



**UFRRJ**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL (PROFQUI)**

**DISSERTAÇÃO**

**USO DAS TIC'S COMO ESTRATÉGIA FACILITADORA PARA O  
ENSINO-APRENDIZAGEM DE ISOMERIA ÓPTICA NO ENSINO  
MÉDIO: DESENVOLVENDO UM APLICATIVO PARA A SIMULAÇÃO  
DE UM POLARÍMETRO**

**LUIZA DOS SANTOS OLIVEIRA AMORIM**

**2022**



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO**

**INSTITUTO DE QUÍMICA**

**PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL (PROFQUI)**

**USO DAS TIC'S COMO ESTRATÉGIA FACILITADORA PARA O  
ENSINO-APRENDIZAGEM DE ISOMERIA ÓPTICA NO ENSINO  
MÉDIO: DESENVOLVENDO UM APLICATIVO PARA A SIMULAÇÃO  
DE UM POLARÍMETRO**

**LUIZA DOS SANTOS OLIVIERA AMORIM**

*Sob orientação do professor*

**André Marques dos Santos**

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestra em Química**, no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) – Área de Concentração Química.

**Seropédica, RJ**

**Setembro de 2022**

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
Biblioteca Central / Seção de Processamento Técnico

Ficha catalográfica elaborada  
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

A524u Amorim, Luiza dos Santos Oliveira, 1990-  
USO DAS TIC'S COMO ESTRATÉGIA FACILITADORA PARA O  
ENSINO-APRENDIZAGEM DE ISOMERIA ÓPTICA NO ENSINO MÉDIO:  
DESENVOLVENDO UM APLICATIVO PARA A SIMULAÇÃO DE UM  
POLARÍMETRO / Luiza dos Santos Oliveira Amorim. -  
Seropédica, 2022.  
81 f.: il.

Orientador: André Marques dos Santos.  
Dissertação(Mestrado). -- Universidade Federal Rural  
do Rio de Janeiro, Programa de Mestrado Profissional  
em Química em Rede Nacional (PROFQUI), 2022.

1. Ensino da Química. 2. Ensino de Isomeria Óptica.  
3. Adalo. 4. Software Educacional. 5. Pré-Vestibular.  
I. Santos, André Marques dos, 1977-, orient. II  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.  
Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede  
Nacional (PROFQUI) III. Título.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
INSTITUTO DE QUÍMICA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL**

**LUIZA DOS SANTOS OLIVEIRA**

Dissertação submetida como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestra em Química, no Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Área de Concentração em Química

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 17/10/2022

Membros da banca

André Marques dos Santos. Dr. UFRRJ  
(Orientador)

Rosangela Vidal de Souza Araújo Dr<sup>a</sup>. UFRPE

Andressa esteves de Souza dos Santos. Dr<sup>a</sup>. UFRRJ



*Emitido em 2022*

**TERMO Nº 1126/2022 - PPGQ (12.28.01.00.00.60)**

**(Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO)**

*(Assinado digitalmente em 31/10/2022 08:25 )*

ANDRÉ MARQUES DOS SANTOS

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DBQ (11.39.00.24)

Matrícula: 1809123

*(Assinado digitalmente em 31/10/2022 09:38 )*

ANDRESSA ESTEVES DE SOUZA DOS SANTOS

PROFESSOR DO MAGISTERIO SUPERIOR

DQO (11.39.00.23)

Matrícula: 2451384

*(Assinado digitalmente em 31/10/2022 23:40 )*

ROSANGELA VIDAL DE SOUZA ARAUJO

ASSINANTE EXTERNO

CPF: 029.610.074-96

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrj.br/documentos/> informando seu número:  
**1126**, ano: **2022**, tipo: **TERMO**, data de emissão: **31/10/2022** e o código de verificação: **dfb87eda9c**

*Com muito amor e carinho, dedico esta pesquisa,*

*Ao meu esposo, Jefferson, por me apoiar em todos os meus sonhos, por embarcar comigo em meus projetos e ser meu parceiro em tudo.*

*Aos meus pais, Ivander e Carmem Lúcia, por serem minha inspiração e força, e minha irmã Laiz por ser minha motivadora e por sempre estar ao meu lado torcendo pelo meu êxito.*

## AGRADECIMENTOS

*Em primeiro lugar, meu agradeco vai a Ele, o Grande doador e provedor dos meus sonhos, planos e da minha vida. Deus a Ti toda Honra, Toda a Glória e Toda a minha gratidão sempre.*

*Ao meu marido, Jefferson, por sempre me apoiar, me incentivar, segurar minha mão nos dias de dificuldade e por ser meu companheiro de Todas as horas. Te amo meu amor.*

*Aos meus pais, por terem me instruído, me guiado e me orientado por todos esses anos. Sem dúvidas são meus maiores exemplos de vida. Amo vocês.*

*A minha irmã, Laiz, por sempre estar aberta a me escutar, por chorar comigo e se alegrar comigo, por sempre se fazer presente e por minha melhor amiga. Amo você.*

*Ao Professor Dr. André Marques dos Santos, meu orientador, que sem dúvidas foi uma das minhas melhores escolhas no mestrado, por toda paciência, correção e orientação que foram essenciais no desenvolvimento deste trabalho e para minha formação.*

*A Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ) e ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (ProfQui) por oportunizar um espaço de formação continuada e qualificação de professores visando a renovação das práticas de ensino e conseqüentemente, da escola.*

*Aos professores do programa de mestrado – ProfQui, por todo empenho e dedicação ao ensinar, ao compartilharem seus conhecimentos nos inspirando a sermos melhores profissionais.*

*Ao Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) Compus Nilópolis, em especial a professora Dr<sup>a</sup>. Luisa Marçal e ao professor Mestre Isaque Rodrigues, pelo apoio no desenvolvimento de uma das etapas do aplicativo, por toda orientação e ajuda oferecidos.*

*Ao Flávio Tavares, pela sua colaboração no desenvolvimento do aplicativo, sem o qual o andamento deste trabalho seria muito mais árduo.*

*A todos os meus colegas da turma de mestrado do ano de 2020, em especial minha amiga Aline, por sua companhia, sua amizade e por ser uma grande motivadora nesta caminhada, e minhas parceiras Jéssica e Luciane, por tornarem esta caminhada mais fácil com companheirismo e amizade.*

*Aos meus alunos da turma de pré-vestibular diurno, por me apoiarem no desenvolvimento deste trabalho, por participarem de uma das etapas e por torcerem pelo meu êxito.*

*Aos membros da Banca Examinadora pela disponibilidade e contribuições para que este trabalho fosse aperfeiçoado.*

*A todos os meus alunos, porque vocês são a minha maior motivação para o progresso e melhoria da minha prática e didática.*

*O presente trabalho foi realizado com apoio da coordenação de aperfeiçoamento de pessoal de nível superior - Brasil (CAPES) – Código de Financiamento 001.*

*“Ensinar é um exercício de imortalidade. De alguma forma continuamos a viver naqueles cujos olhos aprenderam a ver o mundo pela magia da nossa palavra. O professor, assim, não morre jamais...”*

*Rubem Alves*



## RESUMO

Amorim, Luiza dos Santos Oliveira. **Uso das TIC's como Estratégia facilitadora para o ensino-aprendizagem de isomeria óptica no Ensino Médio: Utilizando um Aplicativo para Simulação de um Polarímetro.** 2022. 81 f. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - ProfQui). Instituto de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

Atualmente, a sociedade em geral e as escolas estão imersas em uma realidade marcada por tecnologias em suas mais variadas formas. Quando se trata do uso de tecnologias como ferramentas para aprimorar o processo ensino-aprendizagem, algumas abordagens têm sido observadas, como o uso de plataformas que permitem aulas “online”, “software” com animações e simulação 3D (terceira dimensão). Assim, o uso de Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's) é apresentado como uma ferramenta com potencial para auxiliar o professor como mediador e facilitador do conhecimento, trazendo motivação, clareza e contextualização ao conteúdo abordado, como o de Estereometria, que exige certo grau de abstração dos alunos para ser compreendido. Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma proposta didática de ensino sobre Isomeria Óptica com o auxílio de uma simulação de um polarímetro desenvolvido por meio de uma plataforma “no code” (Adalo). O aplicativo ("app") desenvolvido buscou minimizar o grau de abstração dos alunos em relação ao conteúdo, além de trazer um pouco de leveza e clareza para um assunto com alto grau de lacunas de aprendizagem para uma parcela considerável dos alunos. O aplicativo foi submetido a testes de usabilidade aplicando um questionário de satisfação a uma turma de pré-vestibular de um curso preparatório da Baixada Fluminense. Foram avaliados os impactos do uso do aplicativo na aprendizagem/conhecimento, motivação, prazer e experiências percebidas pelos usuários ao manipular o aplicativo. A análise dos resultados dos questionários de satisfação demonstrou a eficácia da aplicação como ferramenta auxiliar em aulas de Isomeria Óptica, como ferramenta motivacional, sendo considerada uma ferramenta simples e intuitiva que auxilia no processo de ensino-aprendizagem do tema Isomeria Óptica por grande percentual dos participantes.

**Palavras-chave:** Ensino da Química; Ensino de Isomeria Óptica; Adalo; Software Educacional; Pré-Vestibular.

## ABSTRACT

Amorim, Luiza dos Santos Oliveira. **Using ICT's as a Facilitating Strategy for Teaching-Learning of Optical Isomery in High School: Using an Mobile Application for Simulating a Polarimeter.** 2022. 81 f. Dissertação (Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional - ProfQui). Instituto de Química, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2022.

Currently, society in general as well as schools are immersed in a reality marked by technologies in their most varied forms. When it comes to the use of technologies as tools to enhance the teaching-learning process, some approaches have been observed, such as the use of platforms that allow online classes, software with animations, and 3D simulation (third dimension). Thus, the use of Information and Communication Technologies (ICT's) is presented as a tool with potential to help the teacher as a mediator and facilitator of knowledge, bringing motivation, clarity, and contextualization to the content covered, such as Stereoisomery, which requires a certain degree of abstraction from the students to be understood. This work aimed to develop a didactic proposal for teaching about Optical Isomery with the aid of a simulation of a polarimeter developed using a platform no-code (Adalo). The mobile application (“app”) developed sought to minimize the degree of abstraction of the students in relation to the content, besides bringing a little lightness and clarity to a subject with a high degree of learning gaps for a considerable portion of the students. The app was submitted to usability testing by applying a satisfaction questionnaire to a university preparatory course class from Baixada Fluminense area. The impacts of using the application on learning/knowledge, motivation, application enjoyment, and the experiences perceived by users while manipulating the “app” were evaluated. The analysis of the results of the satisfaction questionnaires demonstrated the effectiveness of the application as an auxiliary tool in optical isomery classes, as a motivational tool, being considered a simple and intuitive application that helps in the teaching-learning process of the topic Optical Isomery by a large percentage of the participants.

**Keywords:** Chemistry teaching; Optical isomerism teaching; Adalo; Educational Software; University Preparatory Course.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1:</b> Classificação dos Isômeros de acordo com suas conectividades, seu arranjo espacial e sua imagem especular. (Fonte: Autora) .....	4
<b>Figura 2:</b> Imagem de uma Molécula possuindo um centro quiral (Fonte: Coelho, (2001)) .....	5
<b>Figura 3:</b> Estrutura Química: Terpenos e Terpenóides (Fonte: Felipe e Bicas, (2017)) .....	6
<b>Figura 4:</b> Impacto do isomerismo óptico na percepção de diferentes compostos de aroma (Fonte: Felipe e Bicas, (2017) .....	8
<b>Figura 5:</b> Imagem Conteúdo Programático de Química para o edital de seleção de acesso aos cursos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ 2022. (Fonte: Edital Uerj 2022) .....	16
<b>Figura 6:</b> Imagem Matriz de Referência ENEM 2022. (Fonte: INEP 2022) .....	16
<b>Figura 7:</b> Imagem Demonstrativa para o Desenvolvimento das Telas 1 e 2 do Aplicativo PolariQUIM, de Acordo com as Ações dos Usuários. (Fonte: autora) .....	21
<b>Figura 8:</b> Imagem Demonstrativa para o Desenvolvimento das Telas 4, 5 e 6 do Aplicativo PolariQUIM (Fonte: autora) .....	22
<b>Figura 9:</b> Imagem Demonstrativa para o Desenvolvimento das Tela 7 do Aplicativo PolariQUIM. (Fonte: autora) .....	23
<b>Figura 10:</b> Fluxograma contendo planejamento das telas e de algumas ações destas, para a elaboração do aplicativo. (Fonte: Autora) .....	24
<b>Figura 11:</b> Tela inicial do Aplicativo PolariQUIM – 11 (a) primeira versão; 11 (b) versão atual. (Fonte: Autora) .....	26
<b>Figura 12:</b> Tela 2 mostrada após o acionamento do botão “INSTRUÇÕES INICIAIS” (Fonte: Autora) .....	27
<b>Figura 13:</b> Tela 2 mostrada após o acionamento do botão “ISOMERIA ÓPTICA”, (Fonte: print feito pela autora, do canal Descomplica do Quadro “Quer que eu desenhe?”).....	27

