



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIÂNGULO MINEIRO
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS, NATURAIS E EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**

EDERSON VINÍCIUS ARGEMIRO

**ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE ISOMERIA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO
DA MODALIDADE HÍBRIDA**



**UBERABA – MG
2023**

EDERSON VINÍCIUS ARGEMIRO

**ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE ISOMERIA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO
DA MODALIDADE HÍBRIDA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Mestrado Profissional em Rede/PROFQUI, área de concentração Química, da Universidade Federal do Triângulo Mineiro, como requisito para obtenção do título de Mestre.

Linha de Pesquisa: Uso de tecnologias digitais e Ensino de Química.

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rossi

Coorientador: Prof. Dr. Evandro Roberto Alves

**UBERABA – MG
2023**

**Catálogo na fonte: Biblioteca da Universidade Federal do
Triângulo Mineiro**

A735a	<p>Argemiro, Ederson Vinícius Abordagem do conteúdo de isomeria no ensino médio por meio da abordagem híbrida / Ederson Vinícius Argemiro. -- 2023. 140 f. : il., graf., tab.</p> <p>Dissertação (Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional) -- Universidade Federal do Triângulo Mineiro, Uberaba, MG, 2023 Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rossi Coorientador: Prof. Dr. Evandro Roberto Alves</p> <p>1. Isomerismo. 2. Ensino híbrido. 3. Comunicação na tecnologia. 4. WhatsApp (Aplicativo de mensagens). 5. Química (Ensino médio). I. Rossi, Alexandre. II. Universidade Federal do Triângulo Mineiro. III. Título.</p> <p>CDU 544.12(37):004.773.6</p>
-------	--

EDERSON VINICIUS ARGEMIRO

**ABORDAGEM DO CONTEÚDO DE ISOMERIA NO ENSINO MÉDIO POR MEIO DA
MODALIDADE HÍBRIDA**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (ICENE/UFTM), Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI/UFTM-Uberaba), como requisito para obtenção do título de Mestre em Química.

Linha de pesquisa: LP1 - Novas tecnologias e comunicação

Orientador: Prof. Dr. Alexandre Rossi

Coorientador: Prof. Dr. Evandro Roberto Alves

Uberaba, 23 de junho de 2023.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Alexandre Rossi – Orientador
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Prof^ª. Dr^ª. Ana Claudia Granato Malpass
Universidade Federal do Triângulo Mineiro

Profª. Drª. Ana Paula Almeida Saldanha Silva Santos
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo



Documento assinado eletronicamente por **ANA CLAUDIA GRANATO MALPASS, Professor do Magistério Superior**, em 23/06/2023, às 11:19, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 165, de 16 de junho de 2023](#).



Documento assinado eletronicamente por **ALEXANDRE ROSSI, Professor do Magistério Superior**, em 23/06/2023, às 11:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 165, de 16 de junho de 2023](#).



Documento assinado eletronicamente por **ANA PAULA ALMEIDA SALDANHA SILVA SANTOS, Usuário Externo**, em 23/06/2023, às 11:31, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no § 3º do art. 4º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#) e no art. 34 da [Portaria Reitoria/UFTM nº 165, de 16 de junho de 2023](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.uftm.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1020801** e o código CRC **8E4EA2ED**.

Dedico esta dissertação à minha esposa Élide, que sempre me apoiou e buscou entender a minha ausência, quer seja por conta dos estudos ou mesmo no exercício da minha profissão;

Aos meus filhos Heitor e Laura, que por vezes a eles foram negados momentos de diversão, devido à minha ausência;

À minha mãe Olinda, por sempre me mostrar o caminho do bem, diante de todas as dificuldades que enfrentamos, sempre me mostrando que o único caminho a ser seguido seria o caminho dos estudos;

Ao meu pai, Francisco pelo bom exemplo que sempre me foi dado;

À minha tia Maria Aparecida e minha madrinha Elza (*In memoriam*), que também foram fonte de inspiração para que eu continuasse sempre buscando o conhecimento;

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para minha formação como pessoa e profissional.

AGRADECIMENTOS

A Deus que na sua infinita bondade, me concedeu o privilégio de participar como discente do Mestrado Profissional de Química em Rede Nacional (PROFQUI-UFTM), dando-me também forças para seguir em frente sempre, diante dos vários obstáculos durante essa jornada. A Ele toda Honra e Toda Glória!

Ao meu orientador Professor Dr^o Alexandre Rossi e ao meu coorientador Professor Dr^o Evandro Roberto Alves, pela confiança, incentivo, apoio, sempre disponíveis e acessíveis em todas as vezes que precisei, e que nunca mediram esforços na busca em me ajudar a ser um profissional muito mais preparado do que antes do meu ingresso no PROFQUI-UFTM, sendo fundamentais para a conclusão do meu mestrado.

Agradeço aos demais professores do PROFQUI, que forneceram todas as bases necessárias para a realização desta pesquisa. Sou imensamente grato e os admiro profundamente.

Ao Departamento de Química do Instituto de Ciências Exatas, Naturais e Educação (DQ-ICENE/UFTM), pela infraestrutura para desenvolvimento da pesquisa;

A todo o grupo do PROFQUI-UFTM, em especial a secretária Luciana pelo apoio ao longo do período de mestrado;

Aos colegas de Mestrado Karlos, Adelaide, Nathália e Roberta pelas suas amizades e horas de companhia nos estudos.

