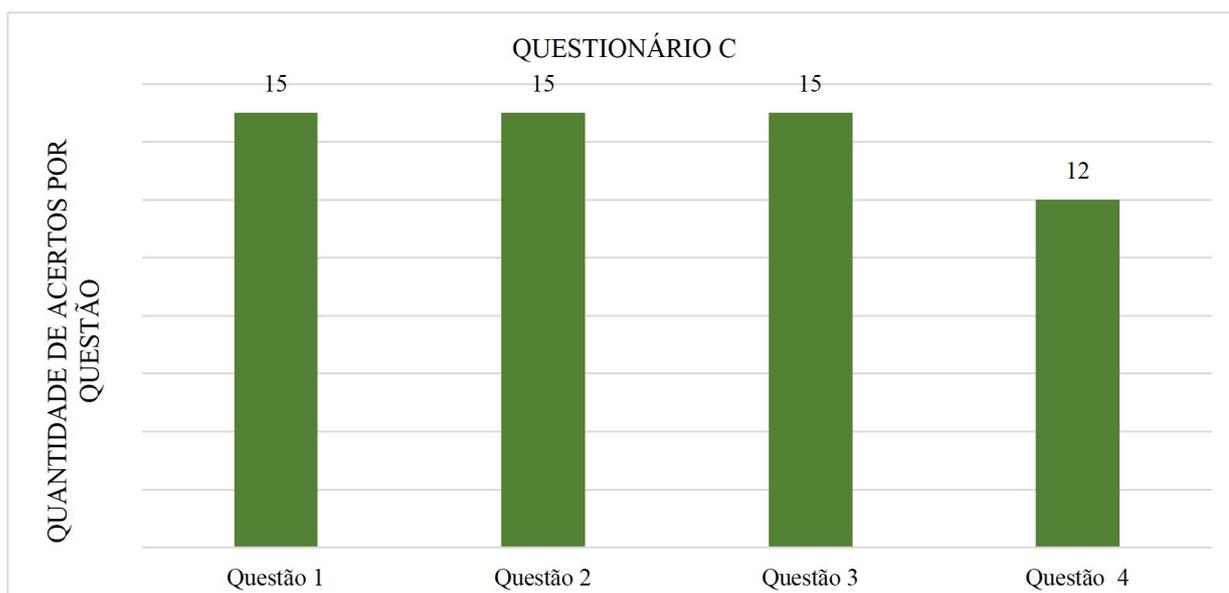


Fonte: Do autor (2023).

Após a análise das respostas, ambos os grupos obtiveram 100% de acerto. Estes resultados corroboram com os obtidos por Irwansyah e colaboradores (2018), que elucidaram o desenvolvimento de aplicativos de RA para o ensino de geometria molecular, relatando que o aplicativo é um recurso didático viável a ser utilizado nas aulas de Química, resultando em 92,5% de melhoria na compreensão do conteúdo pelos alunos. Vale ressaltar a boa aceitação em relação ao uso do aplicativo, o qual se utiliza da realidade aumentada (RA) aplicada na rotação por estações.

Para avaliar o ensino de isomeria geométrica aos alunos, foi elaborada uma segunda atividade pedagógica de acordo com o submodelo de rotação por estações, envolvendo a aplicação *on-line* do Questionário C, contendo 04 questões extraídas de exames de vestibulares (APÊNDICE C). Este questionário foi aplicado via *Google Forms*, cujo *link* de acesso foi disponibilizado aos alunos no grupo de *WhatsApp*. Participaram desta atividade 16 alunos. A quantidade de acertos por questão pode ser observada na Figura 16.

Figura 16 - Análise das respostas dadas dos alunos em relação ao Questionário C.



Fonte: Do autor (2023).

De acordo com os resultados obtidos e representados na Figura 16, observou-se o acerto de 75% nas respostas da questão 04, sendo que para as demais (questões 01, 02 e 03), a porcentagem de respostas corretas foram iguais a 94%. O menor índice de acertos para a questão 04 pode estar relacionado a maior complexidade da estrutura molecular e tamanho da cadeia carbônica bem como à representação da insaturação que não se encontra na orientação horizontal, como de costume. Os resultados evidenciaram uma boa aprendizagem em relação ao conteúdo de isomeria geométrica, em função dos elevados percentuais de acerto das questões do Questionário C.

Houve uma boa aceitação em relação ao uso do aplicativo “*Isomère Z/E*” que se utiliza de Realidade Aumentada (RA) aplicada ao ensino de isomeria geométrica. Todos os alunos expressaram surpresa e curiosidade no aplicativo utilizado e voltado para o ensino do conteúdo de isomeria geométrica. O aplicativo “*Isomère Z/E*” aplicado na rotação por estação contribuiu significativamente para a compreensão e aprendizagem de isomeria geométrica por

parte dos alunos, o que, conseqüentemente, levou à obtenção de um maior e ótimo índice de acertos das questões do Questionário C.

No que se refere à Realidade Aumentada, de acordo com Leite (2020), é uma tecnologia emergente que renderiza objetos virtuais bidimensionais (2D) e tridimensionais (3D) e permite que as pessoas interajam com objetos reais e virtuais ao mesmo tempo.

Irwansyah e colaboradores (2018) elucidam sobre o desenvolvimento de aplicativos de RA para o ensino de geometria molecular, relatando que o produto desenvolvido apresentou-se viável para ser utilizado nas aulas de Química, ocasionando a melhoria da compreensão do conteúdo de no mínimo 92% dos alunos.

5.5 Contextualizando o ensino de isomeria óptica

Para iniciar o estudo dos conteúdos de isomeria óptica, foi realizada em sala de aula uma leitura do texto relacionado ao medicamento Talidomida (RODRIGUES, 2020). Essa atividade 10 (Quadro 2) teve como objetivo contextualizar a tragédia ocorrida devido ao uso do medicamento, destacando a importância do conhecimento em Química para compreender o problema em questão.

Quadro 2 - Texto trabalhado com os alunos sobre o medicamento Talidomida.

A MÉDICA QUE SALVOU UMA GERAÇÃO DE BEBÊS DA TRAGÉDIA DA TALIDOMIDA NOS EUA

Margarita Rodríguez - BBC News Mundo - 15 julho 2020

O "não" que a médica Francesa Oldham Kelsey disse a uma empresa em 1960 foi um dos mais poderosos da história da indústria farmacêutica. Com sua negativa, ajudou a "salvar talvez milhares de pessoas da morte ou da invalidez durante a vida", afirmou a Agência Americana de Drogas e Alimentos (FDA, na sigla em inglês).

Quando a médica começou a trabalhar nessa organização, ela recebeu algo que parecia um pedido de "fácil" encaminhamento. Tratava-se de um remédio que inicialmente havia sido comercializado como sedativo na Europa, no fim dos anos 1950, e depois para aliviar náuseas durante a gravidez. Nos anos 1960, o medicamento era acessível em dezenas de países. Mas, Kelsey impediu sua venda nos Estados Unidos porque não estava satisfeita com as evidências apresentadas sobre sua segurança para uso. Vários meses depois viria à público um terrível vínculo que a comunidade científica internacional desconhecia: a Talidomida causava danos graves aos fetos. Foram ao menos 10 mil crianças que nasceram com diversas malformações. Alguns sem braços, outros sem pernas. Muitos outros morreram no útero. No Brasil, centenas de crianças foram atingidas pela tragédia. A Talidomida atingiu

famílias em mais de 45 países.

SENHORA OLDHAM

A paixão pela ciência levou Kelsey, que nasceu no Canadá em 1914, a especializar-se em farmacologia. Quando terminou seu mestrado em 1935, um de seus professores na Universidade McGill, em Montreal, a incentivou a se candidatar a uma vaga de assistente de pesquisa na Universidade de Chicago, nos EUA. O professor Eugene Geiling, que havia criado o departamento de farmacologia, enviou a ela uma carta de aceitação com um erro: a mensagem se dirigia ao "senhor Oldham". O acadêmico havia confundido o nome Frances pelo masculino Francis, segundo relata o obituário de Kelsey publicado no jornal "Washington Post", em 2015, quando ela morreu, aos 101 anos. A carta fez a jovem cientista hesitar: "Naqueles dias, quando uma mulher aceitava um emprego, isso a fazia sentir que estava privando um homem de sua capacidade de sustentar sua esposa e filho", refletiu a cientista em uma entrevista ao jornal "The New York Times". "Mas meu professor disse: Não seja estúpida. Aceite o trabalho, assine com seu nome e acrescente senhora entre parênteses. "Anos depois, Kelsey ria do episódio e dizia que se o nome dela fosse Elizabeth ou Mary Jane, sua carreira poderia ter terminado por aí.

Na Universidade de Chicago, Kelsey lançaria luz sobre "os perigos da negligência na supervisão de remédios", conta Stephen Phillips, em "Como uma médica-cientista salvou os EUA de uma catástrofe de malformações", segundo texto publicado pela própria instituição. Como estudante de pós-graduação em 1937, Kelsey desempenhou um papel-chave em outro caso histórico de regulação de remédios no século 20. Ela ajudou o professor Eugene Geiling a investigar a morte de 107 pessoas em diferentes regiões dos EUA. Tudo apontava, segundo o Washington Post, para um remédio que combatia infecções causadas por estreptococos. Embora não tivesse sido submetido aos testes de segurança necessários, o medicamento já era comercializado. "Muitos dos que tomaram o medicamento, incluindo um grande número de crianças, sofreram uma morte agonizante", lembrou o Washington Post. Geiling havia encomendado à pupila Kelsey que testasse o remédio em animais. Durante os experimentos, ela percebeu o efeito letal em camundongos. A tragédia levou o Congresso dos Estados Unidos a aprovar uma lei mais estrita para garantir que um medicamento fosse considerado seguro antes de chegar ao mercado. "Foi essa exigência que décadas depois levaria a médica Kelsey, então funcionária da FDA, a negar-se a aprovar a comercialização da Talidomida até que a fabricante provesse as evidências necessárias para garantir sua segurança", afirmou a FDA à BBC News Mundo, o serviço em espanhol da BBC.