<b>Figura 14:</b> Tela 2 mostrada após o acionamento do botão “SOBRE O APLICATIVO”, (Fonte: Autora) .....	28
<b>Figura 15:</b> Tela 2 mostrada após o acionamento do botão “INICIAR” (Fonte: Autora) .....	29
<b>Figura 16:</b> Tela 3 mostrada após a escolha da amostra a ser analisada na tela anterior (Fonte: Autora) .....	30
<b>Figura 17:</b> Tela 4 mostrada após o acionamento do botão “CONTINUAR” (Fonte: Autora) .....	31
<b>Figura 18:</b> Tela 5 mostrada após o acionamento do botão “CLASSIFICAR”, da tela 4 (Fonte: Autora) .....	32
<b>Figura 19:</b> Tela 6 mostrada após o acionamento do botão “Dextrógira ou Levógira”, encontrados na tela 5 para que o usuário classifique sua amostra. (Fonte: Autora) .....	33
<b>Figura 20:</b> Testagem da usabilidade do App com alunos do Pré-vestibular: (a) Dinâmica sensorial (b) Orientações sobre o trabalho. (Fonte: Autora) .....	35
<b>Figura 21:</b> Imagem da projeção do QR-Code para que os alunos participantes do teste de usabilidade, tenham acesso ao aplicativo. (Fonte: Autora) .....	35
<b>Figura 22:</b> Imagem demonstrativa dos alunos participantes do teste de usabilidade, manipulando o aplicativo com seus celulares, durante a testagem da usabilidade dele. (Fonte: Autora) .....	36
<b>Figura 23:</b> Idade dos alunos respondentes do questionário de satisfação ilustrando a quantidade de respondentes para cada idade. n = 1 (Fonte: Autora).....	41
<b>Figura 24:</b> Escolaridade dos alunos respondentes do questionário de satisfação ilustrando a frequência em relação ao nível escolar dos participantes. n = 1 (Fonte: Autora) .....	42
<b>Figura 25:</b> Instituição Escolar que os Participantes Estudaram na maior parte de sua vida escolar. n = 31 (Fonte: Autora) .....	42
<b>Figura 26:</b> Conhecimento dos alunos participantes do questionário de satisfação sobre o conteúdo de Isomeria Óptica ilustrando o percentual destes que consideravam conhecer o conteúdo citado. n = 31 (Fonte: Autora) .....	43

<b>Figura 27:</b> Contribuição do aplicativo para a aprendizagem do conteúdo de Isomeria Óptica ilustrando as respostas dos alunos participantes quanto ao conhecimento desenvolvido a partir da interação com o aplicativo. n = 31 (Fonte: Autora) .....	46
<b>Figura 28:</b> Contribuição do quanto o aplicativo PolariQUIM, para a aprendizagem do Conteúdo de Isomeria Óptica, foi motivador ou atuou de maneira prazerosa para os alunos respondentes. n = 31 (Fonte: Autora) .....	47
<b>Figura 29:</b> Avaliação, dos alunos respondentes, quanto a clareza dos Conceitos Expostos no Aplicativo desenvolvido PolariQUIM. n=31 (Fonte: Autora) .....	47
<b>Figura 30:</b> Avaliação dos alunos respondentes, quanto a navegação no aplicativo PolariQUIM, sendo ilustrado em porcentagem as respostas dos participantes quanto a facilidade e simplicidade da utilização do aplicativo. n = 31 (Fonte: Autora) .....	48
<b>Figura 31:</b> Avaliação, dos alunos respondentes, quanto a ocorrência de problemas na utilização do aplicativo PolariQUIM, sendo ilustrado, em porcentagem, as respostas dos participantes de acordo com suas experiências durante a utilização do aplicativo. n=31 (Fonte: Autora) .....	49
<b>Figura 32:</b> Avaliação, dos alunos participantes, quanto a relevância dos conteúdos apresentados no aplicativo PolariQUIM, para a complementação dos conhecimentos sobre Isomeria Óptica, ilustrando, em porcentagem, as respostas dos participantes quanto as informações adquiridas através da manipulação do aplicativo. n = 31 (Fonte: Autora) .....	50

## LISTA DE QUADROS

- Quadro 1** Perguntas utilizadas no Questionário de Satisfação, aplicadas juntos aos alunos participantes para o teste de usabilidade do aplicativo, e o que se pretende avaliar ou analisar a partir das respostas obtidas em cada pergunta. (Fonte: Autora) .....38
- Quadro 2** Conhecimento dos alunos respondentes acerca dos seus conhecimentos sobre a temática Isomeria Óptica, ilustrando as respostas destes sobre a pergunta citada. (Fonte: Autora) .....44
- Quadro 3** Relatos registrados pelos alunos respondentes quanto às dificuldades ou desvantagens que observaram durante o manuseio do aplicativo, ilustrando as respostas destes sobre a pergunta citada. (Fonte: Autora) .....51
- Quadro 4** Relatos registrados pelos alunos respondentes quanto às suas sugestões para possíveis melhorias no aplicativo PolariQUIM, ilustrando as respostas destes sobre a pergunta citada. (Fonte: Autora) .....52

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b>	1
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO</b>	3
2.1 Isomeria Óptica	3
2.2 O fenômeno da quiralidade e os diferentes aromas dos óleos essenciais.	5
2.3 Os desafios do Ensino da Isomeria Óptica para a Educação Básica	8
2.4 Softwares Educacionais do tipo Simulação e a Aprendizagem Móvel	11
<b>3. OBJETIVOS</b>	14
3.1 Objetivo Geral:	14
3.2 Objetivos Específicos:	14
<b>4. METODOLOGIA</b>	15
4.1 - Abordagem Metodológica da Pesquisa	15
4.2 - Caracterização do Universo da Pesquisa	15
4.3 - Etapas metodológica da Pesquisa	16
4.3.1 – Levantamento bibliográfico	16
4.3.2 – Projeto e desenvolvimento da interface do Aplicativo	17
4.4 - Instrumento de coleta de dados	17
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	18
5.1 – Levantamento Bibliográfico e Planejamento do Aplicativo	18
5.2 – Projeto e Desenvolvimento do Aplicativo	19
5.3 – Desenvolvimento da Interface	25
5.4 – Coleta de Dados	33
5.4.1 – Metodologia para Coleta de Dados	34
5.4.2 – Instrumento para Coleta de Dados	36
<b>6. CONCLUSÕES</b>	55
<b>7 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	56
<b>APÊNDICES</b>	60
Apêndice 1: Questionário de Satisfação	60
Apêndice 2: Parecer do Comitê de Ética da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	64
Apêndice 3: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido	65
Apêndice 4: Liberação do Canal Descomplica para Utilização do Vídeo: “Quer que eu desenhe?” no Aplicativo	66

## 1. INTRODUÇÃO

O tema Isomeria Óptica, é de grande importância, na prática e na vida real, de nossos alunos, pois está relacionado aos diferentes aromas de compostos naturais presentes no cotidiano, em compostos industrializados, através dos óleos essenciais obtidos de flores, frutos, vegetais. Para a indústria farmacêutica, o entendimento e classificação são de extrema importância para a produção e desenvolvimento de fármacos e suas interações com organismos vivos.

Mas o ensino tradicional, mecânico, sem a devida contextualização deste conteúdo, vem tornando o ensino-aprendizagem dessa temática difícil e pouco atrativa ou desmotivadora, tanto para os alunos, quanto para professores. A natureza abstrata do conteúdo, a dificuldade na visualização das estruturas na terceira dimensão, a falta de contextualização ou na inserção do tema ao cotidiano dos alunos, são apenas algumas das problemáticas levantadas e analisadas neste trabalho. Esses são problemas citados e vivenciados por muitos docentes em diversas salas de aulas em vários lugares de nosso país e que causam um entrave tanto no desenvolvimento das aulas quanto na aprendizagem significativa dos alunos.

A inserção de ferramentas tecnológicas, através do uso de computadores ou dos próprios aparelhos de *smartphones* dos alunos, vem ganhando grande número de adeptos e vem fazendo parte de vários debates educacionais nos últimos anos. Diversos autores, analisados neste trabalho, defendem o uso de recursos como auxiliar nas aulas de química, para aproximar esses conteúdos dos alunos, assim como, sanar algumas das problemáticas a serem citadas também neste trabalho. Mas também é importante ressaltar que, a inserção dessas ferramentas ou do também chamado *mobile-learning* enfrenta muitos desafios, principalmente na falta de estrutura das escolas e na falta de capacitação dos professores em como utilizar essas ferramentas, ou seja, como utilizar uma simulação, manipular um jogo online, e como torná-las auxiliares para o ensino dos diversos conteúdos da química, ou seja, fazer com que a ferramenta seja parte da metodologia e não o centro desta, saber planejar a utilização desses recursos de modo a otimizar de forma dinâmica, integrativa e contextualizada, os conteúdos abordados.

Na tentativa de minimizar essa dificuldade na programação e no manuseio de aplicativos educacionais, diversas linguagens de programação estão sendo desenvolvidas para que todos tenham acesso no desenvolvimento de jogos ou simulações, como a



desenvolvida pela equipe técnica participante deste trabalho. Essas novas linguagens, denominadas *no-code* ou *low-code*, baseadas em montagem de blocos, são extremamente intuitivas, permitindo, como já relatado, qualquer pessoa que queira, programar algum tipo de aplicativo educacional. Entre essas novas linguagens, foi destacado neste trabalho a plataforma Adalo, linguagem utilizada para o desenvolvimento do aplicativo denominado PolariQUIM.

Diante da complexidade e da abstração dos conteúdos de Química, o uso das Tecnologias de Informação e Comunicação (TIC's) traz grandes benefícios quando o objetivo é o desenvolvimento de uma educação significativa e alinhada com a contemporaneidade. Moreira (2006) relata que aprendizagem significativa, conceito este definido por David Ausubel de 1968-1980, consiste em ter consciência dos saberes pré-adquiridos pelos discentes e a partir destes iniciar um processo para que eles possam adquirir novos conhecimentos. Ou seja, é levar em conta os conhecimentos prévios dos alunos acerca de determinados assuntos e a partir daí, levá-los a novos questionamentos, novos conhecimentos, os quais conferem sentido e significados em suas ações cotidianas. Segundo Guimarães (2009), para que aprendizagens significativas aconteçam deve-se trabalhar além dos livros didáticos, mas “associar os conteúdos curriculares ao que o educando vivenciou” trazendo assim, motivação e contextualização aos conteúdos de Química.

Desta forma, o uso das TIC's apresenta-se como uma ferramenta que pode auxiliar o professor como mediador e facilitador do conhecimento, trazendo motivação, clareza e contextualização aos conteúdos abordados.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 Isomeria Óptica

No ensino médio observa-se que a maioria dos livros didáticos de Química Orgânica utiliza a seguinte sequência de conteúdo a serem trabalhados:

1. Introdução à Química Orgânica;
2. Funções Orgânicas;
3. Isomeria;
4. Reações Orgânicas.

Essa sequência fica evidenciada nas obras de Marta Reis “Química 3. Meio Ambiente, Cidadania e Tecnologia” de 2010, de Ricardo Feltri em “Química Orgânica vol. 3” de 2004 e Usberco e Salvador em “Química” de 2002.

Em relação à sequência dos conteúdos apresentada na maioria dos livros didáticos, o ensino de isomeria é atrelado ao ensino das funções Orgânicas.

Segundo Solomons (2000) isomeria é um fenômeno no qual compostos de mesma fórmula molecular apresentam propriedades e fórmulas estruturais diferentes. A isomeria pode ser basicamente dividida em: (i) Isomeria Plana ou Constitucional, onde os isômeros se diferem pela fórmula estrutural plana; (ii) Isomeria Espacial ou Estereoisomeria que são isômeros que se diferem no arranjo de seus átomos no espaço Solomons (2000). Os estereoisômeros podem ser classificados em Diastereoisômeros – isômeros que não são imagens especulares entre si e Enantiômeros que são imagens especulares um do outro, porém que não podem se sobrepor Solomons (2000). A Figura 1 abaixo ilustra as divisões e classificações dos isômeros.