RESUMO

O conteúdo de isomeria tem sido apontado pelos alunos do Ensino Médio como um dos mais complexos e desafiadores em termos de aprendizagem. Isso se deve ao fato de que a compreensão envolve análises abstratas de estruturas moleculares e necessita de conhecimentos químicos prévios como, por exemplo, ligações químicas, geometria molecular, quiralidade em compostos orgânicos. Buscando-se minimizar esse problema, este trabalho de pesquisa teve como objetivo aplicar e avaliar a abordagem pedagógica baseada no modelo educacional do Ensino Híbrido, a fim de tornar o ensino de isomeria mais efetivo, atrativo, de forma a permitir uma maior participação dos alunos na construção do próprio conhecimento. Mais especificamente, foram trabalhados os conteúdos de isomeria constitucional, geométrica e óptica por meio de uma sequência didática. Dentre os modelos existentes do Ensino Híbrido, foi aplicado o de Rotação, priorizando os submodelos da sala de aula invertida e da rotação por estações. Como ferramenta digital mediadora e de apoio ao Ensino Híbrido, foi criado um grupo no aplicativo *WhatsApp* denominado “Isomeria”, oferecendo trocas de mensagens instantâneas em conexão à *internet* entre alunos e professor. As videoaulas disponibilizadas aos alunos para realização dos estudos *on-line* e na perspectiva da sala de aula invertida foram hospedadas no aplicativo *Edpuzzle*. Esse aplicativo permitiu o monitoramento do professor pesquisador quanto à visualização das videoaulas por parte dos alunos. As atividades desenvolvidas para serem aplicadas nas estações por rotação e nas avaliações do ensino exigiram investigação, planejamento, gestão e que combinasse o ensino presencial com o *on-line*. Participaram da pesquisa alunos do 2º Ano do curso técnico em Química de uma Escola Técnica Estadual, localizada na área rural do município de Igarapava/SP. O conteúdo sobre isomeria foi contextualizado aos alunos, abordando a sua importância nos estudos de compostos orgânicos e com relação à produção de medicamentos, podendo levar a consequências indesejáveis como, no caso do fármaco Talidomida, provocando o efeito teratogênico em recém nascidos. O ensino de isomeria (constitucional, geométrica e óptica) foi avaliado por meio de aplicação de questionários contendo questões extraídas de exames de vestibulares e aplicadas pelo *Google Forms*. As análises realizadas a partir dos questionários aplicados mostraram que a abordagem híbrida proporcionou aprendizagem aos alunos, sendo construídos os conhecimentos de uma maneira mais autônoma, ativa e participativa. A partir da avaliação da abordagem híbrida aplicada ao ensino de isomeria, os alunos tiveram uma boa aceitação, apesar de no início do desenvolvimento das atividades de pesquisa ter havido uma certa dificuldade de adesão à atividade da sala de aula invertida. No que se refere ao uso dos aplicativos *WhatsApp* e *Edpuzzle*, os alunos consideraram ser de fácil manuseio, boa disponibilidade) e adequados aos estudos de isomeria.

Palavras-chave: Isomeria. Ensino híbrido. *WhatsApp*. Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação. Ensino de Química.

ABSTRACT

The content of isomerism has been identified by high school students as one of the most complex and challenging in terms of learning. This is due to the fact that understanding involves abstract analysis of molecular structures and requires prior chemical knowledge such as chemical bonding, molecular geometry, and chirality in organic compounds. In order to minimize this problem, this research work aimed to apply and evaluate the pedagogical approach based on the blended learning model, in order to make the teaching of isomerism more effective, engaging, and enable greater student participation in knowledge construction. Specifically, the contents of constitutional, geometric, and optical isomerism were addressed through a didactic sequence. Among the existing models of blended learning, the rotation model was applied, prioritizing the submodels of flipped classroom and station rotation. As a digital tool to mediate the blended learning, a *WhatsApp* group called "Isomerism" was created, offering instant messaging exchanges over the *internet* between students and the teacher. The video lessons provided to students for online study and in the flipped classroom perspective were hosted on the *Edpuzzle app*. This app allowed the researcher teacher to monitor students' viewing of the video lessons. The activities developed to be implemented in the rotation stations and in the assessments required investigation, planning, management, and a combination of face-to-face and online teaching. The research involved students from the 2nd year of a Chemistry technical course at a State Technical School located in the rural area of the municipality of Igarapava, São Paulo. The content on isomerism was contextualized for students, addressing its importance in the study of organic compounds and its relevance to drug production, which can lead to undesirable consequences such as the case of the drug Thalidomide, causing teratogenic effects in newborns. The teaching of isomerism (constitutional, geometric, and optical) was evaluated through the application of questionnaires containing questions extracted from college entrance exams and administered through *Google Forms*. The analyses carried out based on the applied questionnaires showed that the hybrid approach provided learning for the students, and knowledge was constructed in a more autonomous, active, and participatory manner. From the evaluation of the hybrid approach applied to the teaching of isomerism, the students had a positive acceptance, although at the beginning of the research activities, there was some difficulty in adopting the flipped classroom activity. Regarding the use of *WhatsApp* and *Edpuzzle apps*, the students found them easy to use, readily available, and suitable for the study of isomerism.

Keywords: Isomerism, Blended teaching, *WhatsApp*, Digital Information and Communication Technologies, Teaching-learning in Chemistry.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	As tecnologias digitais de informação e comunicação e a educação	10
1.2	O ensino híbrido ou <i>blended learning</i>	11
1.3	Uso do aplicativo <i>WhatsApp</i> como ferramenta digital e didática no ensino híbrido.....	15
1.4	Isomeria	17
1.4.1	Isomeria: Conceituação Teórica	18
1.4.2	Isomeria óptica: Breve histórico e atualidade	22
2	OBJETIVOS.....	25
2.1	Objetivo geral	25
2.2	Objetivos específicos.....	25
3	JUSTIFICATIVA	26
4	METODOLOGIA	27
4.1	Atividades desenvolvidas na pesquisa.....	28
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	37
5.1	Termo de anuência da escola e perfil dos alunos.....	37
5.2	Cadastro dos alunos nos aplicativos <i>WhatsApp</i> e <i>Edpuzzle</i>	41
5.3	Isomeria constitucional	43
5.4	Isomeria geométrica	47
5.5	Contextualizando o ensino de isomeria óptica.....	52
5.6	Avaliação da abordagem pedagógica empregada (ensino híbrido), do uso do <i>WhatsApp</i> e da experimentação realizada.....	60
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS	63
	REFERÊNCIAS	65
	ANEXO.....	71
	APÊNDICE A - Questionário A - Levantamento de Perfil dos Alunos	72
	APÊNDICE B - Questionário B - Isomeria Constitucional.....	73
	APÊNDICE C - Questionário C - Isomeria Geométrica	76
	APÊNDICE D - Questionário D - Isomeria Óptica	78
	APÊNDICE E - Questionário E - Avaliação da Pesquisa	81
	APÊNDICE F – Produto Educacional.....	83

1 INTRODUÇÃO

1.1 As tecnologias digitais de informação e comunicação e a educação

A pandemia da Covid-19 trouxe inúmeras modificações em nosso cotidiano, por conta das medidas sanitárias e de distanciamento social. Um dos setores mais afetados foi o da educação, de modo que as atividades pedagógicas presenciais foram suspensas e os órgãos reguladores nacionais indicaram a continuidade do ano letivo, por meio de atividades remotas (RONDINI; PEDRO; DUARTE, 2020). De acordo com Rondini *et al.* (2020), a literatura aponta que esse período desafiador pode ter sido promissor para a inovação da educação, considerando-se que os professores e alunos enfrentaram mudanças em relação ao modelo tradicional com aulas expositivas, dando espaço para que o aluno possa se tornar o principal responsável pelo próprio aprendizado.

As Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação/TDIC podem ser ressignificadas, vindo a ocupar um espaço importante no processo de ensino e aprendizagem, em todos os níveis de ensino (AVELINO; MENDES, 2020; BARRETO; ROCHA, 2020; MARTINS, 2020). As TDIC podem ser utilizadas na busca da informação de que o aluno necessita, por serem consideradas como um dos mais eficientes recursos para o acesso à informação de modo rápido (SCHUARTZ; SARMENTO, 2020). Os alunos dedicam grande parte do seu tempo acessando e transmitindo informações pelas redes sociais, tornando imprescindível que o processo de ensino e aprendizagem também acompanhe esse comportamento (LORENZO, 2013). Diante desse fato, as TDIC têm sido ferramentas cada vez mais utilizadas na construção da aprendizagem (MIRANDA, 2007; HUNG *et al.*, 2015). No âmbito educacional, o uso das TDIC é mencionado nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) do Ensino Médio (BRASIL, 2000) como proposta de utilização nas escolas, visando estabelecer competências e habilidades em comunicação, na avaliação dos processos de produção, no desenvolvimento do conhecimento e na vida social. A utilização de TDIC é também recomendada no documento Base Nacional Comum Curricular (BNCC) do Ensino Médio. Nesse documento, espera-se que os alunos aprendam a estruturar linguagens argumentativas que lhes permitam comunicar conhecimentos produzidos e propostas de intervenções pautadas em conhecimentos científicos, princípios éticos e responsáveis direcionados para diversos públicos, em contextos variados e utilizando diferentes TDIC (BRASIL, 2017). Em conformidade com a própria natureza da área de Ciências da Natureza

no Ensino Médio, a BNCC propõe que os alunos aprofundem e ampliem suas reflexões a respeito das tecnologias, tanto no que concerne aos seus meios de produção e seu papel na sociedade atual, como também em relação às perspectivas futuras de desenvolvimento tecnológico (BRASIL, 2017).

Ainda no que diz respeito à educação, as TDIC têm se apresentado como ferramentas muito úteis e estão à disposição de professores, de modo que podem e devem potencializar a aproximação e a aplicação de metodologias ativas para a melhoria no processo de ensino e aprendizagem (FERRARINI *et al.*, 2019). Uma modalidade de educação que pode muito contribuir com o ensino e aprendizagem e que alia o uso das TDIC é o Ensino Híbrido (BORBA; PENTEADO, 2010). A concepção do Ensino Híbrido e as suas diferentes modalidades são apresentadas a seguir.

1.2 O ensino híbrido ou *blended learning*

O Ensino Híbrido é uma abordagem pedagógica que combina as atividades presenciais com aquelas realizadas por meio das TDIC. (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015).

Os autores Christensen, Staker e Horn (2013), baseados no documento intitulado “Ensino Híbrido: uma inovação disruptiva? Uma introdução à teoria dos híbridos”, trouxeram uma definição bastante ampla do Ensino Híbrido, também denominado de *blended learning*, além de apresentarem diferentes modelos ou formas de aplicação. O Ensino Híbrido foi considerado pelos autores como um programa de educação formal, no qual o aluno aprende, pelo menos em parte, por meio do ensino *on-line* e tem o controle próprio sobre o tempo, modo e/ou ritmo do estudo. A metodologia busca convergir os ensinamentos presencial e à distância, extraindo o que há de melhor em cada uma destas modalidades. Nos estudos conduzidos *on-line* é considerada a autonomia do aluno em estabelecer quando, onde e com quem vai estudar. Ainda, os conteúdos e as instruções devem ser planejados e elaborados pelo professor especificamente para a disciplina. Nas atividades à distância, comumente são utilizados vídeos extraídos de plataformas como *Khan Academy*, *TED Talks* e *YouTube*, ou também podem ser criados pelo próprio professor, entretanto, são visualizados pelos alunos antes das aulas presenciais (BERGMANN; SAMS, 2012; HAMDAN *et al.*, 2013; MORAN; MILSON, 2015). As atividades podem ser também realizadas por meio de textos, *podcasts* e apresentações em *Power Point*, permitindo que professores ensinem conteúdos em um menor intervalo de tempo e de maneira eficiente, quando comparado ao modelo tradicional de ensino

(MASON; SHUMAN; COOK, 2013). A parte presencial deve necessariamente ter a supervisão do professor, valorizar as interações interpessoais e abordar as atividades trabalhadas de forma *on-line*, proporcionando um processo de ensino e aprendizagem mais relevante, interessante e personalizado.

O Ensino Híbrido tem sido utilizado na Educação Básica e Superior, principalmente nos Estados Unidos e Canadá (VALENTE, 2014). No portal de periódicos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES (www.periodicos.capes.gov.br) foram encontrados, nos últimos dez anos, 415 trabalhos publicados, por meio da consulta que considerou o termo de busca *blended learning* combinado com a palavra *chemistry*. Esses resultados mostram que a aplicação do Ensino Híbrido no processo de ensino de Química é uma realidade e tem se tornado uma das principais tendências na área educacional, principalmente, após o período de enfrentamento da pandemia causada pela COVID-19.

De acordo com Christensen, Staker e Horn (2013) e Bacich (2016), o Ensino Híbrido apresenta quatro (04) principais modelos, que são categorizados como:

- 1. Modelo de Rotação** - em um curso ou disciplina, os alunos revezam diferentes tipos de atividades de ensino, seguindo um roteiro fixo a critério do professor, sendo que pelo menos uma atividade é realizada *on-line*.

Outros tipos de atividades podem incluir tarefas em grupos pequenos ou turmas completas, tutoria individual e trabalhos escritos. O modelo de Rotação tem quatro submodelos: a) Rotação por Estações, b) Laboratório Rotacional, c) Sala de Aula Invertida e d) Rotação Individual. Para melhor compreensão desses submodelos, seguem suas descrições:

- a) Rotação por Estações** - proporciona ao aluno a possibilidade de circular dentro da sala de aula pelas diferentes estações de atividades, sendo uma delas a estação de aprendizagem *on-line*, outra de desenvolvimento de projeto, trabalho em grupo ou de interação com o professor. O submodelo de rotação por estações tem sido chamado de Rotação de Turmas ou Rotação em Classe.
- b) Laboratório Rotacional** – o aluno circula em diferentes espaços no ambiente escolar, sendo um deles o laboratório de informática, no qual se realizam as atividades *on-line* ou em laboratórios científicos para o desenvolvimento de práticas específicas.