BOA DEMAIS PARA SER VERDADE

Na Universidade de Chicago, Kelsey não apenas trabalhou como pesquisadora, mas também como professora. Lá, ela também se formaria como médica e conheceria seu marido F. Ellis Kelsey, outro cientista que ajudou a impedir que a Talidomida fosse comercializada no país. Em 1960, seu tutor Eugene Geiling trabalhava na FDA e não hesitou em contratar Kelsey. Apenas um mês depois de ocupar seu novo cargo, a médica "foi designada para revisar uma solicitação de venda de um medicamento que ajudava a dormir, que já era amplamente prescrito em outros países para enjoos da gravidez, entre outras condições", afirmou Phillips, autor do texto sobre Kelsey no site da Universidade de Chicago. Segundo ele, Kelsey lembrava-se claramente de sua primeira reação ao ver a apresentação da empresa William S. Merrell sobre a droga. "Era positiva demais. Não poderia ser a droga perfeita, sem riscos. "A Merrell tentava lançar o produto que havia sido criado pela empresa

farmacêutica alemã Chemie Grunenthal. Em entrevista à Universidade de Victoria, no Canadá, Kelsey afirmou que "todos nós sentimos que a solicitação inicial era inadequada" porque não demonstrava sua segurança. A especialista lembrou que surgiu uma discussão sobre quais informações os representantes da empresa poderiam ter "sobre a segurança do medicamento durante a gravidez". Embora a farmacologista tenha se tornado a figura central no caso, especialmente depois de uma reportagem do Washington Post que elogiou seu "ceticismo e tenacidade (...) para evitar o que poderia ter sido uma terrível tragédia americana", Kelsey sempre compartilhava o crédito com seus superiores e os outros dois membros da equipe: o farmacologista Oyam Jiro e o químico Lee Geismar.

IMPACTO NOS FETOS

Nos anos 1950, os cientistas e os profissionais de saúde não sabiam que um remédio poderia ultrapassar a barreira placentária e causar danos aos fetos, por isso não havia controle estrito de medicamentos durante a gravidez. A farmacêutica Merrell, como outras companhias à época, não havia testado a Talidomida em animais prenhes. Mas Keyser, que já havia estudado como medicamentos atingiam fetos, considerou que a farmacêutica parecia se basear mais em depoimentos do que em resultados de estudos bem desenhados ou provas clínicas. Por isso pediu mais informações antes de autorizar ou não sua comercialização nos EUA. A companhia apresentou mais dados e, ao mesmo tempo, começou uma pressão pública contra Kelsey, com cartas, telefonemas e visitas de executivos da Merrell. Ela foi chamada de exigente, teimosa e irracional, segundo o obituário dela no jornal The New York Times. A pesquisadora manteve sua postura de rejeitar as evidências apresentadas pela Merrell até que algo determinante aconteceu. Em fevereiro de 1961, ela leu um artigo na revista especializada British Medical Journal no qual um médico relatava efeitos adversos em braços e pernas de pacientes associados à Talidomida. Isso não apenas aumentou a preocupação de Kelsey como também a levou a pedir provas de que o remédio não era danoso aos fetos. Meses depois viriam à público relatos devastadores na Europa e na Austrália. Após diversas tentativas, a Merrell desistiu de entrar no mercado americano.

CASOS NO EUA

O medicamento nunca foi comercializado oficialmente nos EUA, mas o país não ficou imune à tragédia. Segundo a FDA, quase 20 crianças americanas haviam nascido com efeitos colaterais da Talidomida porque o remédio foi distribuído legalmente para fins de pesquisa. Quando os casos emergiram em outros países, as autoridades sanitárias correram para recolher os remédios distribuídos. O caso da Talidomida levou os EUA a aprovarem uma legislação mais rigorosa para regular medicamentos. "Houve mudanças na lei, e um dos requisitos era que, antes que um medicamento fosse comercializado, era preciso mostrar não apenas que era seguro como também eficaz para seu objetivo", lembrou Kelsey em entrevista à Universidade de Victoria. Depois do que aconteceu com a Talidomida, entre 1960 e 1990 cada vez mais países começaram a adotar procedimentos científicos elaborados pela FDA, afirmou Carpenter, de Harvard, autor do livro Reputação e Poder: Imagem Organizacional e Regulação Farmacêutica na FDA.

O QUE ACONTECEU COM A TALIDOMIDA

Segundo o Museu de Ciência do Reino Unido, os pesquisadores da farmacêutica Grunenthal, que fabricava o medicamento na Alemanha na década de 1950, haviam feito

testes e afirmaram que havia sido "praticamente impossível chegar a uma dose letal do medicamento" nos estudos com animais. Em grande parte, isso serviu de base para considerar a droga "inofensiva para os humanos". Ocorre que muitas substâncias que não são tóxicas para camundongos, por exemplo, podem ser danosas para outros mamíferos. E mesmo aquelas que são inócuas para vários animais podem se revelar extremamente tóxicas para os seres humanos. E foi a partir dessa constatação que se estabeleceu boa parte do protocolo de testagem de medicamentos em vigor até hoje. Por isso, uma nova droga, para ser aprovada, precisa ser testada em pelo menos três diferentes animais e também nos seres humanos – em nada menos que quatro fases, em geral. O medicamento foi vendido em 49 países e levou cinco anos para que fosse estabelecida uma conexão entre a Talidomida tomada por grávidas e o impacto em seus filhos. Ela só foi retirada do mercado em 1961. No Brasil, vítimas da Talidomida ganharam direito a indenizações pelo governo brasileiro em 2010. O governo foi responsabilizado porque, diferentemente de outros países, que retiraram a droga de circulação em 1961, o Brasil só suspendeu o uso do medicamento para este fim quatro anos depois.

Fonte: Margarita Rodríguez (2020) - modificada.

Após a leitura do texto sobre o medicamento Talidomida, foram abordadas algumas questões com os alunos, tais como se algum deles já havia ouvido falar sobre o medicamento e sua tragédia, considerada a maior da história da medicina. Surpreendentemente, todos os presentes relataram que nunca haviam tido conhecimento sobre o medicamento ou seus efeitos. Esse desconhecimento dos alunos está relacionado ao fato de que não haviam tido qualquer conhecimento relacionado ao conteúdo químico de isomeria. Considerando-se os fatos relacionados à Talidomida, os alunos foram questionados sobre o que pensavam sobre o medicamento ter sido responsável por tamanha tragédia. Esse questionamento causou um momento de grande debate entre os alunos, sendo várias vezes retomado o texto citado acima em relação à força da indústria farmacêutica e a coragem da pesquisadora OLDHAM. Alguns alunos verbalizaram que a mesma teve a "sorte de não ter sido calada" bem como no entendimento de alguns alunos, eles acreditam que existam medicamentos que possam curar o câncer e outras doenças complexas. Porém, nas palavras dos alunos, o objetivo da indústria farmacêutica é a de prolongar a vidas desses pacientes tornando-os dependentes de medicamentos muito "caros", garantindo "lucros incalculáveis". Outro questionamento feito tratou-se da prática da automedicação, sendo constatado que todos os alunos afirmaram já terem se automedicado em algum momento. Foi relatado também que a maioria deles não leu a bula dos medicamentos utilizados para o seu uso adequado, desconhecendo possíveis efeitos colaterais e contraindicações.

Em outro momento deu-se continuidade nas atividades com a sala de aula invertida tratando do conteúdo de isomeria óptica. Para isso, na sala de aula invertida, foram disponibilizados aos alunos o *link* da videoaula (<https://www.youtube.com/watch?v=2xj2nR1lg70&t=38s>) no grupo de *WhatsApp* pelo aplicativo *Edpuzzle* relacionando os conceitos básicos a respeito do conteúdo de isomeria óptica e polarimetria (Atividade 10, Quadro 1). Também foi disponibilizado um vídeo detalhando sobre a tragédia na medicina relacionada ao uso do medicamento Talidomida. Dentre os 21 alunos participantes da sala virtual “Isomeria” no *Edpuzzle*, 4 alunos (19,0%) assistiram à videoaula completamente, 1 aluno (4,8%) assistiu a 50% da videoaula e 16 alunos (76,2%) não assistiram a videoaula. É relevante considerar que a sala de aula invertida era até então uma prática pedagógica desconhecida para os alunos participantes da pesquisa, o que representou um desafio a ser superado. Esse fato pode justificar a variação com relação à assiduidade dos mesmos no desenvolvimento dessa atividade. Entretanto, existem alternativas para que a adesão possa ser maior, sendo elas por exemplo, solicitar que o aluno faça um resumo da videoaula para ser discutido no momento da roda de conversa/grupo de estudo, bem como editar os vídeos no próprio *Edpuzzle* adicionando questões relacionadas ao tema estudado para que o aluno possa responder.

A próxima atividade foi destinada a aplicação da roda de conversa/grupo de estudo tratando da isomeria óptica. Houve a necessidade da suspensão das aulas presenciais por conta do número elevado de professores, servidores e alunos infectados pela COVID-19, sendo novamente necessário que essa atividade fosse desenvolvida de forma assíncrona através da plataforma *Microsoft Teams*. A Figura 17 mostra a interface da plataforma *Microsoft Teams* utilizada para a realização dessa atividade síncrona.