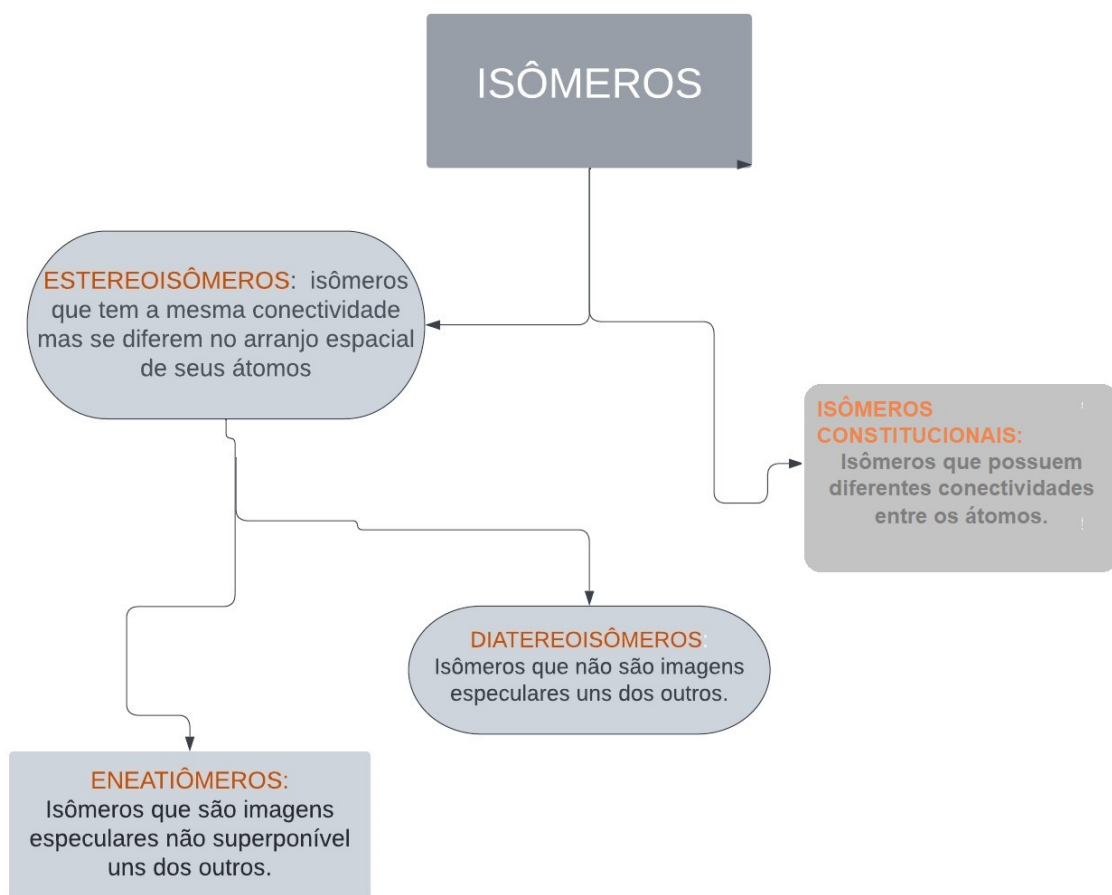


Figura 1: Classificação dos Isômeros de acordo com suas conectividades, seu arranjo espacial e sua imagem especular. (Fonte: Autora)

O foco do presente trabalho são os enantiômeros que possuem atividade óptica e o impacto dessas atividades nos diferentes aromas naturais conhecidos.

Segundo Solomons (2000), enantiômeros “ocorrem apenas com compostos cujas moléculas são quirais”, ou seja, que possuam eixos assimétricos. Coelho (2001) relata que “centro assimétrico é aquele no qual os substituintes ligados a ele são diferentes entre si”, conforme pode-se observar na figura abaixo.

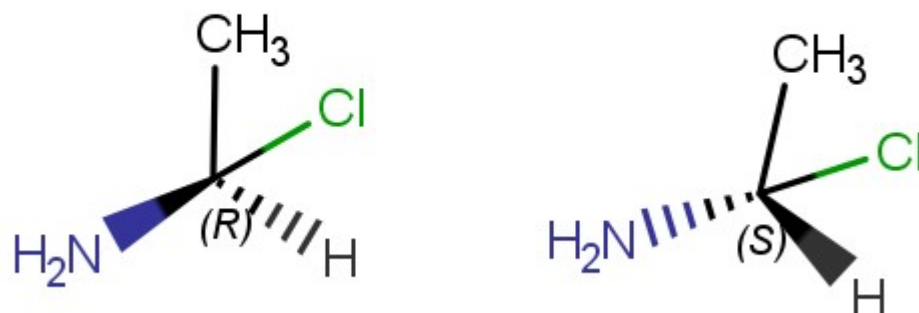


Figura 2: Imagem de uma Molécula possuindo um centro quiral (Fonte: Autora)

Coelho (2001) ressalta o interessante fato dos enantiômeros não possuírem propriedades físicas diferentes, ou seja, densidade, temperaturas de fusão e ebulição são iguais entre os pares de enantiômeros, diferindo unicamente quanto ao desvio do plano da luz polarizada quando estes são submetidos a um polarímetro. Segundo Feltre (2004), substâncias que desviam a luz polarizada são chamadas de “ópticamente ativas ou que possuem atividades ópticas”. Substâncias que apresentam atividades ópticas apresentam grande importância, como no funcionamento enzimático Bagatin et al.(2005), nas atividades biológicas de fármacos quirais Coelho (2001), ou mesmo nas diferenças entre os aromas naturais de frutas e flores (Felipe e Bicas, 2017).

## 2.2 O fenômeno da quiralidade e os diferentes aromas dos óleos essenciais.

O Brasil possui uma riqueza e diversidade incontestável em sua fauna e flora, podendo ser extraído deste último uma infinidade de compostos de grandes valores econômicos e industriais, como os óleos essenciais. Os óleos essenciais podem ser definidos como compostos voláteis, presentes em concentrações diferentes em cada vegetal, e que apresentam como principais características potencial odorífero, serem lipofílicos e apresentarem propriedades terapêuticas Silva (2011). Outras características encontradas nos óleos essenciais são “atividades farmacológicas, como antisséptica, anti-inflamatória, antimicrobiana entre outras, por esse motivo são utilizados na medicina popular e na fabricação de medicamentos” Silva (2011) apud Simões et al. (2007).

Segundo Alves (2014), os óleos essenciais são formados por vários compostos químicos, sendo a classe dos terpenos/terpenóides a predominante. Os terpenos, podem ser definidos, quimicamente, como sendo “alcenos naturais”, enquanto os terpenóides, como terpenos que apresentam oxigênio, apresentando diferentes funções orgânicas como: “ácidos, álcoois, aldeídos, cetonas, éteres, fenóis ou epóxidos terpênicos”, sendo estes os principais responsáveis pelo aroma/odor ou as pigmentações das diversas partes que formam os vegetais (Felipe e Bicas, 2017). Na ilustração abaixo (Figura 3), pode-se observar a estrutura química destes compostos.

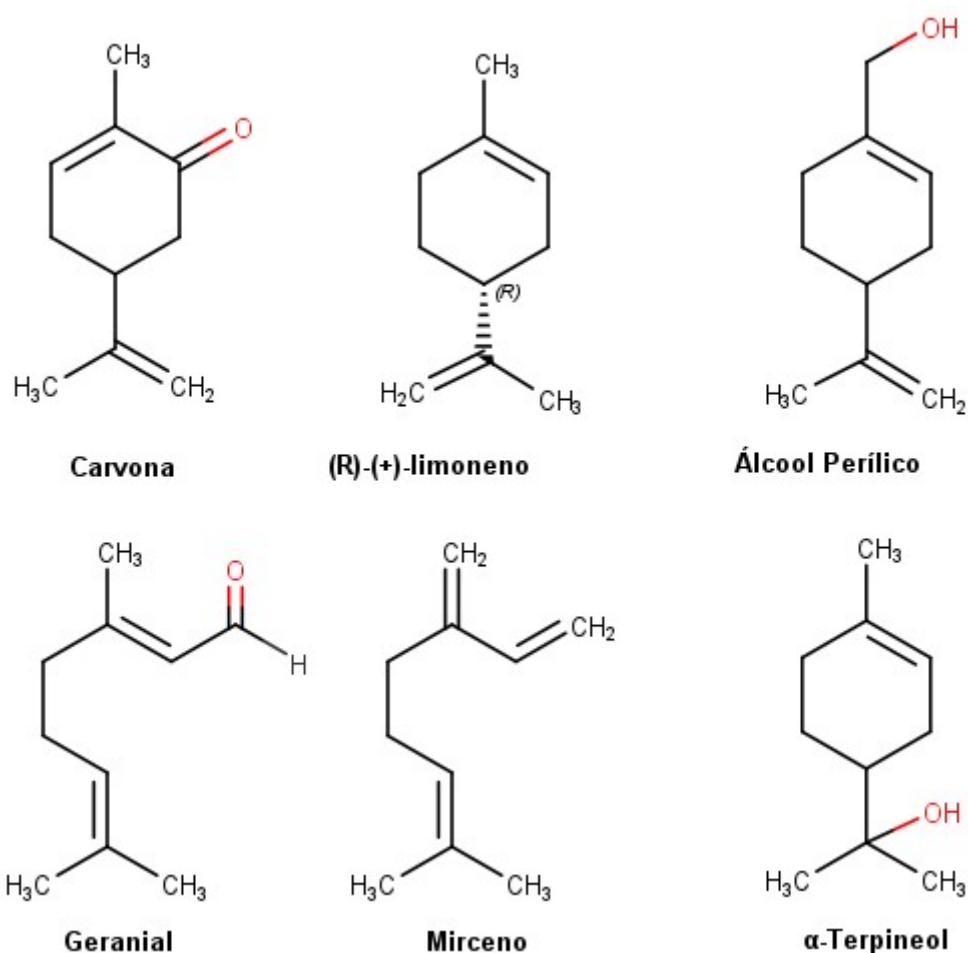


Figura 3: Estrutura Química: Terpenos e Terpenóides (Fonte: Autora)

Com relação as características ligadas ao aroma dos óleos essenciais, quanto menor o tamanho do terpeno/terpenóide, mais voláteis serão esses compostos e isso gera os óleos essenciais com marcante presença odorífera. Essa característica, como relata Felipe e Bicas

(2017), é muito marcante em “aroma dos produtos naturais, particularmente de frutas cítricas, ervas aromáticas, especiarias e condimentos”.

Outro fator de grande destaque é a influência que a presença de carbonos assimétricos nos aromas de compostos, como os terpenos e terpenóides. Souza et al. (2013) relata que:

Muitos terpenos são usados terapeuticamente ou como sabor e materiais de fragrância. Os terpenos também podem conter um ou mais carbonos assimétricos que exibem atividade óptica. Foi demonstrado que a quiralidade do terpeno influencia suas propriedades de odor, atividade biológica e modo de ação.

A presença dos carbonos quirais em compostos odoríferos, permitindo o desenvolvimento de atividades ópticas, “pode conferir notas aromáticas completamente diferentes umas das outras” (Felipe e Bicas, (2017)). Outra característica sobre a presença de carbonos assimétricos nestes compostos, é a diferença em possíveis propriedades biológicas e terapêuticas Sharmeen et al., (2021). Para exemplificar tais diferenças citadas acima, Sharmeen et al. (2021), descreve:

Por exemplo, os enantiômeros R(-) e S (+) da carvona - monoterpene cetona - diferem em odor e sabor; S(+) carvona tem um sabor aromático, enquanto R(-) carvona tem um sabor mentolado característico. Além disso, no caso do limoneno, o odor do (+) - limoneno foi avaliado como significativamente mais agradável e mais ativador do que o do (-) - limoneno. Quanto ao - (+) - e - (-) - mentol, enquanto ambos os enantiômeros têm uma qualidade de odor de hortelã-pimenta, (-) - mentol tem um efeito de resfriamento muito mais forte do que (+) – mentol.

Sobre este impacto que a presença de carbonos assimétricos/isomeria óptica, em compostos orgânicos naturais causa em seus aromas e atividades biológicas e terapêuticas, Silva (2011) apud Brenna et al., (2003) relata que muitos pesquisadores têm buscado entender a correlação entre a quantidade de enantiômeros nos compostos e a “configuração absoluta odorante naturais empregados em perfumaria, alimentos”.

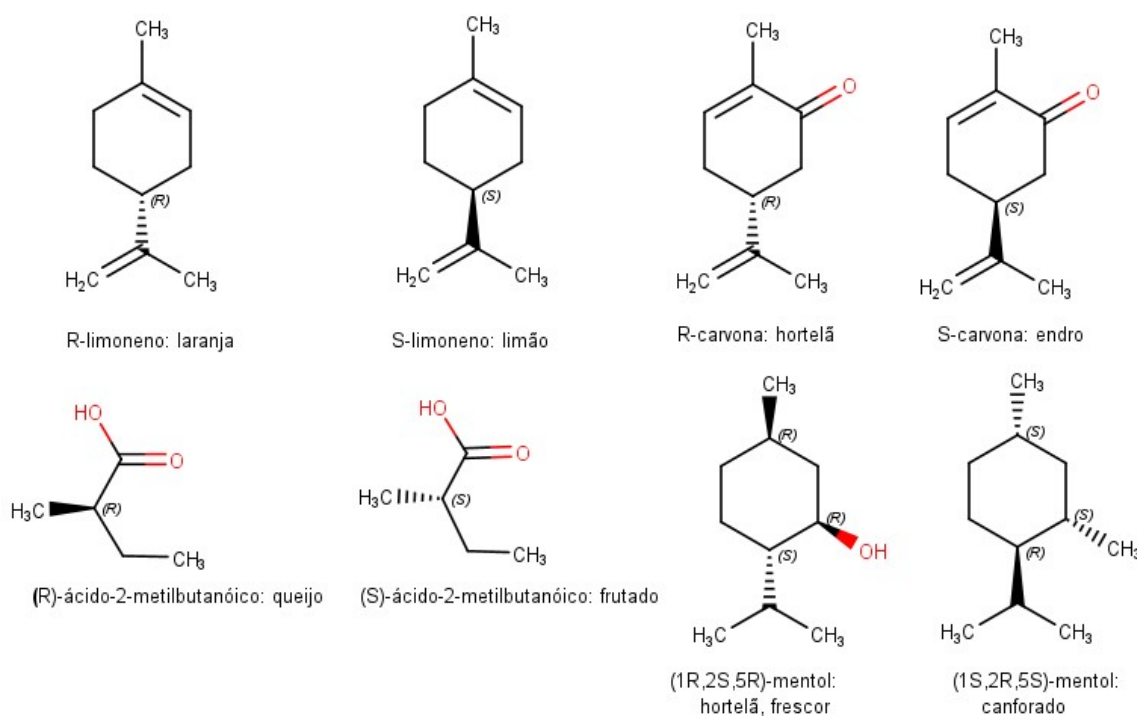


Figura 4: Impacto do isomerismo óptico na percepção de diferentes compostos de aroma (Fonte: Autora)

### 2.3 Os desafios do Ensino da Isomeria Óptica para a Educação Básica

O ensino da Estereoquímica, em específico dos Enantiômeros, está atrelado a uma necessidade de abstração e entendimento de representações por parte dos alunos. Em relação aos professores, requer práticas e saberes que possam entender as necessidades dos alunos e planejar ações para amenizá-las. Sobre esses saberes Tardif (2001, p. 20) relata: “O saber dos Professores é temporal, significa dizer, inicialmente, que ensinar supõe aprender a ensinar, ou seja, aprender a dominar progressivamente os saberes necessários à realização do trabalho docente.”