- c) **Sala de Aula Invertida** - a rotação ocorre entre as atividades supervisionadas pelo professor no ambiente escolar e na residência ou em outra localidade fora da escola para aplicação do conteúdo e atividades *on-line*.
 - d) **Rotação Individual** - difere dos outros modelos de Rotação, pelo fato de que cada aluno ter um roteiro individualizado e, não necessariamente, participa de todas as estações ou atividades disponíveis.
2. **Modelo Flex** - é aquele em que o ensino *on-line* é considerado a espinha dorsal do aprendizado do aluno, mesmo que o modelo direcione para a execução de atividades que não necessitem de *internet* em alguns momentos. Os alunos seguem um roteiro fluido e adaptado individualmente e o professor está na mesma localidade.
 3. **Modelo A La Carte** - os alunos participam de um ou mais cursos integralmente *on-line* junto com o professor e, ao mesmo tempo, continuam vivenciando o modelo tradicional de ensino. Os alunos podem participar dos cursos *on-line* nas unidades físicas ou fora delas.
 4. **Modelo Virtual Enriquecido** - é uma experiência de escola integral em que os alunos realizam parte das tarefas na unidade escolar e a outra parte como ensino remoto.

O modelo de rotação e seus submodelos seguem mais o entendimento da concepção do Ensino Híbrido (Zona Híbrida), uma vez que buscam compartilhar os benefícios ofertados na sala de aula física e no ensino *on-line* (Figura 1). Os modelos Flex, A La Carte, Virtual Enriquecido e de Rotação Individual desenvolvem-se de modo mais disruptivo em relação ao sistema tradicional de ensino (CHRISTENSEN; STAKER; HORN, 2013).

Figura 1 - Modelos Híbridos e a Zona híbrida.



Fonte: Christensen; Staker e Horn (2013) modificada.

Vale ressaltar que o Ensino Híbrido pode ser aplicado pelo professor a uma turma de alunos de maneira a utilizar um ou mais submodelos inseridos na zona híbrida de ensino. Não há uma ordem estabelecida para a aplicação e desenvolvimento desses submodelos e nem hierarquia entre cada um (BACICH; NETO; TREVISANI, 2015). A aplicação de qualquer submodelo e a combinação entre cada um, vem de encontro com às necessidades preestabelecidas durante a prática docente, ficando a cargo do professor decidir quais seriam adequados e aplicados em sua prática educacional.

O Ensino Híbrido pode beneficiar o processo de ensino e aprendizagem oportunizando experiências riquíssimas. Enfield (2013) relatou que os alunos se sentiram mais confiantes para aprender de forma independente. Lima-Júnior *et al.* (2017) notaram melhoria significativa no rendimento escolar e na aprovação dessa metodologia pela maioria dos alunos da disciplina Química, em uma turma do 3º ano do Ensino Médio.

As vantagens da aplicação de sala de aula invertida estão relacionadas, principalmente, à identificação e atendimento das necessidades individuais de aprendizagem dos alunos. O conteúdo de um vídeo pode ser revisto, caso não seja completamente compreendido. Além disso, a metodologia permite o contato com a tecnologia digital (BERGMANN, SAMS, 2012) e oportuniza diferentes estilos de aprendizagem (MASON, SHUMAN, COOK, 2013). Herreid e Schiller (2013) relataram sobre a dedicação de tempo para o preparo das videoaulas, orientação dos alunos e elaboração de estratégias para a construção de conhecimentos, demandando melhor preparo profissional do professor. Os mesmos autores também descreveram sobre a preocupação em relação ao conteúdo a ser ministrado além do professor, ficando sob a responsabilidade dos alunos. Ainda, discutiram as dificuldades para a implantação da metodologia, enfatizando que a maioria dos alunos brasileiros não estão acostumados a serem autônomos no momento da aprendizagem (MARTINS *et al.*, 2019).

1.3 Uso do aplicativo *WhatsApp* como ferramenta digital e didática no ensino híbrido

No contexto do desenvolvimento e uso das TDIC, as relações sociais e educacionais sofreram mudanças nos modos de viver, conviver e se comunicar (LÉVY, 1999; MOREIRA; TRINDADE, 2017). Os efeitos dessas mudanças no âmbito educacional, confrontam o modelo tradicional sobre o ensinar e aprender, baseado na comunicação unilateral entre professor e seus alunos (APARICI, 2012). Deste modo, as diferentes redes sociais e aplicativos de fácil acesso nos dispositivos móveis como *tablets* e celulares, fazem parte do cotidiano de grande parte dos alunos e não podem mais ser desconsiderados nos espaços escolares, mas devem ser apropriados por professores nas atividades de ensino, aliadas à prática docente para além dos muros escolares (COUTINHO *et al.*, 2016; ALVES *et al.*, 2019), uma vez que ensinar possibilita a ação criativa dos alunos (FREIRE, 1996).

De acordo com Porto (2017), a sociedade vivencia cada vez mais um contexto *on-line* e mostra-se dependente de tecnologias, aplicativos e *internet*. Esse fato permite o alcance de novos horizontes e possibilidades de aplicação do Ensino Híbrido no processo de ensino e aprendizagem, pelo fato dessa metodologia necessitar de um aporte tecnológico digital de informação e comunicação para implementar o aprendizado *on-line*.

O avanço das TDIC e o acesso à *internet*, muito tem auxiliado o uso de dispositivos móveis como *tablets*, celulares contendo o aplicativo gratuito *WhatsApp* no âmbito educacional (AMRY, 2014; SCHIEHL; MARTINS; SANTOS, 2017; SUSILAWATI;

SUPRIYATNO; 2020). O *WhatsApp* é um dos recursos relevantes que pode melhorar a comunicação em ambientes educacionais, por se tratar de um aplicativo gratuito e mais popular em mais de 140 países, com uso cada vez maior entre os usuários brasileiros (RODRIGUES, 2015). A comunicação é instantânea e o aplicativo permite a troca de mensagens via *internet* por meio de um aparelho celular ou *tablet*, apresentando também interface para computadores, por meio do *WhatsApp* (SCHIEHL; MARTINS; SANTOS, 2017). O uso do *WhatsApp* facilita o desenvolvimento de trabalhos em grupos e o compartilhamento de documentos em diferentes formatos (pdf; docx; xlsx, etc). Possui vários recursos (atrativos), tais como a câmera que permite capturar e enviar fotos, a galeria de armazenamento de fotos, a agenda para inserir contatos, o áudio para enviar as mensagens de voz, os mapas para as coordenadas de localização e o envio de documentos como arquivos (KURNIAWATI; MAOLIDA; ANJANIPUTRA, 2018). Ainda como recurso, permite a formação de grupos de discussão, podendo acomodar até 256 participantes. Seus membros podem compartilhar discussões e informações *on-line* neste espaço virtual, (SUSILAWATI; SUPRIYATNO, 2020). Os grupos de *WhatsApp* têm benefícios pedagógicos, sociais e tecnológicos, e permitem que seus usuários compartilhem ideias e recursos de aprendizagem e apoiem discussões *on-line* (AMRY, 2014).