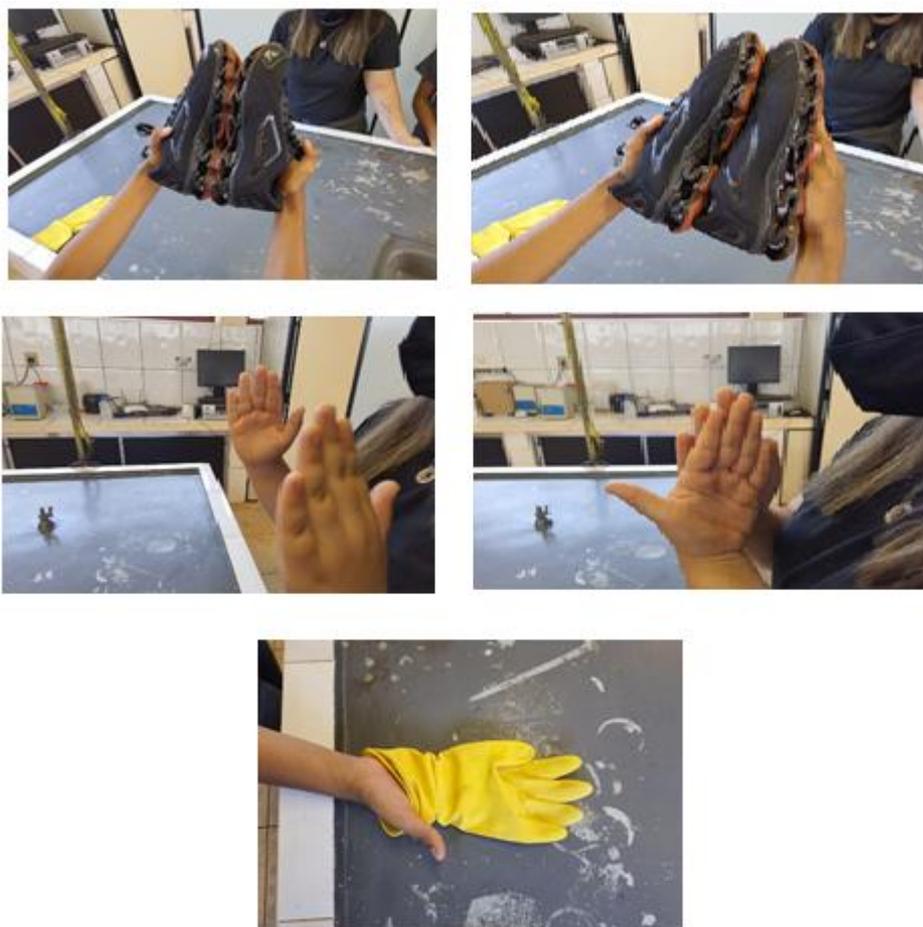
Figura 17 - Interface da plataforma *Microsoft Teams* utilizada na roda de conversa/grupo de estudo de isomeria óptica.



Fonte: Do autor (2023).

Aplicando-se o submodelo de rotação por estações (Estação 01, atividade 12), os alunos foram levados ao laboratório de química, onde foi discutido com eles a quiralidade de objetos comuns, (tênis, luvas, mãos) com o objetivo de solidificar os conhecimentos acerca da isomeria óptica (carbono quiral, enantiômeros), trazendo novamente a situação problema (Talidomida). A turma foi dividida e 4 grupos denominados A, B, C e D, respectivamente. Foi solicitado que cada grupo designasse um integrante para criar a imagem espelhada de um par de tênis e das mãos. Em seguida, foi pedido que tentassem sobrepor as imagens das mãos e do par de tênis. Além disso, um membro do grupo vestiu uma luva da mão esquerda na mão direita para ilustrar na prática a ideia dos enantiômeros, conforme demonstrado na Figura 18.

Figura 18 - Propriedade da quiralidade em objetos comuns.



Fonte: Do autor (2023).

Em seguida, os grupos se deslocaram para o laboratório de informática da escola. O professor compartilhou um *link* na plataforma de bate-papo em grupo do *WhatsApp* chamado "Isomeria", que direcionava para a plataforma "*Jigsaw Planet*". Essa plataforma permite a

criação de quebra-cabeças *on-line*, acessíveis a qualquer pessoa que tenha o *link*. Na plataforma, é possível transformar qualquer tipo de imagem em quebra-cabeças, desde os mais simples até os mais complexos. Além disso, é possível controlar o tempo gasto para concluir o jogo. Na atividade, foi preparada uma imagem da molécula de Talidomida e através da plataforma "*JigSaw Planet*", solicitou-se a criação de um quebra-cabeça de 48 peças, disponibilizando um tempo de 15 minutos aos alunos para montarem o quebra-cabeça. Além disso, eles deveriam escrever em uma folha, que seria entregue ao professor, indicando o carbono quiral. A Figura 19 apresenta a interface da plataforma "*JigSaw Planet*".

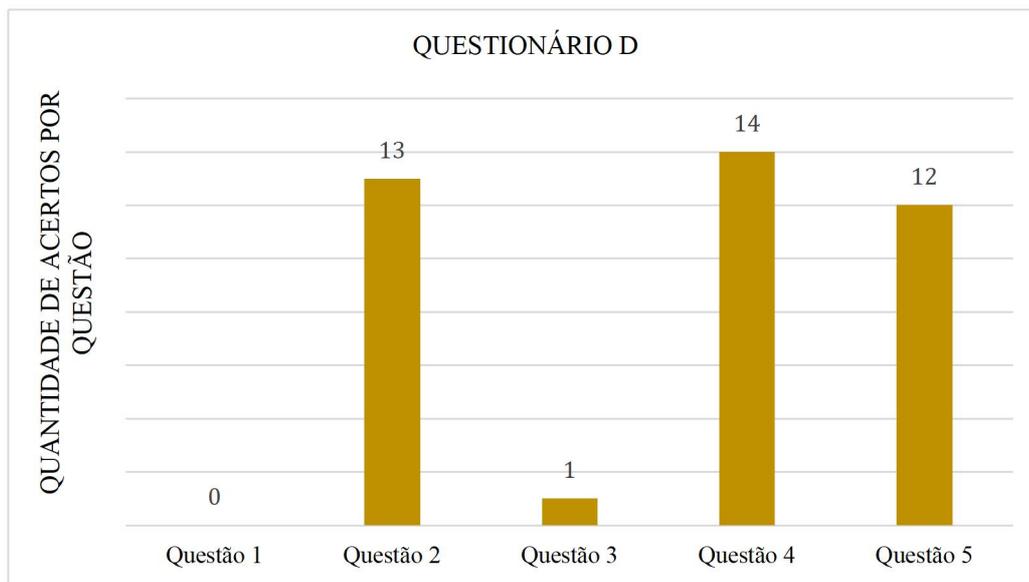
Figura 19 - Interface da plataforma "*JigSaw Planet*".



Fonte: Do autor (2023).

Na segunda estação por rotação (Estação 02, atividade 12), foi aplicado o questionário D com o objetivo de avaliar os alunos no que se refere à isomeria óptica, que contava com 5 questões extraídas de vestibulares e ENEM, utilizando o *Google Forms*. Participaram desta atividade 15 alunos, sendo que dentre aqueles que responderam corretamente à nenhuma, duas ou três questões foram 01 (7%), 02 (13%), 12 (80%) alunos, respectivamente.

A Figura 20 demonstra a quantidade de acertos por questão do Questionário D.

Figura 20 - Análise das respostas dadas pelos alunos em relação ao questionário D.

Fonte: Do autor (2023).

Em geral, as respostas obtidas após a aplicação do questionário D foram satisfatórias. Entretanto, foi possível observar que não houve um número significativo de acertos para as questões 01 e 03. Para a questão 01, não houve acerto de resposta por parte dos alunos. Em se tratando da questão 03, apenas um aluno respondeu corretamente. Uma justificativa relacionada ao resultado obtido para questão 01 remete à dificuldade dos alunos em compreender a estrutura molecular de um composto orgânico na sua forma tridimensional, estando ela representada na forma bidimensional (CORREIA *et al.*, 2010; TRINDADE *et al.*, 2020). Durante as rodas de conversa/estudo em grupo, os alunos relataram dificuldades na visualização de estruturas moleculares tridimensionais, assim como na compreensão de conceitos relacionados aos enantiômeros, moléculas simétricas e assimétricas e centro quiral. A representação plana das moléculas em duas dimensões, apesar de ser a mais utilizada, pode dificultar a identificação do carbono assimétrico ou quiral, uma vez que ele não é facilmente visualizado nessa forma de representação. Não se pode descartar também a possibilidade dos alunos não terem compreendido o conteúdo de carbono assimétrico ou quiral. Em se tratando da questão 03, além das dificuldades relatadas para as respostas da questão 01, o baixo índice de acertos pode estar relacionado também à dificuldade de nomenclatura e estrutura de radicais. Uma vez obtidos esses resultados, novamente foi trabalhado com os alunos o conteúdo e representação de centro quiral, visando sanar as dificuldades observadas nas respostas das questões 01 e 03.

De forma geral, de acordo com os resultados do questionário D, foi possível identificar a função educativa das atividades desenvolvidas em relação ao conteúdo de isomeria óptica, mostrando serem eficazes na construção do conhecimento sobre o tema abordado. É importante ressaltar o alerta de Maldaner (2000) de que é necessário promover um ensino dinâmico e contextualizado de Química, capaz de motivar os alunos pela curiosidade e participação ativa.

5.6 Avaliação da abordagem pedagógica empregada (Ensino Híbrido), do uso do *WhatsApp* e da experimentação realizada

Para melhor avaliar o conteúdo de isomeria e a abordagem pedagógica do Ensino Híbrido, os alunos opinaram sobre algumas afirmações, reunidas no Questionário E (Quadro 01, atividade 13), utilizando uma escala tipo Likert de 5 pontos (LIKERT, 1932). Os 5 pontos considerados no questionário tipo Likert foram: Comcordo plenamente (1), Concordo parcialmente (2), Não concordo nem discordo (3), Discordo parcialmente (4) e Discordo totalmente (5). Durante a aplicação do questionário, foi explicado aos alunos a importância da sinceridade nas respostas e que não existiam respostas certas ou erradas. Dos 21 alunos participantes da pesquisa, somente 16 responderam ao questionário. Analisadas as respostas dadas pelos alunos frente ao Questionário E, os resultados obtidos são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 - Respostas do Questionário E a partir das análises dos alunos.