Diante de toda essa temática abordada, é um desafio para os docentes a aplicação prática desse tema. Segundo Raupp (2015): “O ensino de estereoquímica e seus desafios têm sido discutidos há décadas sendo que a complexidade na resolução de problemas no nível tridimensional tem sido considerada como uma das principais fontes de dificuldades de aprendizagem.”

Percebe-se que a falta de clareza na visibilidade das estruturas em terceira dimensão é um dos fatores mais citados nas literaturas, que justificariam a possível problemática da falta

de eficiência no ensino de estereoisomeria. Alguns autores abordam essa questão, dentre eles pode-se citar: Baptista (2013) que aponta “a dificuldade de abstração e visualização tridimensional dos alunos” como uma problemática para o ensino de química como um todo. Neto (2009) afirma que “Isomeria é um conteúdo que exige do aluno bastante abstração” sendo muito necessária para o entendimento dos alunos uma visualização em um nível simbólico, ou seja, nível onde se utiliza fórmulas ou estruturas em segunda ou terceira dimensão para se representar fenômenos ou moléculas. Pauletti e Catelli, (2013) discorrem também sobre as dificuldades no ensino quando a química é abordada em nível microscópico e simbólico.

Outra característica que também vem sendo citada como desafiadora para o ensino de estereoisomeria é a desmotivação dos alunos, muitas vezes associada a uma prática docente que não traz aos conteúdos abordados uma devida contextualização. “Alguns alunos adquirem certa resistência à Química devido à falta de contextualização bem como métodos de ensino que focam excessivamente na memorização de nomes, fórmulas e tabelas” (Raupp, 2015 apud Bernardelli, 2014); ou a falta de interdisciplinaridade que sanaria a abstração tão presente na estereoisomeria, como relata Borges e Silva (2011):

A química não pode e nem deve ser trabalhada isoladamente, mas junto com os valores, contribuindo para a formação do cidadão, auxiliando-os em suas decisões do dia-a-dia. A interdisciplinaridade é até então a melhor forma de retirar a química do abstrato no qual se encontra.

Diante de todos os problemas citados anteriormente com relação ao ensino de estereoisomeria, a busca pelo desenvolvimento de novas metodologias de ensino que venham driblar esses problemas e tragam aprendizagem significativa, vem sendo uma grande preocupação por parte dos docentes de química. Moreira (2006), pautado na teoria de David Ausubel sobre aprendizagem significativa, descreve duas formas de aprendizado, uma por “recepção” e outra pela “descoberta”. Onde ele relata que na aprendizagem por “recepção” o aluno recebe o conteúdo pronto, sem reflexão crítica e com todo o conceito determinado pelo professor. Já no aprendizado por “descoberta”, o aluno é o ator principal do processo de aprendizado, onde ele mesmo, mediado e instigado pelo professor, constrói aprendizagem sobre algo. Com o desenvolvimento da tecnologia da informação e comunicação, surgem diversos recursos metodológicos para o desenvolvimento de uma aprendizagem significativa, segundo Baptista (2013), esses recursos tecnológicos usados para fins educativos, receberam o nome de “Aprendizado Baseado na Internet”. Diversos autores defendem o uso deste tipo de recurso para o ensino de química.



O uso de ferramentas tecnológicas é destacado por Burke et al., (1998) como um recurso pedagógico para sanar a dificuldade de visualização de fenômenos químicos ou átomos e moléculas, quando apontam:

Como os alunos muitas vezes têm dificuldade em visualizar, compreender e lembrar como ocorrem os processos químicos dinâmicos, o uso de computadores para exibir movimentos dinâmicos oferece um meio de ajudar os alunos a compreender conceitos complexos de química.

Baptista (2013) relata sobre a utilização de vídeos didáticos e tutoriais para esclarecimento de dúvidas sobre conteúdo específicos e até mesmo correção de exercícios ou provas, dizendo:

O uso da internet vai muito além de disponibilizar vídeos criados como material complementar para as aulas. A internet também pode ser usada para disponibilizar vídeos de tutoriais, criados por professores a partir das dúvidas dos alunos, observadas nas respostas das provas e nas listas de exercícios para serem resolvidas em casa.

Outro recurso tecnológico que merece destaque são os Softwares educacionais. Santos et al., (2010), descrevem o desenvolvimento de softwares educativos “para demonstração de moléculas em três dimensões, jogos educativos envolvendo problemas ambientais, laboratório virtual para visualização de reações e vidrarias”. Segundo Passos et al., (2019) o uso de software educacional tende a promover o desenvolvimento de aprendizagem significativa. Como relata:

Desta forma, faz-se necessário a utilização de metodologias e recursos capazes de tornar a Química mais atraente para os alunos, promovendo uma aprendizagem mais significativa dos conteúdos. Um recurso que vem se mostrando bastante eficaz é o software educacional, que pode ser utilizado tanto pelo professor em sala de aula, quanto individualmente pelos alunos.

Dentre os diversos tipos de Softwares Educacionais que se tem disponíveis atualmente, as simulações de reações químicas, fenômenos químicos e experimentos (que antes só poderiam ser desenvolvidos em laboratórios de Ciências) é também citado nas literaturas de ensino de química, como um importante recurso tecnológico. Pauletti e Catelli (2013) destacam “o caráter dinâmico e a margem de interação forjados nas simulações computacionais, estimula o aluno a construir e desenvolver as atividades propostas pelo professor”. Passos et al., (2019) afirmam que “os simuladores reproduzem parte de um fenômeno real, que muitas vezes não são vivenciados cotidianamente pelo aluno, e possibilitam que ele desenvolva os conceitos acerca do fenômeno estudado.”

## 2.4 Softwares Educacionais do tipo Simulação e a Aprendizagem Móvel

No atual momento em que vivemos, mundo pós Pandemia de COVID-19, nunca os recursos tecnológicos foram tão utilizados e explorados. Seja no ramo alimentício com os aplicativos de *deliverys* de alimentos e bebidas, nos *home-offices* exigindo equipamentos eletrônicos mais sofisticados, internet mais potentes capazes de atender as demandas, na busca por notícias ou até mesmo para o lazer, o fato é que o mundo está cada vez mais conectado.

Dentro dos espaços escolares, “essa era digital tem modificado a relação entre professores e aprendizes”, tornando-se “um dos principais desafios em educação nos tempos atuais” (Gomes e De Melo, 2014). Sobre esse fato, Duda et al., (2015), relata que diante de toda essa tecnologia que está à disposição de nossos alunos “um dos desafios impostos aos docentes é como aproveitar essas ferramentas tecnológicas a favor do ensino”.

Em meio a todo esse contexto, surge o *Mobile Learning*, que segundo Cleophas et al., (2015), “é uma nova forma de aprender”. O termo *Mobile Learning* vem sendo atrelado “a integração das tecnologias móveis aos contextos educativos” (Gomes e De Melo, 2014) ou como descreve Mülbert e Pereira (2011), “*m-learning* ou *mobile learning* são termos utilizados para representar o conjunto de práticas e atividades educacionais viabilizadas por meio de dispositivos móveis”, sendo estes dispositivos móveis ou “dispositivos de mão tais como PDAs (*Personal Digital Assistant*), *smartphones*, *iPods*, tablets e outros pequenos dispositivos digitais que carregam ou manipulam informações” (Mülbert e Pereira, 2011).

Nos tempos atuais, a discussão sobre essa aprendizagem móvel vem ganhando um novo olhar, saindo um pouco da centralização dos aparelhos tecnológico em si, tornando-se mais humanizada, mais focada no estudante e na própria prática do educador em si, como relata Mülbert e Pereira (2011):

Deve-se também abordá-lo pela ótica dos estudantes e do ensino, com foco nas práticas educativas que as novas mídias possibilitam e em suas implicações educacionais e sociais. Por isso, apesar da tecnologia em si ser o recurso viabilizador de novas práticas, a aprendizagem com mobilidade precisa de uma caracterização que extrapole o contexto tecnológico.

A aprendizagem móvel, ou com mobilidade, para o ensino da química, pode ser um grande facilitador para o processo de aprendizagem. Soares e Silva (2019), relatam que é

possível construir iniciativas que promovam uma aprendizagem significativa para os alunos utilizando aspectos do cotidiano destes, “sendo este cada vez mais marcado pela presença da tecnologia”.

Como forma de tornar o ensino da Química, como um todo, facilitado, agregar ao estudo da teoria dos diversos conteúdos a vivência prática deste, “é uma forma de melhoramento da compreensão do conteúdo que está sendo assimilado pelos alunos” (Lopes et al., 2015). E uso dos softwares educacionais do tipo simulação, entram como ferramenta atual, tecnológica, dinâmica que visa trazer aos alunos essa visualização prática dos conteúdos abordados.

Correia e Rodrigues (2017), relatam que novas ferramentas no campo da programação de *softwares* educacionais, vem sendo desenvolvidos, de forma a trazer a programação para uma linguagem mais próxima dos jovens e daqueles que possuem menos afinidade com o processo:

Algumas ferramentas foram criadas para abordar a atividade de programação de forma alternativa, que fosse diferente das linhas de código, mas que seguissem os mesmos princípios lógicos e semânticos relativos à forma tradicional de programar.

Sobre essas novas formas, mais simples de programação para aparelhos móveis, Gomes e DE Melo (2014) relatam:

Em geral, as funcionalidades específicas do dispositivo são representadas através de blocos de código pré-definidos que se encaixam uns aos outros, e os elementos da interface são criados através de componentes que podem ser facilmente clicados e arrastados, sem a necessidade de escrever nenhuma linha de código

Rodrigues e Correia (2017), discorrem a respeito do uso de novas ferramentas de programação que utilizam linguagens mais intuitivas, “análoga a montar objetos como o famoso brinquedo LEGO, que se resume em peças que podem ser encaixadas, para criar algo funcional”. Essa nova proposta de programação para aparelhos móveis com uma linguagem mais simples recebe a denominação de *No Code* ou *Low Code*, pois o “desenvolvimento de algoritmos se baseia em uma interface mais gráfica e mais acessível, que por evitar a escrita tradicional de códigos atende melhor a usuários que estão no processo de aprendizagem de desenvolvimento de aplicativos” como descreve Finkler et al., (2021), e que transforma a programação de jogos, simulações e *softwares em geral*, de forma mais democrática e acessível para crianças, adolescentes e pessoas comuns com interesses diversos. Outras

vantagens sobre a utilização dessas ferramentas, além da linguagem mais intuitiva, como já relatado, é a rapidez com que se pode desenvolver aplicativos de jogos educacionais, ou até mesmo simulações sem requerer dos usuários qualquer tipo de aprofundamento ou especialização na área. Segundo a Forbes (2021), esse tipo de ferramenta, ou seja, ferramentas que possibilitem a programação *no code* ou *Low code*, “mudará significativamente o cenário de desenvolvimento de produtos” e isso porque:

A essência do software de baixo código e sem código é o surgimento de uma nova classe de 'montadores' de software e não de 'desenvolvedores' de software tradicionais. O montador de software é um “desenvolvedor cidadão”, o que significa essencialmente que, com mínimo ou nenhum treinamento de codificação, uma pessoa tecnicamente astuta pode criar recursos de software que podem ajudar a acelerar as iniciativas gerais de transformação digital.