O aplicativo *WhatsApp* tem um grande potencial como ferramenta digital de ensino aprendizado e tem sido usado, tanto na Educação Básica, quanto na Superior (SUSILAWATI; SUPRIYATNO, 2020). Outros benefícios de se utilizar o aplicativo *WhatsApp* são a facilidade de uso e a viabilização da aprendizagem colaborativa *on-line* entre professores e alunos, se mostrando portanto, ser um aplicativo adequado para ser aplicado no processo de ensino e aprendizagem (ALVES *et al.*, 2019) e, segundo Coutinho *et al.* (2016), pode ser ampliado para além da comunicação e entretenimento, permitindo um avanço no campo da Educação.

Buscando-se avaliar as potencialidades do uso do *WhatsApp* como ferramenta pedagógica no ensino de Química, para uma turma do 2º Ano do Ensino Médio de uma escola pública de Porto Alegre, Paczkowski e Passos (2019) identificaram que as atividades desenvolvidas com o uso do aplicativo, possibilitaram a troca de vídeos, informações e discussões acerca do conteúdo estudado em sala de aula. Neste sentido, fortaleceram as interações entre alunos e professor na construção do conhecimento. Barboza (2017) investigou o ensino de Química em nível médio, utilizando o aplicativo *WhatsApp* em uma escola pública do município de Cerro Grande/RS, tendo notado uma percepção positiva dos alunos, os quais relataram o uso do aplicativo como um facilitador da aprendizagem, além de proporcionar maior interação entre os colegas de sala. Segundo Cunha (2018), os resultados

obtidos pelo uso do *WhatsApp* por professores de Biologia e Ciências mostraram ser um espaço de pesquisas, compartilhamento de materiais de estudos, esclarecimento de dúvidas, estreitamento das relações interpessoais, além de ter contribuído positivamente para o processo de ensino e aprendizagem. Dessa forma, o *WhatsApp* apresenta um grande potencial para estabelecer relações entre o ensino presencial e o *on-line*, além de ser um aplicativo útil para fins de comunicação, razão pela qual, optou-se por utilizá-lo como ferramenta digital para o auxílio no processo de ensino e aprendizagem de isomeria.

Deve-se ressaltar que, apesar das TDIC serem realidade em nossa sociedade contemporânea, e permanecerem sobre as áreas do conhecimento, quando o uso se dá no âmbito educacional, devemos considerar as ponderações de Fiorentini e Lorenzato: (2006, p. 46).

(...) parece haver uma crença, entre alguns responsáveis pelas políticas educacionais, de que as novas tecnologias da informação e comunicação são uma panaceia para solucionar os males da educação atual. [...] se, de um lado pode ser considerado relativamente simples equipar as escolas com essas tecnologias, de outro, isso exige profissionais que saibam utiliza-las com eficácia na prática escolar (FIORENTINI e LORENZATO, 2006, p. 46).

Portanto, a observação se faz pertinente, entendendo não ser demais reforçar que na presente discussão, não se pretende inserir as TDIC como solução para os problemas educacionais. Reconhece-se, entretanto, que se trata de recursos que podem favorecer a criação de espaços mais significativos e atrativos para a construção de conhecimentos (MAIA; BARRETO, 2012).

1.4 Isomeria

O estudo da isomeria é de fundamental importância, visto que compostos de mesma fórmula molecular podem apresentar diferentes fórmulas estruturais, originando diversos compostos orgânicos com propriedades físicas e químicas distintas. A indústria farmacêutica e órgãos regulatórios importantes como a *U.S. Food and Drug Administration/FDA/EUA* e a Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Anvisa/Brasil têm grande interesse nesses estudos, visto que se um composto químico for quiral ou assimétrico, esse pode apresentar isômeros com propriedades farmacológicas diferentes, como é o caso do agente antiinflamatório ibuprofeno, no qual apenas um dos isômeros é efetivo. Embora o organismo converta lentamente um isômero em outra forma isomérica efetiva, o medicamento baseado somente

no que é efetivo apresenta um efeito mais rápido do que se ambos estivessem misturados (SOLOMONS; FRYHLE, 2012). Outro exemplo importante é o do medicamento Talidomida e os seus efeitos adversos no desenvolvimento de fetos durante a gestação. As experiências vividas e domínio dos conhecimentos químicos sobre a isomeria objetivam não mais repetir tragédias, como o caso da talidomida. Diante do exposto, consideramos a isomeria como um conteúdo de extrema importância a ser tratado no ensino de Química.

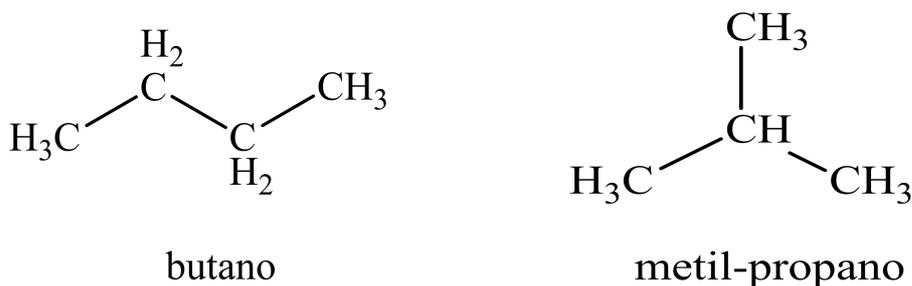
1.4.1 Isomeria: Conceituação Teórica

O conceito de Isomeria data de 1830, quando Berzelius fazia uma síntese orgânica e observou a existência de compostos químicos que apresentavam a mesma fórmula molecular, porém com propriedades físicas e químicas completamente distintas. Berzelius denominou estes compostos como isômeros (do grego iso = mesmo e meros = parte, partes iguais). Com o auxílio do químico alemão Liebig, que em 1824 já havia identificado o fenômeno da isomeria, Berzelius propôs uma explicação para o fenômeno, propondo que esses compostos apresentavam a mesma composição de elementos químicos, mas, a disposição quanto aos átomos desses elementos era diferente em cada composto (FONSECA, 2001). Esse fenômeno está relacionado à existência de dois ou mais compostos químicos com fórmulas e massas moleculares idênticas, mas com propriedades diferentes. A descoberta da isomeria mostrou que as propriedades das substâncias químicas não dependem unicamente de sua composição, mas também do arranjo espacial dos átomos na molécula (MCMURRY, 2011).

De acordo com Klein (2016), os isômeros podem ser subdivididos em isômeros **constitucionais (estruturais)** e **estereoisômeros**.

a) Isômeros constitucionais (estruturais). Os átomos que compõem as moléculas desses isômeros são idênticos, no entanto, o arranjo é diferente (ATKINS, 2018). Os compostos butano e metil-propano (Figura 2), apesar de terem a mesma fórmula molecular C_4H_{10} , as conexões entre os átomos de carbono (C) são diferentes, caracterizando uma cadeia carbônica linear e outra ramificada, respectivamente. Entretanto, ambos os compostos são gases, porém o butano condensa em $-1^\circ C$ e o metil-propano, em $-12^\circ C$ (ATKINS, 2018).