Afirmações	1	2	3	4	5
1. A forma com que foram desenvolvidas as atividades para a aprendizagem do conteúdo de isomeria, isto é, envolvendo atividades <i>on-line</i> , foi satisfatória.	13 (81,3%)	3 (18,7%)			
2. As diferentes atividades preparadas (videoaulas, textos, roda de conversa, estações por rotação) contribuíram para o aprendizado de isomeria.	15 (93,8%)	1 (6,2%)			
3. Tenho maior preferência pelas aulas tradicionais a ter que realizar os estudos com atividades <i>on-line</i> .	6 (37,5%)	7 (43,7%)	2 (12,5%)	1 (6,3%)	

Afirmações	1	2	3	4	5
4. O aplicativo <i>WhatsApp</i> contribuiu para estabelecer uma maior interação entre professor-aluno.	14 (87,5%)	1 (6,3%)	1 (6,2%)		
5. O uso do <i>WhatsApp</i> na perspectiva do Ensino Híbrido contribuiu para a minha aprendizagem sobre isomeria.	12 (75,0%)	3 (18,8%)			1 (6,2%)
6. O conhecimento sobre isomeria é importante, a ponto de evitar problemas de saúde ao ingerir um medicamento.	12 (75,0%)	2 (12,7%)	2 (12,7%)		
7. Eu compreendi melhor os conceitos químicos relacionados à isomeria quando tive o contato prévio com os materiais que foram disponibilizados para estudos, antes da aula presencial.	13 (81,2%)	3 (18,8%)			
8. Compreendo a correlação entre o conhecimento químico de isomeria e a causa da tragédia relacionada ao medicamento talidomida.	8 (50,0%)	4 (25,0%)	4 (25,0%)		

Fonte: Do autor (2023).

Os alunos responderam à afirmação 1 do Questionário E, e 13 deles (81,3%) concordaram plenamente que as atividades *on-line* foram satisfatórias, enquanto apenas 3 alunos (18,7%) concordaram parcialmente. A partir dessas respostas, pode-se concluir que a grande maioria aprovou a forma como as atividades foram desenvolvidas. Na afirmação 2, 93,8% dos alunos concordaram que as diferentes atividades realizadas contribuíram para o aprendizado em isomeria. Esses resultados indicam que a maioria dos alunos aceitou bem as atividades aplicadas e reconheceu que elas contribuíram significativamente para o processo de ensino e aprendizagem em isomeria.

A afirmação 3 do questionário referia-se à preferência dos estudos tradicionais em relação aos estudos *on-line*. No entanto, é importante lembrar que o termo "tradicional" deve ser usado com cuidado, pois pode remeter a um tempo em que não possuíamos tantas tecnologias como hoje em dia. As respostas obtidas foram as seguintes: 37,5% concordaram plenamente, 43,7% concordaram parcialmente, 12,5% foram indiferentes e 6,3% discordaram parcialmente. Esses resultados indicam que, apesar da grande aceitação do uso das TDIC, os

alunos ainda preferem aulas presenciais. No entanto, é importante destacar que as TDIC não devem ser vistas como a solução para os problemas da educação atual (FIORENTINI e LORENZATO, 2006).

Em se tratando da afirmativa 4, 87,5% concordaram plenamente que o aplicativo *WhatsApp* contribuiu para uma maior interação professor-aluno.

Após a análise das respostas obtidas na afirmativa 5 do questionário, que investigou se o uso do *WhatsApp* na perspectiva do Ensino Híbrido contribuiu para a aprendizagem sobre isomeria, verificou-se que 75,0% dos alunos concordaram plenamente, 18,8% concordaram parcialmente, enquanto apenas 6,2% discordaram totalmente. Assim, pode-se concluir que o aplicativo *WhatsApp* foi avaliado pelos alunos como uma ferramenta digital adequada para o ensino de isomeria, reforçando a importância das tecnologias no processo de ensino-aprendizagem.

Os resultados obtidos da afirmação 6, mostram que 75,0% dos alunos concordam plenamente que o conhecimento sobre isomeria é importante, a ponto de evitar problemas de saúde ao ingerir um medicamento. A conscientização sobre a importância da propriedade de isomeria, muito está relacionada com todo o trabalho do professor-pesquisador em ter promovido discussões em sala de aula e disponibilizado diferentes materiais como, por exemplo, vídeo, texto e tendo promovido discussões com os alunos e por trazer relatos da tragédia relacionada ao não conhecimento dos isômeros da Talidomida na década de 1960.

Na afirmação 7, é observado que a utilização prévia dos materiais disponibilizados para estudo contribuiu para o melhor entendimento dos conceitos de isomeria, ressaltando a importância de preparar os alunos para a aula presencial.

Já na afirmação 8, é indicado que metade dos alunos concordaram plenamente sobre a correlação entre o conhecimento químico de isomeria e a causa da tragédia da Talidomida, destacando a importância do uso de exemplos reais e contextualizados em sala de aula. Diante desses resultados, é importante que o professor-pesquisador continue a utilizar práticas diferenciadas e contextualizadas, a fim de manter o interesse dos alunos pela química e possibilitar a aprendizagem significativa dos conteúdos abordados.

Após o desenvolvimento da presente pesquisa, o professor-pesquisador se sentiu motivado a continuar introduzindo práticas diferenciadas e contextualizadas em suas aulas para que os alunos tenham cada vez mais interesse pela química e possam aprender de forma significativa os conteúdos abordados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As TDIC estão cada vez mais acessíveis e presentes na vida da maioria dos alunos brasileiros do Ensino Médio e o uso deve ser melhor empregado e oportunizado no âmbito educacional de forma crítica, significativa, reflexiva e ética, permitindo-se ampliar a comunicação, o conhecimento e voltado para a construção de uma sociedade mais autônoma e justa. A utilização das TDIC aliada à modalidade do Ensino Híbrido muito contribuiu para os estudos do conteúdo de isomeria (constitucional, geométrica e óptica), sendo esse considerado muito complexo e de difícil compreensão por parte dos alunos. A abordagem do problema causado pelo medicamento Talidomida, trazida na pesquisa permitiu aos alunos compreender a importância de se ter conhecimentos sólidos na área da Química, para que problemas semelhantes possam ser evitados.

A sequência didática proposta para o ensino de isomeria por meio do Ensino Híbrido foi bem-sucedida, conforme evidenciado pelos resultados obtidos e pelas observações do professor-pesquisador. O uso dos aplicativos *WhatsApp* e *Edpuzzle* como ferramentas de apoio durante as atividades mostraram-se adequados e eficientes, auxiliando muito o processo de ensino de isomeria por meio da abordagem do Ensino Híbrido.

Inicialmente, a principal dificuldade na abordagem pedagógica foi conscientizar os alunos a terem autonomia dos estudos, por meio da visualização completa das videoaulas. Por não se tratar de uma atividade rotineira na escola, onde a pesquisa foi realizada, a sala de aula invertida teve pouca adesão aos estudos, demandando maior período de tempo para que a prática se tornasse um hábito. Considerando que há um processo para que a mudança na rotina de estudo aconteça, até que os alunos se acostumem com a nova abordagem de ensino, deve-se ter o envolvimento de professores, de gestores de escolas e, principalmente, da família do aluno. A proposta de incluir atividades avaliativas como, por exemplo, a realização de exercícios, escrita de resumos sobre os conteúdos das videoaulas pode ser também uma forma de minimizar esse problema. Durante a realização da pesquisa, os alunos se adaptaram ao uso das TDIC para estudar *on-line*, seguindo o modelo de sala de aula invertida.

Com relação à aplicação da abordagem pedagógica híbrida no ensino de isomeria, foi observada melhora no diálogo entre os alunos e com o professor-pesquisador. Isso ajudou o professor a identificar as dificuldades de aprendizagem e encontrar soluções para elas, uma vez que os alunos tiveram mais oportunidades de compartilhá-las. As atividades baseadas nos submodelos de sala de aula invertida e laboratório rotacional proporcionaram maior

participação dos alunos durante as aulas, além do desenvolvimento da autonomia e da responsabilidade para a construção do próprio conhecimento.

O produto educacional desenvolvido mostrou-se adequado, pertinente e está alinhado ao contexto tecnológico em que os alunos estão inseridos. O material produzido foi capaz de fornecer uma abordagem pedagógica diferenciada e coerente para o ensino dos conceitos sobre isomeria, proporcionando uma aprendizagem lógica, diversificada e contextualizada. Dessa forma, o objetivo principal não foi apenas fazer com que os alunos memorizassem as informações, mas sim que elas fossem compreendidas e fizessem sentido a eles.

No modelo de atividade proposto, o papel do professor foi o de mediador, permitindo que os alunos desenvolvessem autonomia em seu processo de ensino e aprendizagem. O desenvolvimento deste trabalho de pesquisa possibilitou a criação de um produto educacional em forma de sequência didática, que pode ser utilizado por outros professores como recurso no ensino de isomeria. Esse produto educacional foi desenvolvido com o intuito de fornecer uma abordagem lógica, diversificada e contextualizada para os alunos, de modo que os conteúdos não sejam apenas memorizados, mas sim, compreendidos de forma significativa.

REFERÊNCIAS

ALVES, A. L.; PORTO, C.; OLIVEIRA, K. E. **Educação mediada pelo *whatsapp***: uma experiência com jovens universitários. *In*: SANTOS, E.; PORTO, C. (org.). *App-Education: fundamentos, contextos e práticas educativas luso-brasileiras na cibercultura*. Salvador: Edufba, 2019, p.221-240.

AMRY, A. B. The impact of *whatsapp* mobile social learning on the achievement and attitudes of female students compared with face to face learning in the classroom. **European Scientific Journal**, v. 10, n. 22, p. 116–136, 2014.

APARICI, R. **Conectividade no ciberespaço**. *In*: APARICI, Roberto (org.). *Conectados no ciberespaço*. São Paulo: Paulinas, 2012. p. 5-24.

ATIKINS, P.; JONES, L.; LAVERMAN, L. **Princípios de Química, Questionando a Vida Moderna e o Meio Ambiente**, 7ª ed., 2018.