Nesta linha de programação *no code* ou *Low code* para desenvolvimento de softwares para aparelhos móveis se destacam Adalo, App Inventor, por serem “plataformas mais conhecidas de programação de aplicativos de celular que se utilizem de algum desenvolvimento *no code* ou *low code*” (Finkler et al., 2021)

O *App Inventor* foi elaborado por pesquisadores do renomado *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), Cambridge (USA), “O *App Inventor* é uma ferramenta que serve como suporte para a criação de aplicativos digitais” (Egido et al., 2018), assim como visa “democratizar o desenvolvimento de *software* e capacitar todas as pessoas, especialmente os jovens, a passarem de consumidores de tecnologia à criadores de suas próprias ferramentas computacionais e aplicações” (Correia e Rodrigues, 2017)

A plataforma Adalo, traz uma linguagem de programação para aparelhos móveis totalmente *No Code*, “uma plataforma de tecnologia sem códigos” (Adalo, 2022), ou como também relata Finkler et al., (2021) “Adalo, no entanto, tem a criação de algoritmos fortemente baseada em *no code*, ou seja, evitando quando possível conceitos considerados fundamentais para a codificação literal”. Uma grande vantagem da plataforma Adalo é tornar mais acessível a prática de programar: “Acreditamos que qualquer pessoa deve ser capaz de criar um aplicativo, independentemente de sua experiência técnica” (Adalo, 2022), sendo um atrativo para o uso desta para o desenvolvimento de *softwares* educacionais.

Entendendo a importância da utilização dos recursos tecnológicos, especificamente as simulações, para um melhor desenvolvimento do ensino de química. Compreendendo a

dificuldade de visualização dos fenômenos que envolvem os conceitos de isomeria óptica, o presente trabalho busca desenvolver um aplicativo do tipo simulação de um polarímetro, para turmas de ensino médio como um auxiliar as aulas sobre Isomeria Óptica, tendo em vista a possibilidade de superação da dificuldade de visualização dos fenômenos que envolvem os conceitos de isomeria óptica.

### **3. OBJETIVOS**

#### **3.1 Objetivo Geral:**

Desenvolver um aplicativo do tipo simulação de um polarímetro, para turmas de ensino médio como um auxiliar as aulas sobre Isomeria Óptica, desenvolvida com a utilização da linguagem *no code* utilizando a plataforma Adalo.

#### **3.2 Objetivos Específicos:**

1. Analisar a metodologia atual de ensino de Isomeria Óptica para o ensino médio.
2. Analisar a contribuição do uso de um aplicativo do tipo simulação de um polarímetro como auxiliar para o ensino de Isomeria Óptica.
3. Desenvolver uma simulação, utilizando a plataforma Adalo, que possibilite o possível aprimoramento das metodologias de ensino de Isomeria Óptica.
4. Avaliar os impactos do aplicativo quanto a motivação, prazer e as experiências percebidas pelos usuários ao manipularem o aplicativo.

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1 - Abordagem Metodológica da Pesquisa**

O trabalho desenvolvido, quanto a sua abordagem, pode ser considerado de cunho quali-quantitativo, por trabalhar tanto com o universo quantificado das porcentagens e gráficos de acompanhamento do desenvolvimento dos alunos durante e após a aplicação da metodologia, quanto trabalhar a abordagem qualitativa expressa nas atitudes, valores e competências desenvolvidas durante e após aplicação dos procedimentos.

### **4.2 - Caracterização do Universo da Pesquisa**

Foi levantada uma amostra de trinta e um alunos para a testagem e avaliação do aplicativo desenvolvido. O desenvolvimento da atividade ocorreu, com alunos de uma turma de pré-vestibular privado, no qual a autora é docente da disciplina de química, situada em um curso preparatório na cidade de Nova Iguaçu, na Baixada Fluminense. Todos os procedimentos para realização da pesquisa foram submetidos à análise do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFRRJ, tendo sido aprovados em Parecer N° 216/2021 (Apêndice 1).

Essa turma, é formada por sessenta e três alunos com faixa etária entre 17 a 20 anos de idade, onde a maioria destes já concluíram o ensino médio e estão se preparando para ingressar no ensino superior mediante aprovação no Exame Nacional do Ensino Médio. Os alunos da turma citada, são de sua maioria oriundo de escolas particulares dos arredores do bairro onde o curso está localizado, como pode-se observar no questionário que será apresentado na seção 5.4.2 deste trabalho.

Um dos maiores diferenciais para a escolha de uma turma de pré-vestibular é encontrar em uma única classe ou sala de aula, alunos oriundos de escolas, sejam elas públicas ou particulares diferentes, encontradas em um mesmo município (Nova Iguaçu). Essa diversidade observada nas turmas de pré-vestibular, também é ressaltada por Bogo; Caxueira; Nascimento (2020), ao destacar que esses cursos “configuram um ambiente propício para

observar o histórico de aprendizagem dos alunos”. Outro fator relevante para a escolha de uma turma de pré-vestibular, é o tema “Isomeria” estar contido nos principais editais de vestibulares, como demonstra a ilustração abaixo:

#### PROGRAMA

##### Os constituintes fundamentais da matéria

- Átomos: partículas subatômicas; configuração eletrônica
- Elementos químicos: massa atômica, número atômico, isotopia; classificação periódica e propriedades periódicas
- Radioatividade: desintegrações radioativas; tempo de meia-vida; fissão e fusão nuclear
- Íons e moléculas: ligações químicas; geometria molecular; interações intermoleculares

##### As substâncias e suas transformações

- Substância pura e misturas: conceitos, propriedades, classificações; processos de separação de misturas
- Soluções: unidades de concentração expressas em percentagem, em g.L<sup>-1</sup> e em quantidade de matéria; diluição e misturas
- Funções químicas: classificação e nomenclatura das substâncias orgânicas e inorgânicas; **isomeria**

Figura 5: Imagem Conteúdo Programático de Química para o edital de seleção de acesso aos cursos da Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ 2022. (Fonte: Edital Uerj 2022) (site: [https://www.vestibular.uerj.br/anexos/Manual\\_Exame\\_Unico\\_2022\\_Anexo4.pdf](https://www.vestibular.uerj.br/anexos/Manual_Exame_Unico_2022_Anexo4.pdf))).

• **Compostos de Carbono** - Características gerais dos compostos orgânicos. Principais funções orgânicas. Estrutura e propriedades de Hidrocarbonetos. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos oxigenados. Fermentação. Estrutura e propriedades de compostos orgânicos nitrogenados. Macromoléculas naturais e sintéticas. Noções básicas sobre polímeros. Amido, glicogênio e celulose. Borracha natural e sintética. Polietileno, poliestireno, PVC, Teflon, náilon. Óleos e gorduras, sabões e detergentes sintéticos. Proteínas e enzimas.

Figura 6: Imagem Matriz de Referência ENEM 2022. (Fonte: INEP 2022).

### 4.3 - Etapas metodológica da Pesquisa

A metodologia desenvolvida neste trabalho ocorreu em um total de quatro etapas trabalhadas sequencialmente.

#### 4.3.1 – Levantamento bibliográfico

A primeira etapa consistiu em um levantamento bibliográfico, cujo objetivo foi acessar o conhecimento do estado da arte de simulações sobre isomeria óptica para o ensino médio e levantamento sobre as metodologias abordadas e as principais dificuldades quanto ao ensino de isomeria óptica na educação básica.

### **4.3.2 – Projeto e desenvolvimento da interface do Aplicativo**

A segunda etapa, foi o planejamento da interface, do design e da funcionalidade do aplicativo “PolariQUIM”. Essa etapa consistiu em vários momentos, onde a equipe discutiu sobre os objetivos que se pretendiam alcançar com a simulação, como e o que teria em cada tela do aplicativo, as cores, animações, vídeos, enfim, essa etapa foi a mais complexa de todo o desenvolvimento e foi feita com cautela para que os objetivos traçados fossem de fato atingidos.

A terceira etapa foi a avaliação de usabilidade da simulação do polarímetro. Essa etapa ocorreu na turma de pré-vestibular do Curso Primeira Opção, curso onde a autora leciona a disciplina de química. Esse curso se localiza em Nova Iguaçu, na Baixada Fluminense e ao todo participaram dessa etapa trinta e um alunos. Nesta etapa, além da aplicação do questionário de satisfação, melhor descrito no próximo item, também foi realizado um momento de contextualização do tema “Isomeria Óptica”, através de uma dinâmica sensorial, onde através componentes do cotidiano dos alunos (tais como: laranja, limão, folhas de hortelã, pomada amenizadora de edemas na pele a base de cânfora), procurou-se relacionar esses objetos, seus aromas e outras propriedades citadas pelos próprios alunos, a isomeria óptica. Nessa dinâmica, alunos voluntários, vendados, utilizavam o olfato para identificar os materiais citados. Após a descoberta de todos os materiais, foi feita uma roda de conversa para que os próprios alunos, mediados pela professora regente, conectassem o tema isomeria óptica e os aromas identificados nas substâncias citadas.

### **4.4 - Instrumento de coleta de dados**

Como ferramenta para coleta de dados para a avaliação da usabilidade do aplicativo, foi elaborado um questionário de satisfação (Anexo 1) baseado na teoria de SAVI et al., (2010), cuja avaliação tem como parâmetros de usabilidade a motivação, a experiência e a percepção quanto à utilidade. Nesse sentido, o modelo procura avaliar se um jogo: (i) consegue motivar os estudantes a utilizarem o recurso como material de aprendizagem; (ii) proporciona uma boa experiência nos usuários (p.ex. se ele é divertido); e (iii) se gera uma



percepção de utilidade educacional entre seus usuários (ou seja, se os alunos acham que estão aprendendo com o jogo).

Com a finalidade de conhecer a percepção dos alunos quanto aos critérios citados acima, e assim, determinar o quão usual é o aplicativo desenvolvido, foi elaborado um questionário de satisfação utilizando o Google Forms. O questionário foi avaliado utilizando-se uma escala Likert com cinco níveis visando avaliar compreensão do conteúdo, prazer no uso, clareza, facilidade de navegação, problemas apresentados etc.

A quarta e última etapa, consiste na análise das informações obtidas pelo questionário de satisfação e o planejamento para futuras modificações no aplicativo para trazer ao usuário uma maior eficiência ao utilizar a simulação.

Todos os procedimentos para realização da pesquisa foram submetidos à análise do Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da UFRRJ, tendo sido aprovados em Parecer N° 216/2021 (Apêndice 1).

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Nesta seção, a proposta é detalhar os procedimentos e processos da criação do aplicativo, bem como, a aplicação deste com a turma escolhida, o instrumento utilizado para a avaliação de usabilidade do aplicativo, os resultados obtidos assim como a análise desses resultados.

### **5.1 – Levantamento Bibliográfico e Planejamento do Aplicativo**

A primeira etapa para o desenvolvimento do aplicativo foi o levantamento bibliográfico, cujos objetivos eram conhecer outros aplicativos de simulação do funcionamento de um polarímetro para turmas do ensino médio e fazer um levantamento sobre qual a principal metodologia utilizada no ensino de isomeria óptica para o ensino médio.

Mesmo sendo uma atividade considerada nova em termos educacionais, cada vez mais o uso de simulações vem ganhando espaço nas metodologias das mais diversas disciplinas e conteúdos. E isso deve-se a maneira dinâmica em que os conteúdos são

abordados e por “permitir a interatividade entre o aluno e o objeto de estudo, o que é visto como instrumento facilitador na aprendizagem” (Gomes, 2020). A busca por aplicativos de simulações da isomeria óptica sendo abordada para alunos de nível médio, onde eles poderiam manipular um polarímetro virtual, foi feita na loja virtual “Play Store” e em artigos ou trabalhos acadêmicos disponíveis em rede, não sendo encontrado nenhuma simulação que atendesse a esses critérios.

No levantamento sobre as principais metodologias utilizadas para o ensino de isomeria óptica no ensino médio, foram realizadas buscas nos mais variados bancos de dados acadêmicos por trabalhos que mencionassem ou cujo desenvolvimento relatasse a temática citada. Nessa busca foram encontradas duas principais formas metodológicas utilizadas: I – ensino de forma tradicional, conteudista e abstrata como relata (Baptista, 2013), (Santos; Wartha; Filho, 2010), (Gomes, 2020); II – ensino utilizando softwares educacionais para facilitar a visualização das estruturas na terceira dimensão, com destaque para o software “Chemsketch”. Nesta busca, foi encontrado o trabalho de Silva Júnior e Barbosa (2012), que relata o desenvolvimento e a utilização de uma simulação de um polarímetro virtual como estratégia facilitadora para o ensino de isomeria óptica, porém como estes mesmo relatam “A estratégia pedagógica para a utilização do software foi realizada no 2º semestre de 2011, em turmas da disciplina Química Orgânica I, de 5 diferentes cursos de graduação da Universidade Federal do Ceará”, (Silva Júnior e Barbosa, 2012 p. 1885) o que difere do público-alvo deste trabalho que é para alunos do ensino médio. A simulação do polarímetro do trabalho de Silva Júnior e Barbosa, foi desenvolvida utilizando a plataforma Adobe Flash e além de permitir que os usuários observem os desvios causados pelos enantiômeros à luz polarizada, também permite “verificar as relações existentes entre a concentração da solução e o comprimento da cela com a rotação óptica e a rotação específica do composto” (Silva Júnior e Barbosa, 2012), termos esses não trabalhados em turmas de ensino médio.