Figura 2 - Isômeros Constitucionais Butano e Metil-Propano.

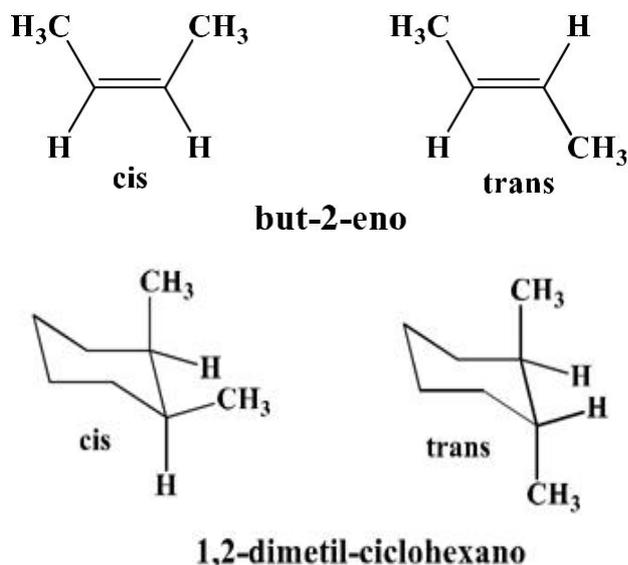


Fonte: Dos autores (2023).

b) Estereoisômeros. Trata-se de um caso específico de isomeria, em que as moléculas têm a mesma conectividade entre os átomos na molécula, mas, os arranjos espaciais são diferentes.

Uma das classes de estereoisômeros é a dos isômeros geométricos, em que os átomos têm arranjos diferentes em cada lado de uma ligação dupla covalente, ou acima e abaixo do anel de um composto cíclico. Os isômeros geométricos de alcenos dissustituídos são distinguidos pelos prefixos cis e trans. Se o alceno é trissustituído ou tetrassustituído, os termos cis ou trans são duvidosos ou não se aplicam (SOLOMONS; FRYHLE, 2012). Neste caso, utiliza-se o chamado Sistema (E - *ENTGEGEN*) e (Z - *ZUSAMMEN*), seguindo as regras propostas pelos químicos Robert Sidney Cahn, Christophe Kelk Ingold e Vladimir Prelog em 1966 e adotado pela *International Union of Pure and Applied Chemistry/IUPAC* (ORLANDO *et al.*, 2007). A Figura 3 retrata exemplos de dois isômeros do composto but-2-eno: no isômero cis, os dois grupos metila estão no mesmo lado da ligação dupla; no isômero trans, os grupos metila estão em lados opostos da ligação dupla. Em se tratando do composto 1,2-dimetil-ciclohexano, no isômero cis os dois grupos metila estão voltados para o mesmo plano imaginário da molécula, enquanto que no isômero trans, os grupos metilas estão orientados de maneira opostas ao plano imaginário do anel cíclico. Os isômeros geométricos têm a mesma fórmula molecular e fórmulas estruturais diferentes, conferindo diferentes propriedades físicas e químicas (ATKINS, 2018).

Figura 3 - Isômeros geométricos de but-2-eno e do 1,2-dimetil-ciclohexano.



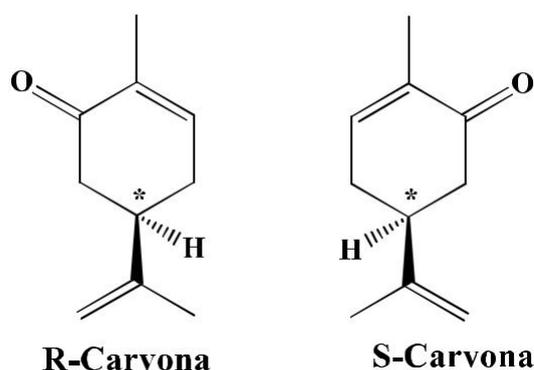
Fonte: Atkins (2018) modificada

Outra classe de estereoisomeria é a isomeria óptica. Dois compostos químicos são isômeros ópticos quando há uma relação de imagem especular não sobreponível entre uma molécula e outra. Essas moléculas são definidas como quirais. A termo “quiral” vem da palavra grega *cheir*, que significa “mão” e é utilizado para descrever moléculas quirais por estarem relacionadas umas com a outra, da mesma maneira que a mão esquerda está relacionada com a direita. As mãos direita e esquerda são imagens especulares uma da outra no espelho plano, mas não são sobreponíveis. Uma molécula quiral e sua imagem especular formam um par de enantiômeros. Apesar de terem a mesma composição química, os dois enantiômeros são dois compostos diferentes. Nos compostos orgânicos, ocorre isomeria óptica sempre que quatro substituintes diferentes estão ligados a um átomo de carbono, que é, então, chamado de “átomo de carbono quiral” (ATKINS, 2018). De acordo com o arranjo espacial dos diferentes substituintes ligados ao carbono quiral, os enantiômeros recebem os prefixos R ou S, seguindo o sistema de nomenclatura desenvolvido pelos químicos Robert Sidney Cahn, Christophe Kelk Ingold e Vladimir Prelog, em 1966.

Os enantiômeros têm propriedades químicas idênticas, exceto quando reagem com outros compostos quirais. Como muitas substâncias bioquímicas são quirais, uma consequência dessa diferença de reatividade é que os enantiômeros têm odores e atividades farmacológicas diferentes. Para ser eficaz farmacologicamente, a molécula tem que se ajustar em receptores de uma célula ou de uma enzima. Só uma das moléculas do par de enantiômeros é capaz de se ajustar no sítio receptor. Como exemplo de enantiômeros, tem-se

a R-carvona, que é um dos principais aromatizantes presentes nas sementes de alcarávia, enquanto sua imagem no espelho, a S-carvona, é um dos constituintes do óleo de hortelã-verde (Figura 4). O átomo de carbono quiral é marcado com um asterisco (*) em cada enantiômero (ATKINS, 2018).

Figura 4 - Estruturas moleculares dos enantiômeros R e S da carvona.