AVELINO, W. F.; MENDES, J. G. A realidade da educação brasileira a partir da Covid-19. **Boletim de Conjuntura**, Boa Vista, v. 2, n. 5, p. 56-62, 2020. Disponível em: <https://revista.ufr.br/boca/article/view/AvelinoMendes/2892>. Acesso em: 18 de mar. 2021.

BACICH, L.; NETO, A. T.; TREVISANI, F. M. **Ensino híbrido: personalização e tecnologia na educação**. Porto Alegre: Penso, 2015.

BACK L.B.; Da SILVA, G.B.. A ATIVIDADE EXTRA CLASSE COMO SUPORTE NO PROCESSO DE ENSINO E APRENDIZAGEM. *In*: Os defasios da escola pública paranaense na perspectiva do professor. *Caderno PDE*, v. 01, 2016. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernos/pdebusca/producoes_pde/2016/2016_artigo_ped_unespar-paranavai_lucianabuttgen.pdf. Acesso em dez 2022.

BARBOZA, D. A. P. Sala de aula invertida e o uso de tecnologias de informação e comunicação como alternativas para o ensino de química. **Trabalho de Conclusão de Curso - Curso de Especialização em Tecnologias da Informação e Comunicação aplicadas a EAD**, Universidade Federal de Santa Maria, UFSM, RS, p. 24, 2017.

BARRETO, A. C. F; ROCHA, D. N. Covid-19 e Educação: Resistências, Desafios e (Im) Possibilidades. **Revista ENCANTAR – Educação, Cultura e Sociedade**. Bom Jesus da Lapa, v. 2, 2020, p. 01-11. Disponível em: <http://www.revistas.uneb.br/index.php/encantar/article/view/8480>. Acesso em: 06 de abril de 2021.

BERGMANN, J.; SAMS, A. **Flip your classroom: reach every student in every class every day**. Washington, DC: International Society for Technology in Education, 2012. Disponível em: <http://ilib.imu.edu.my/NewPortal/images/NewPortal/CompE-Books/Flip-Your-Classroom.pdf>. Acesso em 07 abr. 2020.

BORBA, M. C.; PENTEADO, M. G. **Informática e Educação Matemática**. 4. ed. Belo Horizonte, MG: Autêntica Editora, 2010.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular (BNCC), Brasília: MEC, 2018. Disponível em: http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: dez 2022.

BRASIL. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros curriculares nacionais (Ensino Médio)** – Linguagens, Códigos e suas Tecnologias. Brasília, 2000. Disponível em: [/http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/linguagens02.pdf/](http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/linguagens02.pdf/). Acesso em 12/01/2021.

BRASIL. Ministério da Educação. Base Nacional Comum Curricular. **Educação é a base (Ensino Médio)**. Brasília, 2017. Disponível em: [/http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC/_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf/](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC/_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf/). Acesso em 12/01/2021.

CAREY, F. A. **Química Orgânica**, 7^a ed., v. 1, 2016.

CHAN, A. S. C. A new route to important chiral drugs. **Chemtech**, v. 23, p. 46-51, 1993.

CHHABRA, N.; ASERI, M. L. A.; PADMANABHAN, D. A review of drug isomerism and its significance. **International Journal of Applied Basic Medical Research**, v. 3, n. 1, p. 16-18, 2013.

CHRISTENSEN, C.M.; HORN, M.B; STAKER, H. **Ensino Híbrido**: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos. 2013. Disponível em: https://s3.amazonaws.com/porvir/wp-content/uploads/2014/08/PT_Is-K-12-blended-learning-disruptive-Final.pdf/. Acesso em: 06 out. 2020.

CORREIA, M. E. A. *et al.* Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos alunos do ensino médio e evolução conceitual. **Revista. Ensaio**. Belo Horizonte, MG, v.12, p.83-100, 2010. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/epec/v12n2/1983-2117-epec-12-02-00083.pdf>. Acesso em 06 out. 2020.

COUTINHO, I. J.; RODRIGUES, P. R.; ALVES, L. Jogos eletrônicos, redes sociais e dispositivos móveis: reflexões sobre espaços educativos. **Obra Digital**. n.10, 2016, p.1-12. Disponível em: <http://revistesdigitais.uvic.cat/index.php/obradigital/article/view/76> Acesso em: 29 dez. 2020.

CUNHA, C. As tecnologias da informação e comunicação (TIC): concepções e experiências de professores sobre o aplicativo *WhatsApp* no ensino de ciências e biologia. **Encontro Internacional de Formação de Professores e Fórum Permanente de Inovação Educacional**, v. 11, n. 1, 2018. Disponível em: <https://eventos.set.edu.br/index.php/enfope/article/view/9022/3946>. Acesso em: 20 jul. 2020.

ENFIELD, J. Looking at the impact of the flipped classroom model of instruction on undergraduate multimedia students at CSUN. **TechTrends**, v. 57, p. 14–27, 2013.

FEDERSEL, H. J. Drug chirality - scale-up, manufacturing, and control. **Chemtec**, v. 23, p. 24-33, 1993.

FERRARINI, R.; SAHEB, D.; TORRES, P. L. Metodologias ativas e tecnologias digitais: aproximações e distinções. **Revista Educação em Questão**, v. 57, n. 52, p. 1-30, 2019.

FIORENTINI, D.; LORENZATO, S. **Investigação em Educação Matemática: percursos teóricos e metodológicos**. Campinas, SP: Autores Associados, 2006.

FONSECA, M. R. M. **Completamente Química: química orgânica**. FTD: São Paulo, 2001.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. 25 ed. São Paulo: Paz&Terra, 1996.

GELLAD, W. F.; CHOI, P. B. S.; MIZAH, M.; GOOD, C. B. Assessing the Chiral Switch: Approval and Use of Single-Enantiomer Drugs, 2001 to 2011. **The American Journal of Managed Care**, v. 20, n. 3, p., 2014.

GHOSH, N.; VITKIN, I.A. Tissue polarimetry: concepts, challenges, applications and outlook. **Journal of Biomedical Optics**, v. 16, n. 11, p. 1-25, 2011.

GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2010.

HAMDAN, N.; MCKNIGHT, P.; MCKNIGHT, K.; ARFSTROM, K. M. **A review of flipped learning**, 2013. Disponível em: https://flippedlearning.org/wp-content/uploads/2016/07/LitReview_FlippedLearning.pdf. Acesso em 19 mar. 2020.

HERREID, C. F.; SCHILLER, N. A. Case studies and the flipped classroom. **Journal of College Science Teaching**, v. 42, p.62–66, 2013.

HUNG, E. S. *et al.* **Fatores associados ao nível de uso das TIC como ferramentas de ensino e aprendizagem nas escolas públicas do Brasil e da Colômbia**. Baranquilla: Editorial Universidad del Norte, 2015.

IBGE. Estatísticas de Gênero: indicadores sociais das mulheres no Brasil, 2ª Ed., n.38, 2021.

IRWANSYAH, Ferli Septi et al. Augmented reality (AR) technology on the android operating system in chemistry learning. In: **IOP conference series: Materials science and engineering**. IOP Publishing, 2018. p. 012068.

KLEIN, D. **Química Orgânica**, 2ª ed., v.1, 2016.

KURNIAWATI, N., MAOLIDA, E. H., & ANJANIPUTRA, A. G. The praxis of digital literacy in the efl classroom: digital-immigrant vs digital-native teacher. **Indonesian Journal of Applied Linguistics**, v. 8, n. 1, p. 28–37, 2018.

LEITE, B. S. Aplicativos de realidade virtual e realidade aumentada para o ensino de Química. **Revista de Estudos e Pesquisa sobre Ensino Tecnológico (EDUCITEC)**, v. 6, e097220, 2020.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: editora 34, 1999.

LIBÂNEO, J.C. **Didática**. Editora Cortez, 2ª Ed., 2018, pg 288.

LIKERT, R. A. **Technique for the measurement of attitudes**. Archives of Psychology. n. 140, p. 44-53, 1932.

LIMA-JÚNIOR, C. G. *et al.* A Sala de Aula Invertida no Ensino de Química: planejamento, aplicação e avaliação no ensino médio. **Revista Debates em Ensino de Química**, v. 3, n. 2, p. 119-145, 2017.

LORENZO, E. M. **A Utilização das Redes Sociais na Educação: A Importância das Redes Sociais na Educação**. 3 ed. São Paulo: Clube de Autores, 2013, 126 p.

MALDANER, O. A. **A formação inicial e continuada de professores de Química**. Ijuí: Ed. Unijuí, 2000.

MARTINS, E. R. *et al.* Comparação entre o modelo da sala de aula invertida e o modelo tradicional no ensino de matemática na perspectiva dos aprendizes. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.14, n.1, p. 522-530, 2019.

MARTINS, R. X. A Covid-19 e o fim da educação a distância: um ensaio. **Revista de Educação a Distância**. v. 7, n. 1, 2020, p. 242-256. Disponível em: <https://www.aunirede.org.br/revista/index.php/emrede/article/view/620>. Acesso em: 06 de abril de 2021.

MASON, G.S.; SHUMAN, T.R.; COOK, K.E. Comparing the Effectiveness of an inverted classroom to a traditional classroom in an upper-division engineering course. **IEEE Transactions on Education**, v. 56, n. 4, p. 430-435, 2013.

MCMURRY, J. **Química Orgânica**. Tradução da 7ª. ed. pela All Tasks. São Paulo: Cengage Learning, combo, 2011.

MENESES, F.M.G.; NUÑEZ, I.B. Erros e dificuldades de aprendizagem de estudantes do ensino médio na interpretação da reação química como um sistema complexo. **Ciência e Educação**, São Paulo, v. 24, n.1, p.175-190, 2018.

MIRANDA, G. L. Limites e possibilidades das TIC na educação. Sísifo: **Revista de Ciências e Educação**, n. 03, p.41-50, 2007.

MORAN, K.; MILSOM, A. The flipped classroom in counselor. **Education Counselor Education & Supervision**, v. 54, p. 32-43, 2015.