## **5.2 – Projeto e Desenvolvimento do Aplicativo**

A partir das informações obtidas através dos levantamentos bibliográfico, citados no item anterior, foram elencados alguns objetivos que se desejariam ser alcançados com o aplicativo, a saber:

- I- O aplicativo deveria ser uma simulação de um polarímetro virtual, no qual os usuários ao manipularem pudessem visualizar os desvios que uma substância opticamente ativa ocasiona;
- II- Ao manipularem o aplicativo, os usuários deveriam conseguir classificar as substâncias de acordo com os desvios observados na luz polarizada;
- III- Que o aplicativo pudesse ser utilizado como material complementar ao ensino de isomeria óptica, de maneira que o usuário, ao manipular a simulação, visualize o que fora antes abordado de forma teórica;
- IV- Que o aplicativo fosse de fácil manuseio, de fácil entendimento e intuitivo.

A partir dos objetivos elencados, seguiu-se para a próxima etapa, onde foi planejado um primeiro projeto de como deveria ser a interface e todas as funcionalidades de interatividade do aplicativo, expressos no desenvolvimento de telas constituintes do aplicativo.

A primeira exigência era que na tela inicial se encontrassem os botões para iniciar a simulação, outro para saber mais sobre isomeria e o último onde seria descrito sobre a equipe executora do aplicativo. Essa primeira tela, também deveria conter o nome do aplicativo “PolariQUIM” (Figura 5).

A segunda tela deveria ser apresentada ao usuário de acordo com o que este selecionasse na tela inicial. Se o usuário clicasse no botão iniciar, deveria ser levado a uma tela onde este encontraria as soluções a serem analisadas no polarímetro. Caso a escolha do usuário fosse o botão sobre isomeria, este deveria encontrar uma videoaula desse conteúdo, conforme pode-se observar na figura 7 abaixo. Após análise dos resultados do teste de usabilidade, foi adicionado o botão “Sobre o Aplicativo” na tela 1, e se este fosse acionado pelo usuário, seria apresentado a uma tela com a ficha técnica do aplicativo.

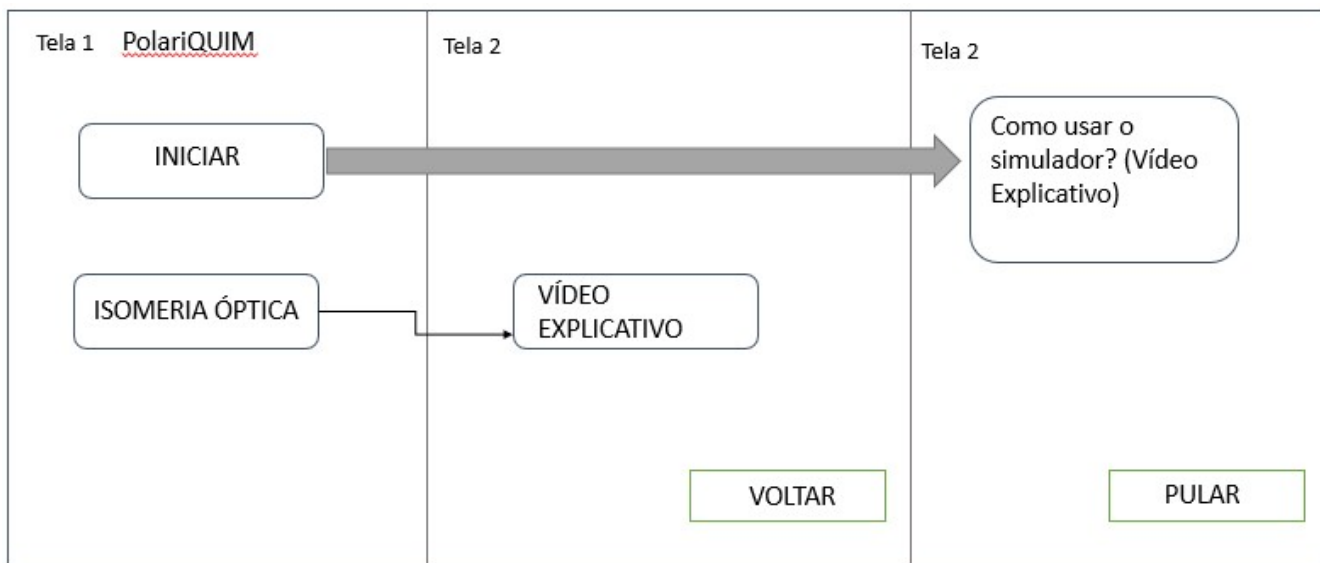


Figura 7: Imagem Demonstrativa para o Desenvolvimento das Telas 1 e 2 do Aplicativo PolariQUIM, de Acordo com as Ações dos Usuários. (Fonte: autora)

A terceira exigência era com relação as instruções de como o usuário selecionaria sua amostra, como saberia “ler” as imagens fornecidas pela simulação do polarímetro, para então após classificá-la pelo desvio causado a luz polarizada. Para esta exigência, após a escolha da amostra, o usuário deveria ser apresentado a uma tela contendo a imagem do equipamento e abaixo um botão onde ao clicar seria levado a uma vídeo-animação apresentando como utilizar a simulação, “ler” e compreender o desvio, para então classificar, como pode-se observar na figura 8 abaixo.

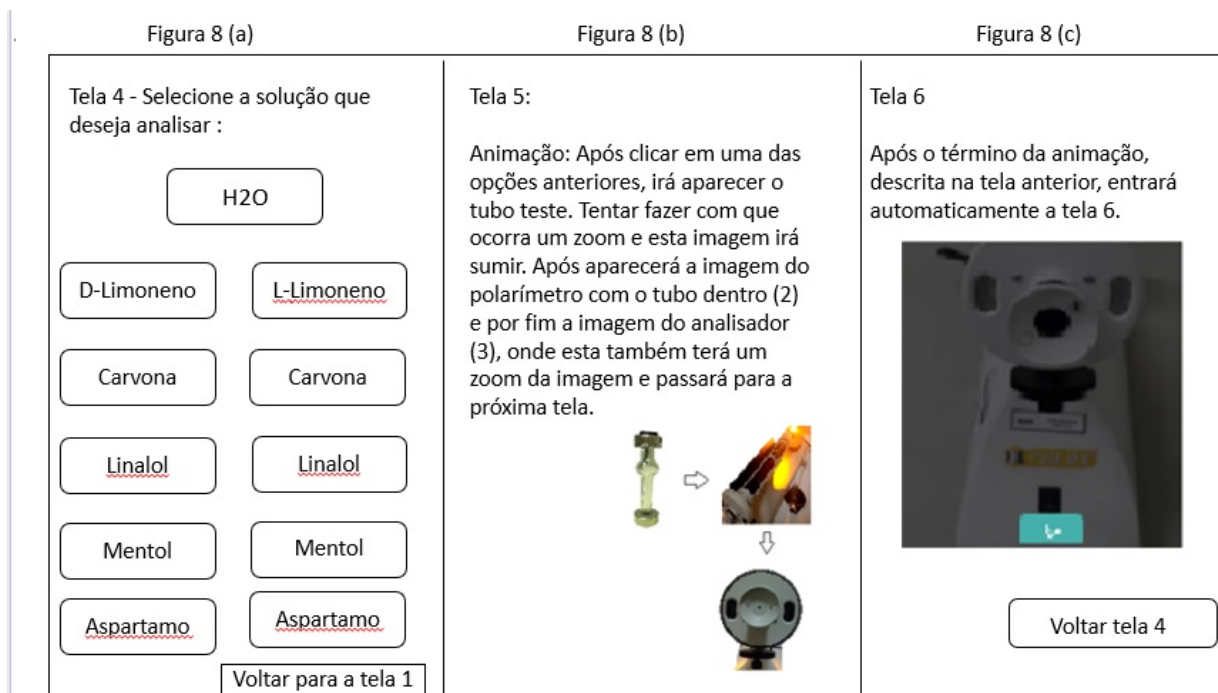


Figura 8: Imagem Demonstrativa para o Desenvolvimento das Telas 4, 5 e 6 do Aplicativo PolariQUIM, onde: na figura 8 (a) observa-se a tela 4 composta das opções de amostras que usuário poderá escolher para análise no polarímetro; na figura 8 (b) observa-se a tela 5, contendo as imagens ilustrativas de um polarímetro e instruções para a confecção e desenvolvimento das ações desta tela; figura 8 (c), imagem de um ocular de um polarímetro, seguida das instruções para o desenvolvimento das ações para esta tela. (Fonte: autora)

A quarta exigência era com relação a classificação do usuário após este ter visualizado na simulação do polarímetro o desvio causado. Para esta classificação foi criado um botão e um local onde este deveriam digitar sua resposta. (Figura 9)

A quinta exigência era com relação ao feedback que o usuário deveria receber após classificar a amostra. Para o feedback, foi desenvolvido um local onde o usuário escreveria sua resposta. Após ele clicaria no botão “enviar” e receberia um feedback positivo ou negativo, caso errasse a classificação. No caso de um feedback negativo, também foi disponibilizado uma videoaula, gravada pela autora, onde o usuário pudesse entender melhor o funcionamento do polarímetro, assim como a classificação do que foi observado neste e assim tentar classificar a amostra novamente, como pode ser observado na figura 9 abaixo.

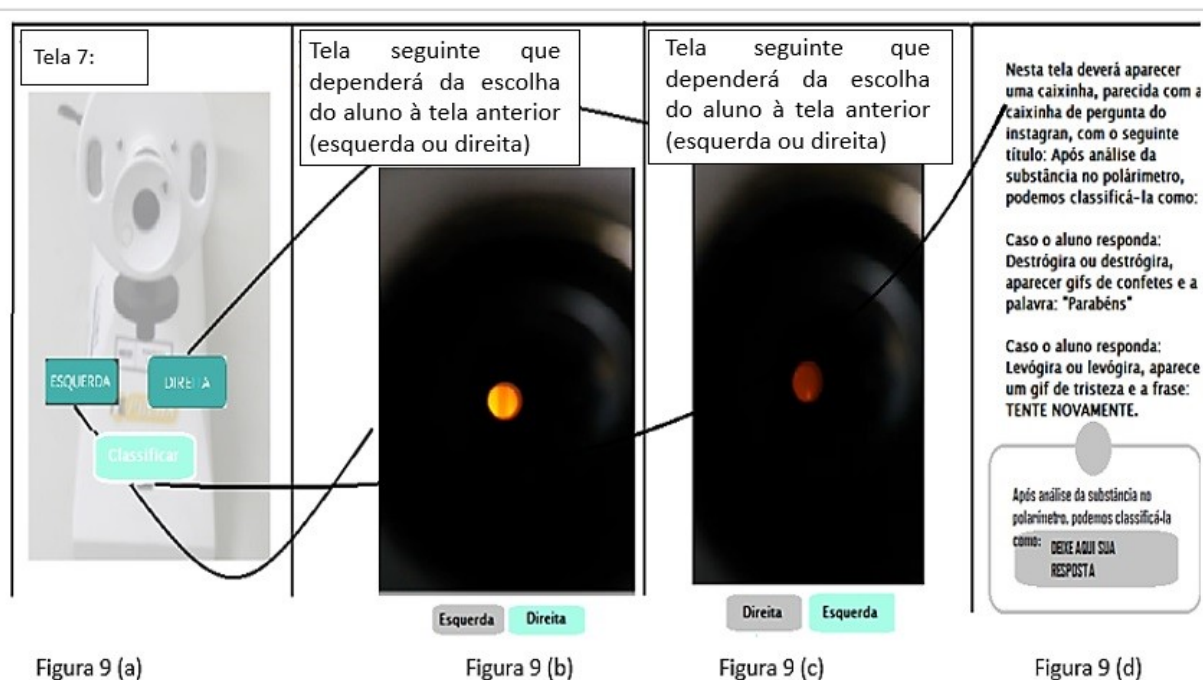


Figura 9: Imagem Demonstrativa para o Desenvolvimento das Tela 7 do Aplicativo PolariQUIM, assim como suas ações de acordo com as escolhas do usuário, onde: na figura 9 (a) observa-se a tela 7 composta da imagem frontal de um polarímetro seguido dos botões esquerdo, assim como as instruções para o desenvolvimento das ações desta tela; figura 9 (c), imagem observada no polarímetro após escolha do usuário em manusear o botão direito, assim como as instruções para o desenvolvimento das ações desta tela; figura 9 (d) imagem da tela 7 após o usuário, na tela 9 (a), manusear o botão classificar. (Fonte: autora)

Para contemplar os requisitos e algumas das ideias citadas e para que toda equipe executora pudesse entender todas as ideias planejadas, foi elaborado um esboço do que deveria conter cada tela e cada função de cada botão presente no aplicativo, conforme ilustra a Figura 10 abaixo. b