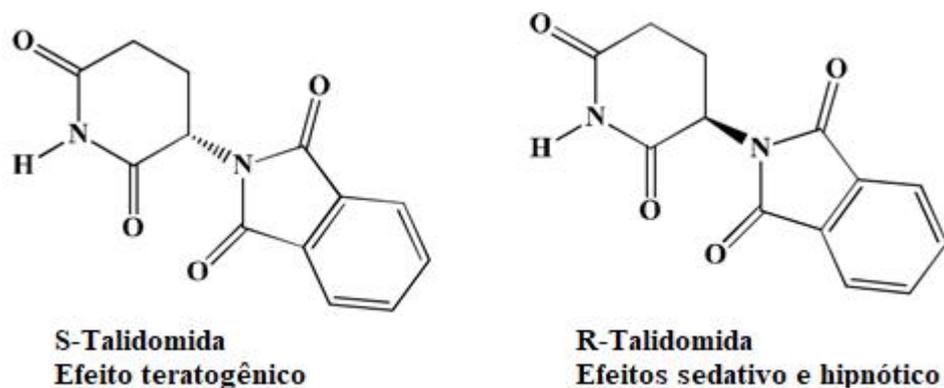


Fonte: Atkins (2018) modificada.

Os enantiômeros apresentam propriedades físicas semelhantes, exceto quanto à rotação do plano da luz planopolarizada. Se uma molécula quiral gira o plano de polarização da luz no sentido horário, então a molécula que é sua imagem no espelho plano, gira o plano de polarização no sentido anti-horário com o mesmo ângulo de rotação. Com frequência, os compostos orgânicos sintetizados em laboratório são “misturas racêmicas”, ou seja, misturas de enantiômeros em proporções iguais. As reações em células vivas, porém, comumente conduzem a apenas um dos enantiômeros. É uma característica notável da natureza que todos os aminoácidos naturais dos animais tenham a mesma quiralidade (ATKINS, 2018).

De acordo com Solomons e Fryhle (2012), os enantiômeros de fármacos têm perfis de atividade biológica distintos, muitas vezes com consequências graves ou até mesmo trágicas. Durante vários anos, o fármaco Talidomida foi usado na forma de racemato para aliviar sintomas de enjoo em mulheres grávidas, até que foi descoberto que o enantiômero S-Talidomida era a causa de má formação congênita em muitas crianças nascidas, após o uso desse fármaco (SOLOMONS; FRYHLE, 2012). As estruturas moleculares e isoméricas da Talidomida estão mostradas na Figura 5.

Figura 5 - Isômeros ópticos da Talidomida.

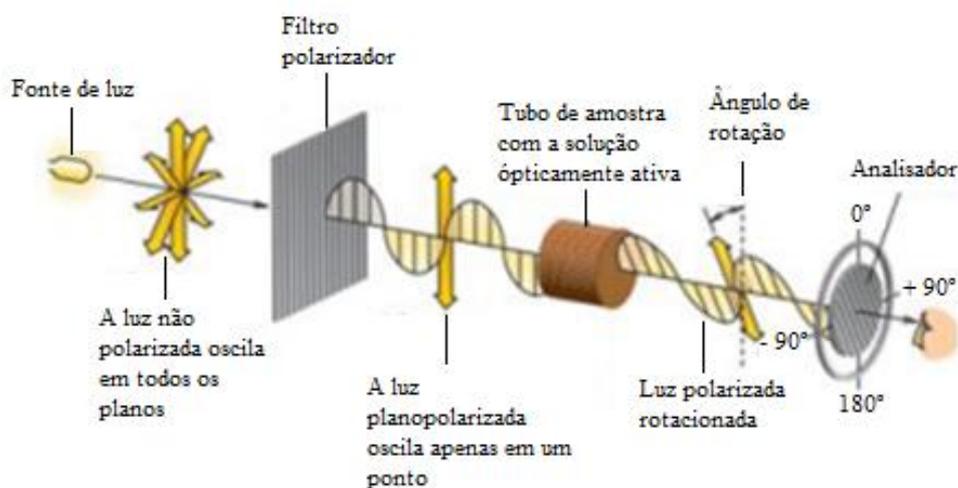


Fonte: Carrey (2011) modificada.

1.4.2 Isomeria óptica: Breve histórico e atualidade

Em 1815, o cientista francês Jean Baptiste Biot incidiu a luz planopolarizada em soluções de substâncias orgânicas, e descobriu que algumas delas giravam o plano da luz polarizada, como por exemplo, açúcares. Essas substâncias foram denominadas “ópticamente ativas” e, as que não possuíam essa característica “ópticamente inativas” (KLEIN, 2016). A rotação da luz planopolarizada provocada pela presença de compostos ópticamente ativos, pode ser medida experimentalmente utilizando um polarímetro. A representação do esquema de um polarímetro (Figura 6).

Figura 6 - Esquema de um polarímetro.



De acordo com Carey (2011), a luz utilizada para medir a atividade óptica apresenta um único comprimento de onda e é planopolarizada. O comprimento de onda mais utilizado é o de 589 nm (denominado de linha D), que corresponde à luz amarela produzida por uma lâmpada de sódio. A lâmpada de sódio utilizada é comum, uma vez que sua luz não é polarizada, significando que a propagação da radiação eletromagnética ocorre em todas as direções. Um feixe de luz não polarizado é transformado em planopolarizado, quando a luz atravessa um filtro polarizador que remove todas as ondas, exceto a que o vetor de campo elétrico pertence ao mesmo plano (CAREY, 2011). A luz planopolarizada atravessa o tubo que contém a solução de amostra da substância a ser analisada em um solvente adequado, sendo em geral, a água, etanol ou clorofórmio. A amostra é “ópticamente ativa” caso gire o plano da luz planopolarizada. A direção e a magnitude da rotação são medidas em um segundo filtro polarizador (o “analisador”) e obtidas como ângulo de rotação α , conforme pode ser observado na Figura 6 (CAREY, 2011).

Segundo Carey (2011), o plano de polarização de uma onda de luz passa por uma rotação quando incide sobre uma molécula quiral. As formas enantioméricas de uma molécula quiral causam uma rotação do plano de polarização em quantidades exatamente iguais, mas em direções opostas. Uma solução que contém quantidades iguais de enantiômeros não exhibe rotação óptica, uma vez que os incrementos de rotação horária produzidos por um enantiômero são cancelados por um número igual de incrementos de rotação anti-horária produzidos pelo outro enantiômero. As misturas racêmicas são ópticamente inativas, por outro lado, quando um enantiômero está presente em excesso, uma rotação do plano de polarização é observada. (CAREY, 2011).

Em 1847, o cientista francês Louis Pasteur propôs uma explicação para a atividade óptica. Em sua pesquisa, concluiu que a atividade óptica é uma consequência direta da quiralidade, ou seja, substâncias quirais são ópticamente ativas e as aquirais não são. Além disso, Pasteur observou que os enantiômeros giram o plano da luz planopolarizada em magnitudes iguais, mas, em sentidos opostos (KLEIN, 2016).