MOREIRA, A.; TRINDADE, S. D. **Whatsapp como dispositivo pedagógico para a criação de ecossistemas educacionais.** In: PORTO, C.; OLIVEIRA, K. E.; CHAGAS, A. (org.). *Whatsapp e Educação: entre mensagens, imagens e sons* [online]. Salvador: Ilhéus: Edufba, 2017. p.49-68 (302 p.).

NÚCLEO DA INFORMAÇÃO E COORDENAÇÃO DO PONTO BR - NIC.BR. Resumo Executivo - Pesquisa sobre o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos domicílios brasileiros - TIC Domicílios 2020, ano 2020: Disponível em: <https://cetic.br/pt/publicacao/resumo-executivo-pesquisa-sobre-o-uso-das-tecnologias-de-informacao-e-comunicacao-nos-domicilios-brasileiros-tic-domicilios-2020/>. Acesso em: 26, jul. 2022.

ORLANDO, R.M.; *et al.* Importância farmacêutica de fármacos quirais. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 4, n. 1, p. 08-14, 2007. Disponível em: <https://www.revistas.ufg.br/REF/article/view/2115/2061>. Acesso em: 04 jan .2021.

PACZKOWSKI, I. M.; PASSOS, C.G., *Whatsapp: uma ferramenta pedagógica para o ensino de química.* **Renote-Revista Novas Tecnologias na Educação**, v.17, n. 1, 2019.

PEREIRA, C. Z. S. **Desenvolvimento de um aplicativo de realidade aumentada para o ensino de isomeria: o uso de dispositivos móveis como facilitadores no processo de ensino aprendizagem da química orgânica.** Dissertação (Mestrado em Química) Universidade São Paulo. Ribeirão Preto, p. 117. 2022.

PINHEIRO, A, P.; PINHEIRO, F. O uso do celular em tempos de pandemia – Uma análise da nomofobia entre os jovens. **Revista Tecnologias Educacionais em Rede**, v.2, n. 3, 2021.

PORTO, C. M.; OLIVEIRA, K. E.; CHAGAS, A. **Educação e whatsapp: ensinar e aprender por mensagens instantâneas.** In: PORTO, C.; OLIVEIRA, K. E.; CHAGAS, A. (org.). *Whatsapp e Educação: entre mensagens, imagens e sons*. Salvador: Ilhéus, Edufba, 2017, p.9-14.

RODRIGUES, T. A utilização do aplicativo *whatsapp* por professores em suas práticas pedagógicas. In: Colóquio internacional de educação com tecnologia, 2, 2015 e simpósio hipertexto e tecnologias na educação, 4, 2015, Recife, PE **Anais [...]**. Recife, PE: UFPE, 2015, p. 01-15. Disponível em: <<http://www.nehte.com.br/simposio/anais/Anais-Hipertexto2015/A%20utiliza%C3%A7%C3>>. Acesso em : 04 jan 2021.

RODRÍGUEZ, M. A. Médica que salvou uma geração de bebês da tragédia da talidomida nos EUA. **BBC News Mundo**, 15 jul. 2020. Disponível em: <https://bbc.com/portuguese/geral-53402957>. Acesso em: 23 fev. 2023.

RONDINI, C. A.; PEDRO, K. M.; DUARTE, C. dos S. Pandemia do covid-19 e o ensino remoto emergencial: Mudanças na práxis docente. **EDUCAÇÃO**, v. 10, n. 1, p. 41–57, 2020. Disponível em: <https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/9085>. Acesso em: 06 abr. 2021. <<https://periodicos.set.edu.br/educacao/article/view/9085>>.

SANTOS, A.O. *et al.* Dificuldades e motivações de aprendizagem em Química de alunos do ensino médio investigadas em ações do (PIBID/UFS/Química). **Scientia Plena**, v.9, p. 2-6, 2013. Disponível em: <https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/viewFile/1517/812>. Acesso em 06 abr. 2021.

SCHIEHL, E. P.; MARTINS, L. P. R.; SANTOS, L. M. *WhatsApp* como uma ferramenta de apoio na construção do conhecimento de sequências numéricas no primeiro ano do Ensino Médio. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 1, n. 9, 2017.

SCHUARTZ, A.S.; SARMENTO, H.B.M. **Tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) e processo de ensino**. R. *Katálysis*., v. 23, n. 3, p. 429-438, 2020.

SILVA, E. S. A utilização de modelos analógicos como metodologia inovadora para o conteúdo de isomeria. **Monografia** (Licenciatura em Química) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande, PB, 2014.

SOLOMONS, T. W. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica**, 10^a ed., v. 01, 2012.

SOUZA, V. C. A. Utilização de modelos e modelagem na educação contemporânea: (re)pensando a interlocução do ensino de Ciências da Natureza em um novo contexto de aprendizagens. **Revista Interlocução**, v. 1, n. 1, p. 19-29, 2009.

SUSILAWATI, S.; SUPRIYATNO, T. Online learning through *whatsapp* group in improving learning motivation in the era and post pandemic covid -19. **Jurnal Pendidikan**, v. 5, n. 6, p. 852-859, 2020.

TORI, R. A presença das tecnologias interativas na educação. *RECET* v.2, n., 2010. Disponível em: <http://revistas.pucsp.br/index.php/ReCET/article/view/3850/2514>. Acesso em: 24 abril de 2023.

VALENTE, J.A. Comunicação e a educação baseada no uso das tecnologias digitais de Informação e comunicação. **Revista UNIFESO – Humanas e Sociais** vol. 1, n. 1, 2014, p. 141-166.

VIVOLO, J. Overview of online learning and an (un)official history. In *Managing online learning: The lifecycle of successful programs*. First Edition, Routledge 2019, p. 7–17. Routledge.

WU, S-Y. How Teachers Conduct Online Teaching During the COVID-19 Pandemic: A Case Study of Taiwan. *Frontiers in Education*. v. 06, p. 01-11, 2021. doi: 10.3389/educ.2021.675434.

ANEXO A**Declaração de coparticipação em pesquisa**

Universidade Federal do Triângulo Mineiro
Departamento de Química
Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação/ICENE
Av. Doutor Randoifo Borges Júnior, 1400 – Univerdeciade, CEP. 38064-200 – Uberaba-MG

Declaração de coparticipação em pesquisa

1. Declara-se para os devidos fins, que a instituição Cooperativa - ETEC Antônio Junqueira da Veiga - Centro Paula Souza, situada na Fazenda Baixada S/N, zona rural, CEP. 14.540-000, cidade de Igarapava/SP, registrada sob o CNPJ 62.823.257/0033-88, na figura do responsável Renata Pimentel da Silva, consente em participar como instituição coparticipante da pesquisa INVESTIGAÇÃO DAS POTENCIALIDADES DO MODELO HÍBRIDO NA APRENDIZAGEM DE ISOMERIA NO ENSINO MÉDIO TÉCNICO sob responsabilidade de Ederson Vinícius Argemiro e pesquisadores da UFTM.
2. A Instituição autoriza que os pesquisadores Ederson Vinícius Argemiro, Evandro Roberto Alves e Alexandre Rossi adentrem nas dependências da instituição para realização de atividades de desenvolvimento do trabalho de pesquisa e coleta de dados relacionados ao ensino e aprendizagem de isomeria com os alunos do Ensino Médio Técnico no período de 09/2021 à 04/2022.
3. Como instituição coparticipante a Cooperativa-ETEC Antônio Junqueira da Veiga-Centro Paula Souza, garante possuir infraestrutura para realização segura da pesquisa em suas dependências e que somente autorizará o início da pesquisa após os pesquisadores envolvidos na pesquisa apresentarem o parecer de aprovação pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Instituição Proponente – Universidade Federal do Triângulo Mineiro, comprovando que a pesquisa atende as exigências éticas contidas na Resolução 466/12 do Conselho Nacional de Saúde.
4. Finalmente, a Instituição Coparticipante autoriza a realização da pesquisa e a assunção da corresponsabilidade com as etapas que ocorrerem nesta.

Renata Pimentel da Silva
RG., 28.122.376-2
Diretora de Escola Técnica

Renata Pimentel da Silva
Diretora – Escola Técnica Estadual Antônio Junqueira da Veiga
(16) 99149-9662

Ederson Vinícius Argemiro
Professor-Pesquisador
(16) 99135-2966

APÊNDICE A

Questionário A - Levantamento de Perfil dos Alunos

Idade: _____. Sexo: _____.
1-Tem acesso à <i>internet</i> em sua residência e há quanto tempo?
2 - Para acessar a <i>internet</i> , quais dispositivos eletrônicos (celular, tablet, computador) você utiliza com mais frequência? Qual deles é da sua preferência?
3 - Acessa conteúdos escolares na <i>internet</i> ? Há algum site de preferência?
4 - Iria à escola, em período contraturno, com o objetivo de realizar trabalhos/atividades escolares de forma <i>on-line</i> ? Justifique sua resposta.
5 - Acha interessante complementar conteúdos de Química por meio de atividades extraclasse (fora da sala de aula)? Justifique sua resposta.
6 - Gostaria de utilizar celular ou computador para realizar tarefas de Química e de forma extraclasse (fora da sala de aula)? Quais os aspectos positivos e negativos dessa prática?
7 - Utiliza ou já utilizou o <i>WhatsApp</i> para a realização de tarefas ou estudo de conteúdos escolares?
8 - Caso tenha respondido “sim” na questão 7, você considera que o <i>WhatsApp</i> coopera para a realização de tarefas e/ou estudos escolares? Em quais aspectos o aplicativo lhe auxiliou?
9 – Faria uma atividade <i>on-line</i> se não valesse nota?
10 - Consegue perceber a importância de aprender Química para compreender os fenômenos da natureza e do seu cotidiano?

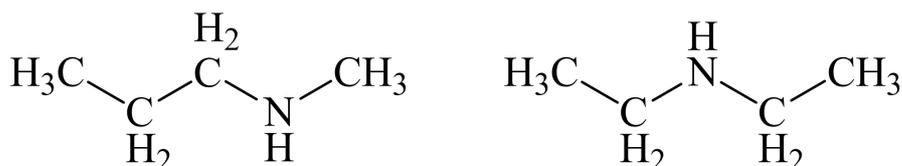
Fonte: Do autor (2023).