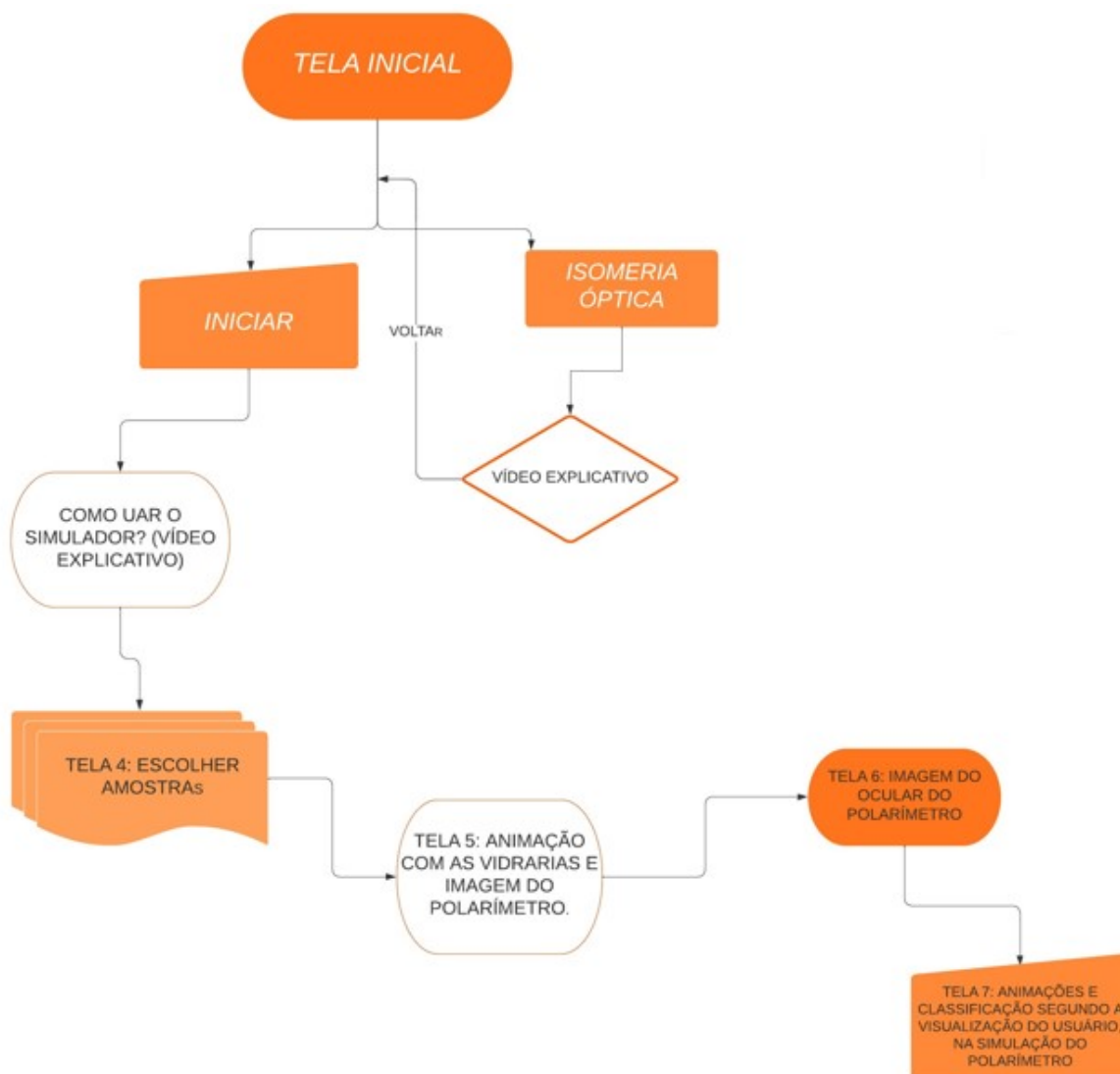


Figura 10: Fluxograma contendo planejamento das telas e de algumas ações destas, para a elaboração do aplicativo. (Fonte: Autora)

Após todas as etapas iniciais descritas, foi iniciado o desenvolvimento do aplicativo, que será apresentado a seguir. Conforme citado no referencial teórico, foi escolhido para programar a simulação a plataforma Adalo, por ser gratuita, de linguagem “*No code*” e ser específica para o desenvolvimento de aplicativos para “*smartphones*”.

### 5.3 – Desenvolvimento da Interface

Para garantir que todos os requisitos e objetivos citados fossem atingidos, e que o aplicativo contribua como auxiliar ao ensino de isomeria óptica, o desenvolvimento da interface do aplicativo é de extrema importância. Segundo Puppi (2014), interface “é a fronteira através da qual dois sistemas independentes se encontram, atuam ou se comunicam um com o outro”, ou seja, é a comunicação direta entre o usuário e a máquina ou o homem e o aplicativo. O desenvolvimento da interface de um aplicativo tem tamanha importância, pois esta intermedia “a interação entre o usuário e o sistema” Laurindo e Souza (2017), e que faz com que o aplicativo seja atraente ao usuário, prazeroso e satisfatório para este. Entendendo a importância do desenvolvimento da interface, a seguir será demonstrado desde a tela inicial até a final, toda a funcionalidade da interface desenvolvida no aplicativo PolariQUIM.

#### I – Tela Principal

No projeto inicial, a tela principal iria conter o nome do aplicativo centralizado e três botões: o “INICIAR” que levaria ao início da simulação em si; o “ISOMERIA ÓPTICA”, que levaria a uma videoaula onde o usuário poderia se aprofundar na temática abordada; e o botão “SOBRE”, onde o usuário seria levado a conhecer a equipe técnica desenvolvedora do aplicativo. Após o teste de usabilidade e análise de seus resultados, fez-se necessário o acréscimo de mais um botão: “INSTRUÇÕES INICIAIS”, onde o usuário ao clicar será levado a uma animação contendo as instruções de como utilizar e entender a simulação, como pode-se observar na figura abaixo:





**Figura 11 (a)**



**Figura 11 (b)**

Figura 11: Tela inicial do Aplicativo PolariQUIM – 11 (a) primeira versão; 11 (b) versão atual. (Fonte: Autora)

Uma vez definida a tela principal, foram desenvolvidas as funcionalidades de cada botão e as interfaces das telas seguintes, como será apresentado a seguir.

## II – Tela 2

Dependendo da escolha do usuário, dentro das opções encontradas na tela principal, este será levado a uma segunda tela contendo algumas funcionalidades. Ao clicar no botão “INSTRUÇÕES INICIAIS”, o usuário será levado a uma animação desenvolvida pela própria equipe, contendo instruções para o uso e entendimento da simulação.



Figura 12: Tela 2 mostrada após o acionamento do botão “INSTRUÇÕES INICIAIS”, que apresenta o vídeo, produzido pela equipe executora do trabalho utilizando o aplicativo “AnimaKer”, no qual o avatar, criado e dublado pela autora deste trabalho, demonstra a utilização do aplicativo. (Fonte: Autora)

Se a opção do usuário foi o botão “Isomeria Óptica”, este será encaminhado a uma videoaula do canal Descomplica, encontrada no YouTube. Esta videoaula faz parte de um quadro denominado “Quer que eu desenhe?” no qual, de maneira rápida, objetiva e ilustrada, há uma pequena aula sobre a temática isomeria.



Figura 13: Tela 2 mostrada após o acionamento do botão “ISOMERIA ÓPTICA”, que apresenta o vídeo do canal DESCOMPLICA, “Quer que eu desenhe”, que resume os principais pontos sobre isomeria. (Fonte: print feito pela autora, do canal Descomplica do quadro “Quer que eu desenhe?”).

Se a escolha do usuário for “Sobre o aplicativo”, este será conduzido a uma ficha técnica contendo as principais informações da equipe desenvolvedora do aplicativo, assim como os objetivos da realização do aplicativo.

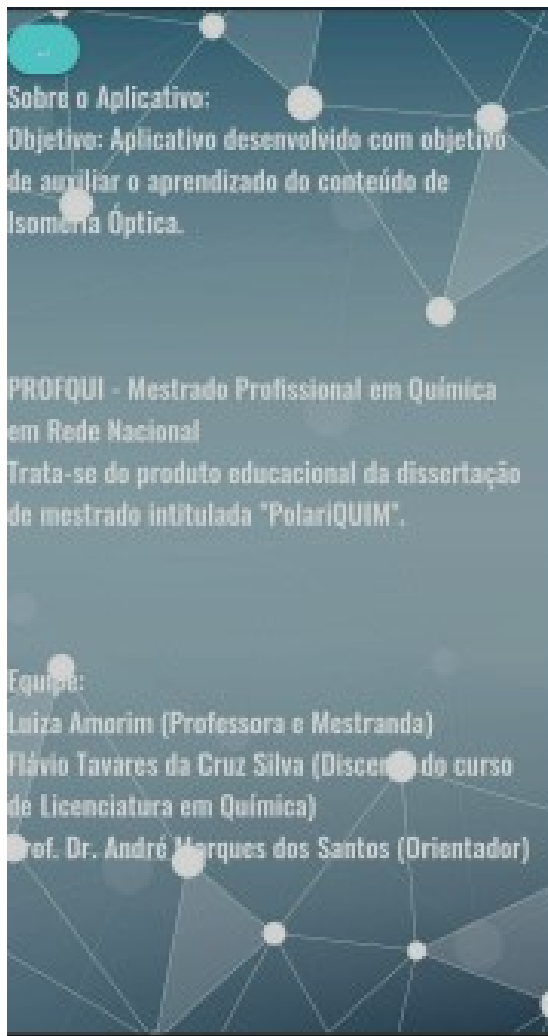


Figura 14: Tela 2 mostrada após o acionamento do botão “SOBRE O APLICATIVO”, no qual apresenta a ficha técnica da produção e desenvolvimento do aplicativo, assim como o objetivo para o seu desenvolvimento. (Fonte: Autora)

A última opção a ser descrita da tela principal é o botão “INICIAR”: Este é de fato, o ponto de partida para a simulação do polarímetro. Após o usuário ter entendido o funcionamento do aplicativo, através dos botões descritos acima, este será encaminhado para uma nova tela, a tela 2. Essa tela, apresenta as soluções a serem escolhidas e classificadas após a análise no polarímetro. As soluções selecionadas para compor esta tela 2, foram escolhidas por fazerem parte do cotidiano dos alunos da educação básica. Dessa maneira, buscou-se contextualizar e relacionar o tema “Isomeria Óptica” com a realidade do aluno,

tentando amenizar, um dos fatores já citados neste trabalho, que é a falta de contextualização desta temática (Isomeria Óptica) que, dentre outros, causa a desmotivação e uma entrave para o aprendizado do aluno.



Figura 15: Tela 2 mostrada após o acionamento do botão “INICIAR”, no qual apresenta as opções a serem escolhidas pelo usuário, de amostras para serem analisadas na simulação do polarímetro, encontrada nas próximas telas. (Fonte: Autora)

Após o usuário ser direcionado a tela 2, citada acima, e escolher uma das soluções demonstrada na interface desta tela, o usuário será levado uma nova tela, a tela 3.

### III. Tela 3

A terceira tela (Figura 16) apresenta a imagem de um polarímetro e da ampola onde a amostra será depositada, para então seguir para a análise. O objetivo do desenvolvimento dessa terceira tela foi proporcionar ao usuário uma sensação de aproximação com a realidade de uma análise em um polarímetro real, que ocorreria de forma presencial.

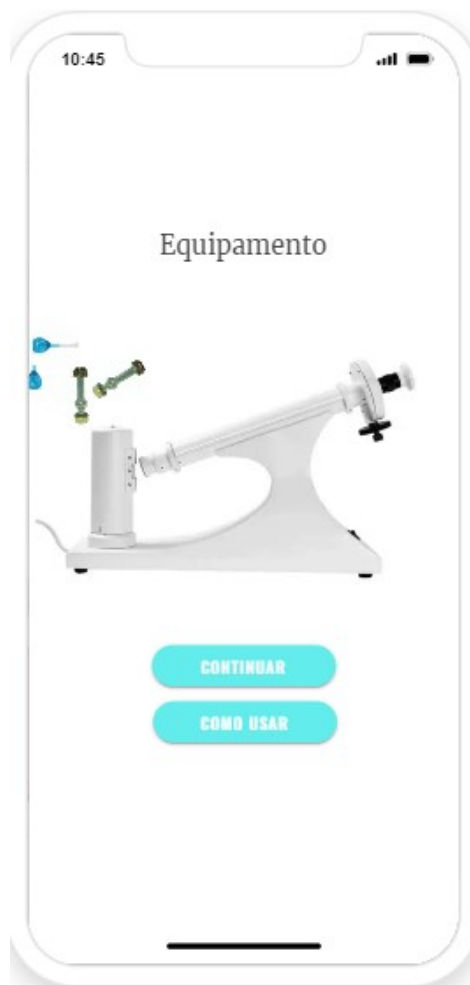


Figura 16: Tela 3 mostrada após a escolha da amostra a ser analisada na tela anterior e que demonstra a imagem do equipamento, das ampolas onde as amostras são depositadas para análise e os botões “CONTINUAR” e “COMO USAR” que darão outras funções e ações ao aplicativo. (Fonte: Autora)

Ainda na terceira tela, o usuário irá encontrar dois botões com funcionalidades diferentes. O botão “COMO USAR”, levará o usuário para uma animação que irá explicá-lo sobre o funcionamento do polarímetro de como classificar a substância dependendo da imagem observada. Já o botão “CONTINUAR” irá direcionar o usuário a uma quarta tela (Figura 17)

onde será possível visualizar a parte do ocular de um polarímetro, além dos botões “esquerda”, “direita” e “classificar”.