A compreensão do conhecimento sobre a isomeria óptica abriu uma nova era de aplicação e desenvolvimento de compostos orgânicos. Atualmente, a isomeria óptica tem relevante importância na área farmacêutica pelo fato das drogas apresentarem-se como isômeros e diferirem em suas propriedades farmacocinéticas e farmacodinâmicas (CHHABRA; ASERI; PADMANABHAN, 2013). Compreendendo melhor essa questão por meio de exemplos, o isômero (R,R)-Cloranfenicol, que é utilizado como antibiótico, o seu isômero (S,S)-Cloranfenicol mostra-se ser inativo; o (S,S)-Etanbutol é um medicamento

antituberculose, enquanto o (R,R)-Etambutol foi observado como sendo causador de cegueira (FEDERSEL, 1993; CHAN, 1993). Assim, o conhecimento da isomeria óptica tem auxiliado na descoberta de drogas mais seguras e eficazes.

O estudo, desenvolvimento, produção e comercialização de um enantiômero puro a partir de um racemato original é denominado “*chiral switching*” e, com essa prática, várias empresas conseguiram estender o período de patente de fármacos. Essa estratégia vem se tornando atrativa para o desenvolvimento de novos fármacos, sendo que diversos estudos clínicos necessários para o desenvolvimento do enantiômero puro já foram realizados durante o desenvolvimento do racemato, o que torna o processo mais dinâmico e barato (ORLANDO *et al.*, 2007; GELLAD *et al.*, 2014). A justificativa para a concessão de novas patentes para o desenvolvimento e produção de enantiômeros puros é baseada nos fatos de que os mesmos apresentem uma ou mais das seguintes vantagens: i) maior índice terapêutico; ii) menor ou maior duração do tempo de ação (meia vida); iii) menor variabilidade interindividual; iv) menor potencial de interações medicamentosas e v) menor capacidade de desenvolver efeitos colaterais (ORLANDO *et al.*, 2007).

Vale ressaltar que a polarimetria é constantemente utilizada em diversas áreas da pesquisa como, por exemplo, o artigo publicado no *European Journal of Physics*, cujo título é “Previsões teóricas das mudanças na irradiação e na cor dos feixes de luz que viajam na água com açúcar, causadas por fenômenos de rotação óptica, e suas possíveis aplicações para fins educacionais” (TOKUMITSU; HASEGAWA, 2018), o qual pontua que os fenômenos de coloração causados pela rotação óptica de feixes de luz planopolarizada em água açucarada podem ser utilizados como uma ferramenta educacional. Neste trabalho, os fenômenos de coloração são estudados em termos teóricos, e os resultados são comparados com os obtidos experimentalmente. Nesta perspectiva, pode também ser mencionado o artigo publicado no *Journal of Biomedical Optics* (GHOSH; VITKIN, 2011), o qual destaca que a polarimetria tem uma história longa e bem sucedida. Impulsionado por seu potencial biomédico, o uso de abordagens polarimétricas para avaliação de tecidos biológicos, recentemente recebeu atenção considerável. Especificamente, a polarização pode ser usada como uma ferramenta eficaz para discriminar e multiplicar a luz espalhada, para aumentar o contraste e melhorar a resolução da imagem do tecido (GHOSH, VITKIN, 2011). Diante do exposto, é notável a importância da polarimetria e, conseqüentemente, da isomeria as quais, ultrapassam os muros da escola, podendo ser utilizadas em vários campos que vão desde indústrias até mesmo na medicina.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Abordar o conteúdo de isomeria constitucional, geométrica e óptica no Ensino Médio por meio da aplicação da modalidade híbrida, com o intuito de contribuir para a melhoria do ensino de um conteúdo considerado complexo e desafiador por parte dos alunos.

2.2 Objetivos específicos

Os objetivos específicos deste trabalho são:

- Desenvolver o ensino de isomeria constitucional, geométrica e óptica no ensino médio técnico de uma forma mais atrativa e dinâmica, engajando os alunos para uma construção mais autônoma e responsável do seu conhecimento;
- Aplicar e avaliar a abordagem pedagógica do Ensino Híbrido no processo de ensino e aprendizagem de isomeria, utilizando os submodelos de sala de aula invertida e rotação por estações, envolvendo os estudos no formato presencial e *on-line*.
- Utilizar as Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação/TDIC no ensino de isomeria, conforme as orientações presentes em documentos educacionais e oficiais;
- Avaliar o potencial do aplicativo *WhatsApp* como ferramenta digital de informação e comunicação além de seu uso como suporte à aplicação da abordagem pedagógica do Ensino Híbrido, durante a execução de atividades de ensino no formato *on-line*;
- Elaborar uma sequência didática sobre o conteúdo de isomeria constitucional, geométrica e óptica, baseada na modalidade do ensino híbrido, servindo de um produto educacional que possa ser utilizado por outros educadores interessados e da área de Química.

3 JUSTIFICATIVA

Estudos relatam inúmeras dificuldades enfrentadas por alunos em relação à aprendizagem de conteúdos relacionados às ciências exatas e, dentre esses, estão os que envolvem a área da Química (SANTOS *et al.*, 2013; MENESES; NUÑEZ, 2018). Em se tratando, especificamente, da dificuldade de ensino e aprendizagem do conteúdo de isomeria em compostos orgânicos, essa realidade não é diferente. As dificuldades encontradas têm sido atribuídas à diversos fatores como a abstração e à falta de domínio de conhecimentos prévios envolvendo, por exemplo, ligações químicas, visualização e representação espacial de estruturas moleculares (CORREIA *et al.*, 2010; TRINDADE *et al.*, 2020). Essa última dificuldade foi também apontada por Souza (2009) e correlacionada com as estratégias de ensino abordadas e a não utilização de recursos que possibilitem a visualização das estruturas moleculares tridimensionais, para facilitar a compreensão de suas particularidades. Silva (2014) associou a dificuldade do ensino de isomeria às falhas na formação de professores, os quais contribuem para a permanência do ensino de modo tradicional, levando à memorização das estruturas e dos tipos de isômeros, sem desenvolver a capacidade de comparação e identificação entre cada tipo de isomeria, conforme as características atribuídas pelas cadeias carbônicas. Neste contexto, faz-se necessário que os professores estejam cientes dessa realidade e que possam utilizar de estratégias de ensino e de recursos educacionais adequados, que viabilizem a melhoria do ensino e aprendizagem dos conteúdos relacionados à isomeria.

Diante do exposto e no intuito de buscar alternativas para que se possam minimizar os problemas, este trabalho de pesquisa propôs a elaboração, aplicação e análise de uma sequência didática na perspectiva do Ensino Híbrido envolvendo o ensino do conteúdo sobre isomeria. Como recursos digitais e de apoio ao desenvolvimento da pesquisa, foram utilizados os aplicativos *Edpuzzle* e *WhatsApp*.