APÊNDICE B

Questionário B - Isomeria Constitucional

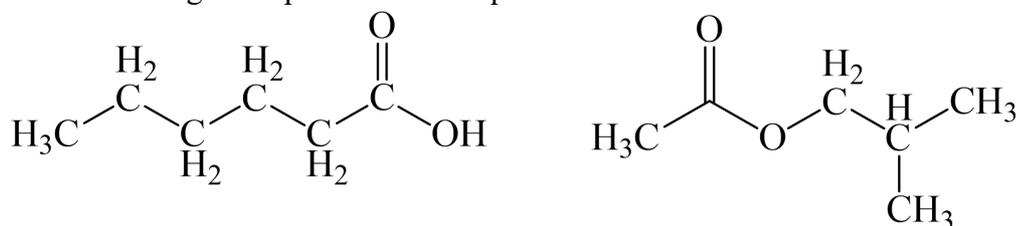
Questões

Questão 1. (Mackenzie-SP-modificada). Assinale a alternativa que representa o tipo de isomeria existente entre as estruturas moleculares mostradas a seguir:



- () Metameria.
 () Função.
 () Posição.
 () Cadeia.
 () Tautomeria.

Questão 2. (Cesgranrio-RJ-modificada). As estruturas das substâncias A e B representadas a seguir, têm odores bem distintos e fórmulas moleculares idênticas, portanto, são isômeros. A substância A é responsável pelo mau-cheiro exalado pelas cabras e a B, pela essência do morango. O tipo de isomeria que se verifica entre as substâncias A e B é:

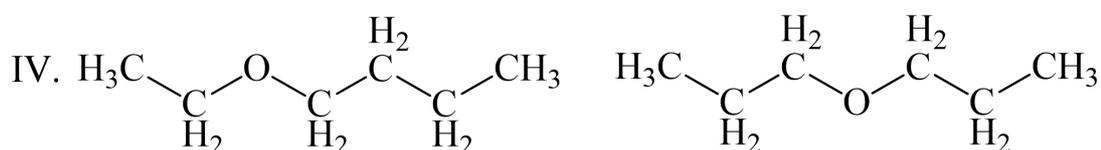
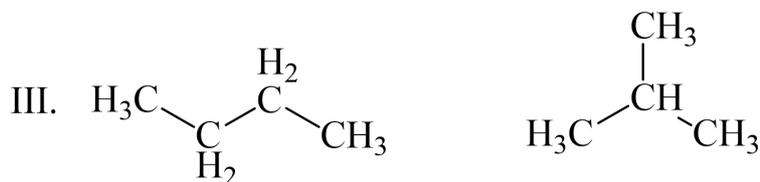
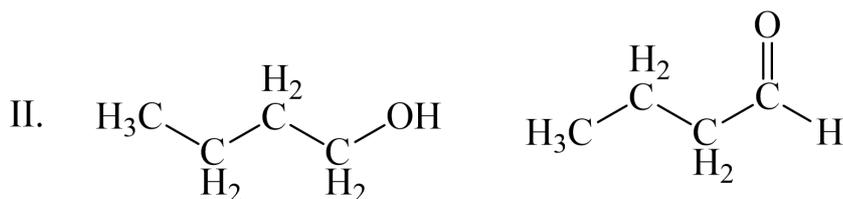
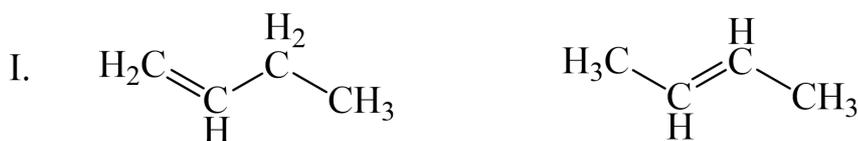


Substância A - mau cheiro
exalado pelas cabras

Substância B - essência do morango

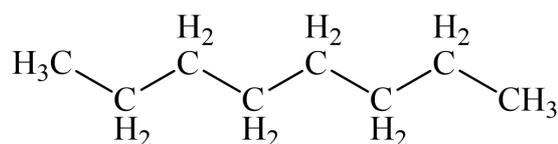
- () Tautomeria.
 () Metameria.
 () Posição.
 () Função.
 () Nenhuma das alternativas.

Questão 3. (Mackenzie-SP-modificada). Dentre os pares de compostos isoméricos indicados por I, II, III e IV, assinale a alternativa que indica a isomeria de função.

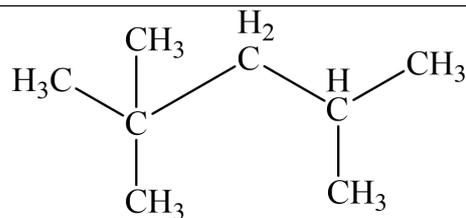


- () I
 () II
 () III
 () IV
 () Nenhuma das alternativas.

Questão 4. (Do autor-2021). Combustíveis de motores à combustão apresentam maior rendimento quanto maior forem os índices de resistência à compressão e ignição. Essa propriedade está associada à octanagem, isto é, quando o combustível é constituído de hidrocarbonetos contendo 8 átomos de carbono com cadeias carbônicas menores e mais ramificadas como, por exemplo, o 2,2,4-trimetilpentano. Os isômeros n-octano e 2,2,4-trimetil-pentano estão representados abaixo. Assinale a alternativa correta que representa o tipo de isomeria existente entre esses compostos.



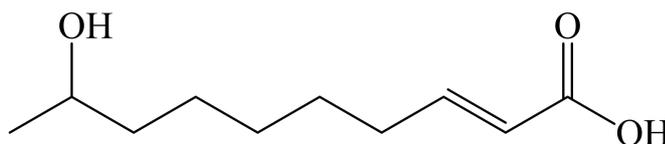
n-octano



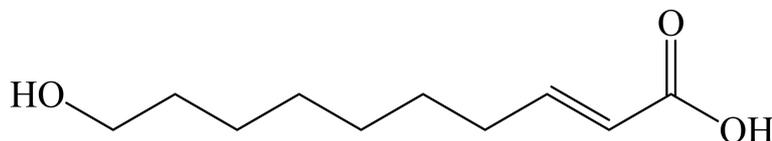
2,2,4-trimetil-pentano

- Posição.
 Metameria.
 Cadeia.
 Tautomeria.
 Função.

Questão 5. (ENEM-2018-modificada). As funções das abelhas em uma colmeia são distinguidas por meio de sinalização química. As abelhas rainhas produzem o sinalizador químico ácido 9-hidroxi-dec-2-enoico, enquanto as operárias, o ácido 10-hidroxi-dec-2-enoico, cujas estruturas moleculares são mostradas a seguir. Assinale a alternativa que indica a diferença entre as moléculas dos sinalizadores químicos produzidas pelas abelhas rainha e operária.



ácido 9-hidroxi-dec-2-enoico



ácido 10-hidroxi-dec-2-enoico

- Contagem do número de carbonos.
 Fórmula estrutural.
 Identificação dos grupos funcionais.
 Fórmula molecular.
 Nenhuma das alternativas.

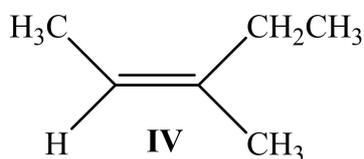
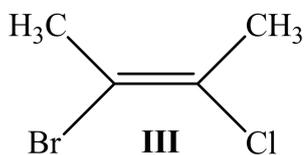
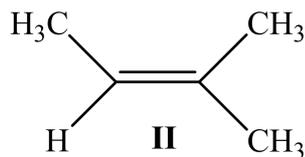
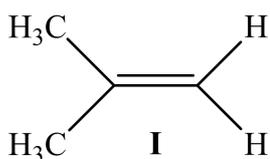
Fonte: Do autor (2023).

APÊNDICE C

Questionário C - Isomeria Geométrica

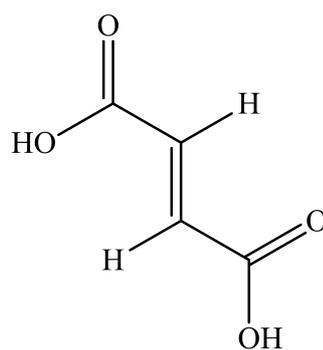
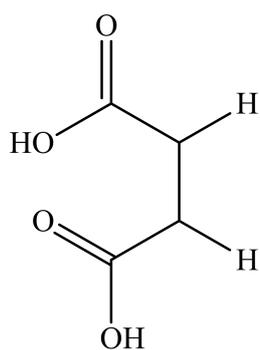
Questões

Questão 1. (UCDB-MS-modificada) Qual das seguintes substâncias apresenta isomeria geométrica?



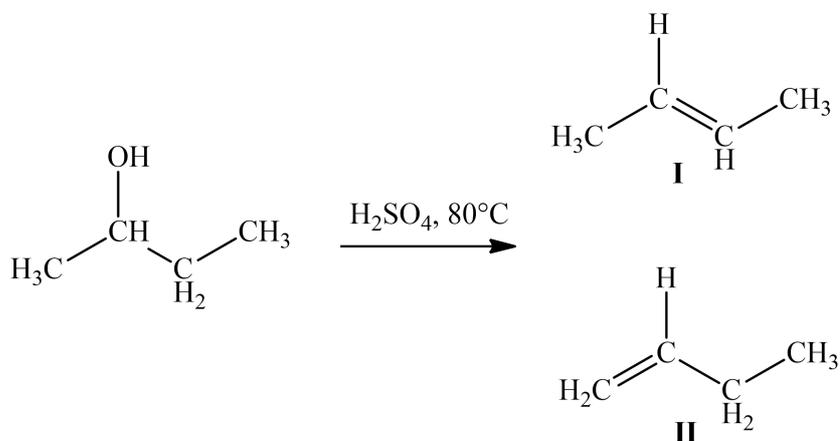
- Somente I.
 Somente III.
 Somente I e II.
 Somente I e III.
 Somente III e IV.

Questão 2. (FESP) Considerando-se os ácidos maleico e fumárico, cujas estruturas moleculares estão representadas abaixo, assinale a alternativa correta.



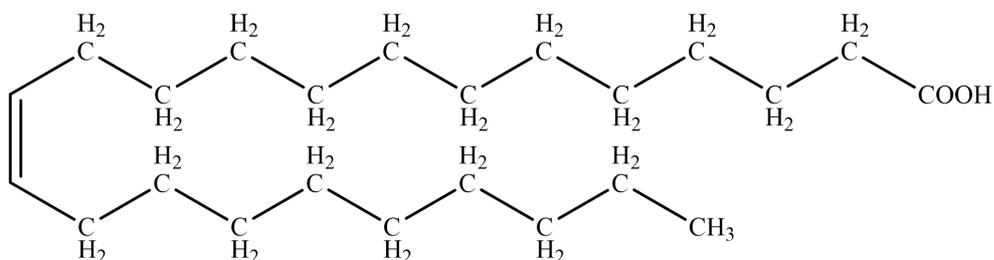
- A formação de ligação de hidrogênio intramolecular (dentro da mesma molécula) é favorecida para o ácido fumárico.
 O ácido fumárico corresponde ao isômero trans.
 O ácido maleico corresponde ao isômero trans.
 Nenhuma das alternativas.

Questão 3. (UFES). A equação a seguir mostra os produtos obtidos na desidratação do 2-metil-butan-2-ol. Pode-se afirmar que:



- II admite isômeros geométricos.
 I admite isômeros geométricos.
 I e II são isômeros geométricos entre si.
 Nenhuma das alternativas.

Questão 4. (UNIFOR-CE- modificada). O composto representado pela estrutura molecular:
 I. Apresenta isomeria geométrica (cis-trans); II. Admite o isômero geométrico trans; III. Trata-se de um composto insaturado. As afirmações corretas são:



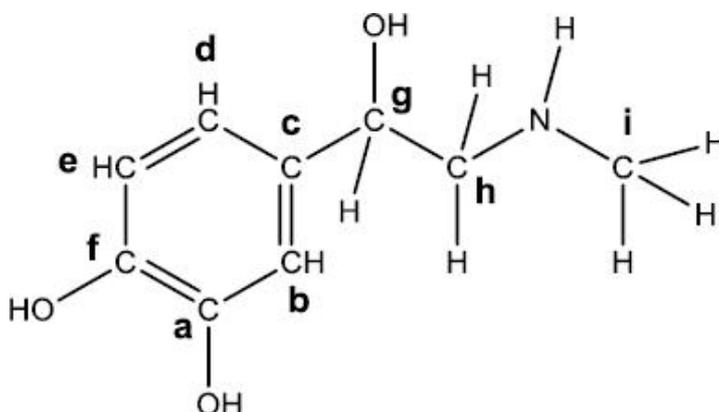
- I somente.
 II somente.
 III somente.
 II e III somente.
 I, II e III.

APÊNDICE D

Questionário D - Isomeria Óptica

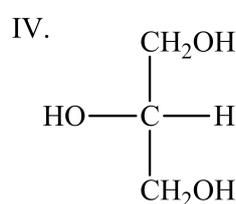
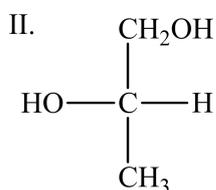
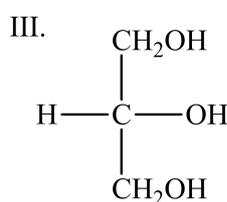
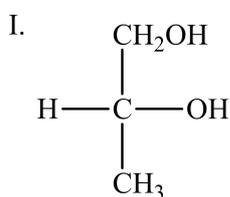
Questões

Questão 1. (UFPI). A sensação de “suor frio”, sentida pelas pessoas que praticam certas atividades (alpinismo, paraquedismo etc) ou frequentam parques de diversões, surge devido à liberação do hormônio adrenalina das glândulas suprarrenais para o sangue. Considere a molécula da adrenalina representada abaixo. De acordo com a estrutura molecular é correto afirmar que:



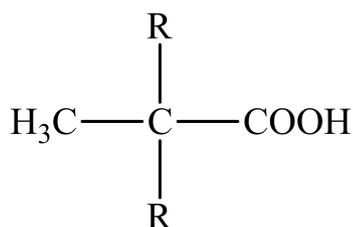
- Os carbonos “d” e “g” são assimétricos.
 Os carbonos “g” e “h” são assimétricos.
 O carbono “g” é assimétrico.
 Os carbonos “a”, “b” e “d” são assimétricos
 Não existem carbonos assimétricos.

Questão 2. (UFRJ-RJ-modificada). Algumas substâncias possuem a capacidade de desviar o plano de vibração da luz polarizada, sendo conhecidas como opticamente ativas. Esta propriedade é característica dos compostos que apresentam isomeria óptica, e para que isso ocorra é necessário que haja assimetria na molécula. Em relação às estruturas I, II, III e IV, afirma-se corretamente que:



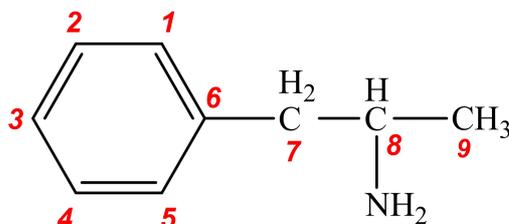
- Todas apresentam atividade óptica.
 Somente a I e a II apresentam atividade óptica.
 Somente a I e a III apresentam atividade óptica.
 Somente a III e a IV apresentam atividade óptica.
 Somente a II e a IV apresentam atividade óptica.

Questão 3. (USC-RS-modificada). Um composto orgânico é representado pela estrutura abaixo. Para que este composto adquira assimetria molecular, os dois grupos químicos representados por R podem ser substituídos por:



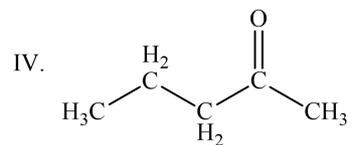
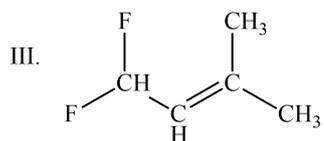
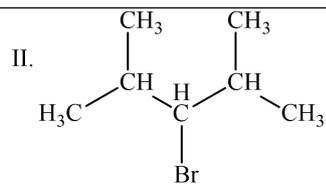
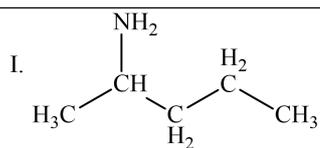
- Dois radicais metil.
 Dois radicais etil.
 Um radical metil e outro etil.
 Um radical metil e outro n-propil.
 Um radical etil e outro n-propil.

Questão 4. (Unifor-CE-modificada). A molécula de anfetamina, representada na figura abaixo, apresenta isomeria óptica por conter átomo de carbono com quatro substituintes diferentes (carbono quiral). Assinale a alternativa correta que indica átomo de carbono que apresenta a propriedade da quiralidade.



- C1.
 C6.
 C7.
 C8.
 C9.

Questão 5. (UERJ-modificada). Um composto orgânico contendo átomo de carbono assimétrico, apresenta a propriedade da isomeria óptica. Considere as estruturais moleculares de quatro compostos orgânicos indicados abaixo. O composto que apresenta carbono assimétrico é:



- I
 II
 III
 IV
 Todos apresentam carbono assimétrico

Fonte: Do autor (2023).

APÊNDICE E

Questionário E - Avaliação da Pesquisa

Questões
<p>Afirmção 1. A forma com que foram desenvolvidas as atividades para a aprendizagem do conteúdo de isomeria, isto é, envolvendo atividades <i>on-line</i>, foi satisfatória.</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo plenamente. <input type="checkbox"/> Concordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Não concordo e nem discordo. <input type="checkbox"/> Discordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Discordo totalmente.</p>
<p>Afirmção 2. As diferentes atividades preparadas (videoaulas, textos, roda de conversa, estações por rotação) contribuíram para o aprendizado de isomeria.</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo plenamente. <input type="checkbox"/> Concordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Não concordo e nem discordo. <input type="checkbox"/> Discordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Discordo totalmente.</p>
<p>Afirmção 3. Tenho maior preferência pelas aulas tradicionais a ter que realizar os estudos com atividades <i>on-line</i>.</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo plenamente. <input type="checkbox"/> Concordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Não concordo e nem discordo. <input type="checkbox"/> Discordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Discordo totalmente.</p>
<p>Afirmção 4. O aplicativo <i>WhatsApp</i> contribuiu para estabelecer uma maior interação entre professor-aluno.</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo plenamente. <input type="checkbox"/> Concordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Não concordo e nem discordo. <input type="checkbox"/> Discordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Discordo totalmente.</p>
<p>Afirmção 5. O uso do <i>WhatsApp</i> na perspectiva do Ensino Híbrido contribuiu para a minha aprendizagem sobre isomeria.</p> <p><input type="checkbox"/> Concordo plenamente. <input type="checkbox"/> Concordo parcialmente. <input type="checkbox"/> Não concordo e nem discordo.</p>

- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

Afirmação 6. O conhecimento sobre isomeria é importante, a ponto de evitar problemas de saúde ao ingerir um medicamento.

- Concordo plenamente.
- Concordo parcialmente.
- Não concordo e nem discordo.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.

Afirmação 7. Eu compreendi melhor os conceitos químicos relacionados à isomeria quando tive o contato prévio com os materiais que foram disponibilizados para estudos, antes da aula presencial.

- Concordo plenamente.
- Concordo parcialmente.
- Não concordo e nem discordo.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente

Afirmação 8. Compreendo a correlação entre o conhecimento químico de isomeria e a causa da tragédia relacionada ao medicamento talidomida.

- Concordo plenamente.
- Concordo parcialmente.
- Não concordo e nem discordo.
- Discordo parcialmente.
- Discordo totalmente.