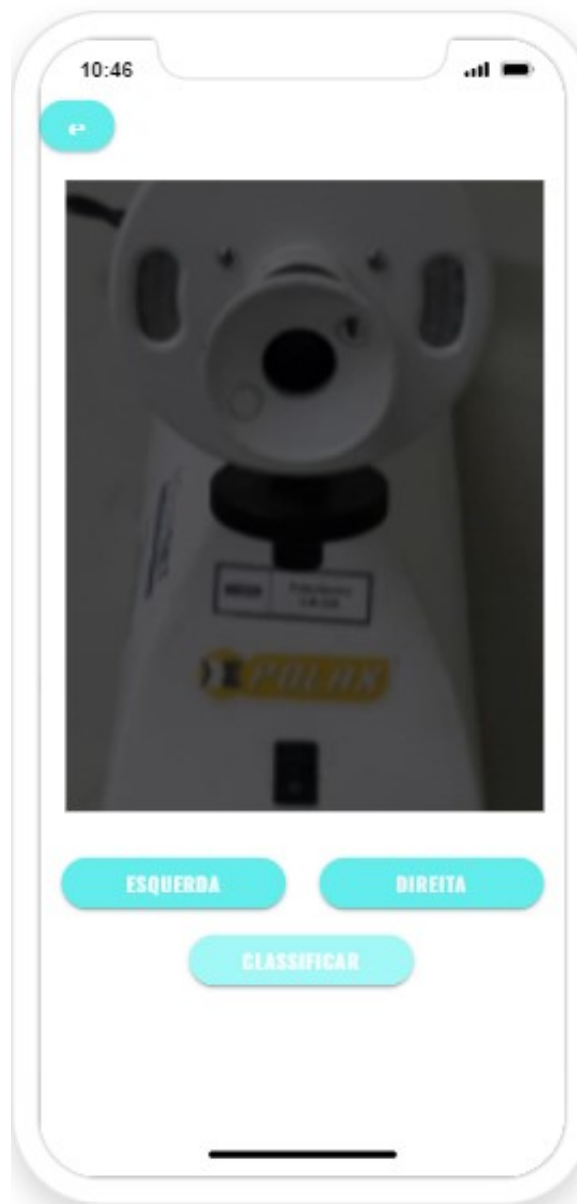


Figura 17: Tela 4 mostrada após o acionamento do botão “CONTINUAR”, no qual apresenta imagem do ocular de um polarímetro, os botões esquerdo, direito e classificar, para acionar as ações das próximas telas. (Fonte: Autora)

#### IV. Tela 4

Será a partir da manipulação da tela 4 que o usuário irá observar como ocorre o desvio da luz polarizada em um polarímetro, através das imagens geradas ao se ajustar o “ocular” para a esquerda ou para direita. No caso da presente simulação, esse ajuste será feito

clicando nos botões esquerda e direita. Após a observação e análise das imagens geradas após os ajustes, o usuário será convidado a classificar a amostra de acordo com o desvio que este causa na luz polarizada, clicando no botão “CLASSIFICAR”. Ao clicar neste botão se abrirá uma nova tela, a tela 5 (Figura 18).



Figura 18: Tela 5 mostrada após o acionamento do botão “CLASSIFICAR”, da tela 4, onde após o usuário ter visualizado as imagens disponíveis na simulação do polarímetro, para a amostra escolhida, este poderá classificá-la de acordo com o desvio causado pela luz polarizada. Nesta Imagem da tela 5, é possível observar as opções para que o usuário possa classificar sua amostra. (Fonte: Autora)

## V. Tela 5

Na quinta tela do aplicativo, o usuário será convidado a classificar a imagem vista na tela anterior, após ajustes realizados, clicando nos botões demonstrados na imagem acima.

## VI. Tela 6

A sexta tela do aplicativo tem por finalidade dar um *feedback* sobre a classificação que o usuário fez após a análise da substância. Caso a classificação tenha sido feita de maneira correta, este receberá um *feedback* positivo (Figura 19 (a)), caso a classificação não tenha sido correta, este além do *feedback* negativo, terá a oportunidade de entender o motivo do erro, através de uma videoaula disponibilizada, ao clicar no botão “entenda melhor” (Figura 19 (b)).

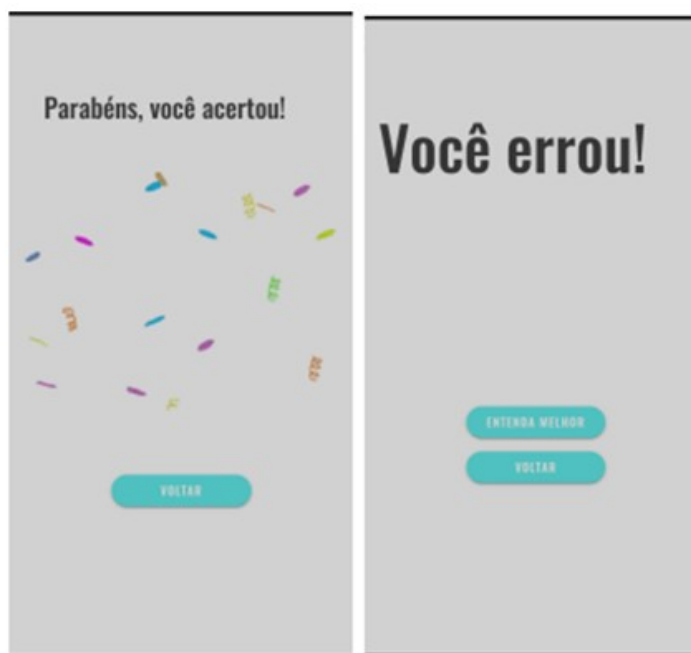


Figura 19 (a)

Figura 19 (b)

Figura 19: Tela 6 mostrada após o acionamento do botão “Dextrógira ou Levógira”, encontrados na tela 5 para que o usuário classifique sua amostra. A tela 6 é destinada a dar um feedback, ao usuário com relação a sua classificação realizada na tela anterior. Imagem da tela 6 – (a) feedback após acerto (b) feedback após o erro na classificação. (Fonte: Autora)

### 5.4 – Coleta de Dados

Nesta seção será descrita a metodologia desenvolvida para a coleta de dados sobre a usabilidade do aplicativo desenvolvido com base nos critérios descritos na seção 5, deste trabalho. Além da descrição da metodologia desenvolvida, será demonstrado o instrumento utilizado para coleta dos dados sobre a usabilidade do aplicativo.



#### 5.4.1 – Metodologia para Coleta de Dados

Com o objetivo de ser avaliar a usabilidade do aplicativo PolariQUIM, o aplicativo foi utilizado por alunos da turma de pré-vestibular de um curso preparatório na Cidade de Nova Iguaçu.

Cursos preparatórios, como o escolhido para a aplicação do teste de usabilidade, são instituições de ensino formais muito procuradas por estudantes oriundos de escolas públicas e particulares da Baixada Fluminense, para o ingresso em uma Universidade Pública. A principal justificativa para esta alta procura é a baixa qualidade do ensino médio das escolas regulares desta região, como relata Barreto et al., (2015): “Apesar dos recentes investimentos destinados à ampliação do acesso ao ensino fundamental e médio em nosso país, esse esforço não foi acompanhado pela melhoria de qualidade desses cursos na rede pública”, tornando os cursos preparatórios como ferramenta para minimizar os déficits deixados pela educação básica e prepara-los para ingressar no ensino superior, como cita Nascimento (2016): “... cursos pré-vestibulares organizados para preparar estudantes oriundos de classes populares e grupos sociais marginalizados para os vestibulares.”

A testagem ocorreu com um total de trinta e um alunos durante um tempo de aula, o que equivale a cinquenta minutos. Antes dos alunos manipularem e então avaliarem o aplicativo, foi desenvolvida uma dinâmica sensorial, com o objetivo de demonstrar a existência de substâncias com atividade óptica presentes no cotidiano deles. Para essa dinâmica foram escolhidas laranja, limão, hortelã e pasta a base de cânfora. Após a dinâmica foram apresentados os objetivos do trabalho e algumas orientações para que estes pudessem manipular o aplicativo.



Figura 20 (a)



Figura 20 (b)

Figura 20: Testagem da usabilidade do App com alunos do Pré-vestibular: (a) Dinâmica sensorial (b) Orientações sobre o trabalho. (Fonte: Autora).

Para o momento da manipulação, foi disponibilizado, com auxílio de slides, QR-code para que os alunos pudessem acessar o aplicativo.



Figura 21: Imagem da projeção do QR-Code para que os alunos participantes do teste de usabilidade, tenham acesso ao aplicativo. (Fonte: Autora)

Importante ressaltar que, para a testagem foram utilizados os *smartphones* dos próprios alunos, onde ambos utilizaram também seus próprios dados móveis para acesso à internet. Conforme descrito no Termo de Consentimento Livre e Esclarecido e ressaltado verbalmente em sala de aula, a participação dos estudantes no processo de validação ocorreu de forma inteiramente voluntária.



Figura 22: Imagem demonstrativa dos alunos participantes do teste de usabilidade, manipulando o aplicativo com seus celulares, durante a testagem da usabilidade dele. (Fonte: Autora)

#### **5.4.2 – Instrumento para Coleta de Dados**

Após a manipulação e utilização do aplicativo pelos alunos, foi proposto a etapa avaliativa de acordo com a experiência, percepção e análises que cada um vivenciou na utilização da simulação.

Como instrumento para a avaliação, foi elaborado um questionário de satisfação, baseado na proposta de avaliação de jogos educacionais elaborada por Savi et al., (2010). Este

questionário, foi elaborado utilizando como ferramenta o “Google Forms”, de maneira que os alunos pudessem responder também utilizando seus aparelhos de *smartphones*.

Laurindo e Souza (2017), relata sobre a proposta de avaliação de jogos educacionais elaborada por Savi et al., (2010) que essa teoria “é uma junção da Avaliação de Treinamentos de Kirkpatrick, do Modelo ARCS, técnicas de User Experience em Jogos e a Taxonomia de Bloom.” Sobre a avaliação de treinamentos de Kirkpatrick, Savi et al., (2010) apud Foxon (1989), relata ser “um dos modelos de avaliação mais conhecidos e utilizados do mundo”. Este método avaliativo ocorre em quatro etapas, porém Savi, para seu modelo de avaliação, se baseia apenas na primeira etapa ou primeiro nível denominado *Reação*. Neste nível o objetivo principal é avaliar o grau de “satisfação e valor percebido do treinamento pelos participantes”.

O modelo ARCS, onde também está pautado o método avaliativo de Savi, está baseado na motivação do participante no processo educacional. ARCS “é um acrônimo que identifica quatro categorias de estratégias importantes para que se consiga motivar os alunos na aprendizagem: Atenção, Relevância, Confiança e Satisfação (Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction)” Savi et al., (2010) apud Keller (2009), tem como foco “a interação dos alunos com ambientes de aprendizagem” Savi et al., (2010), como o aplicativo desenvolvido.

Outro embasamento para a metodologia avaliativa de Savi consiste no User Experience (UX) ou experiência do usuário. Segundo Savi et al., (2010), todo produto desenvolve no usuário experiências e “é objetivo da UX avaliar e ampliar o entendimento dessas experiências que as pessoas têm com os produtos” Savi et al., (2010), ou seja, a UX busca avaliar o quanto o produto impactou o usuário em relação aos sentimentos, pensamentos, se estes se sentiram desafiados, com relação a satisfação deste ao interagir com o produto.

A última teoria que faz parte da metodologia avaliativa de Savi, é a taxonomia de Bloom. A taxonomia de Bloom foi desenvolvida na década de 50 tendo como finalidade apoiar os processos de desenvolvimento de projetos e avaliações educacionais Savi et al., (2010). Savi et al., (2010) apud Chapman (2009), relata que este método “é uma estrutura que pode ser aplicada para planejar, projetar e avaliar a efetividade da aprendizagem e de treinamentos.”

Ao todo, o questionário de satisfação continha treze perguntas, sendo cinco perguntas discursivas, visando analisar as possíveis dificuldades e características encontradas e as opiniões de melhorias dos usuários. Compunham também o questionário, outras oito questões objetivas, visando avaliar a usabilidade do aplicativo quanto a motivação, conhecimento e experiência do usuário com o aplicativo. Abaixo, é possível observar e analisar as perguntas elaboradas pela equipe executora do aplicativo e do projeto, para serem utilizadas no questionário de satisfação, já citado. No quadro abaixo, além das perguntas utilizadas para a avaliação do aplicativo, também é possível observar o que se deseja avaliar em cada pergunta, a partir da análise das respostas.

Quadro 1: Perguntas utilizadas no Questionário de Satisfação, aplicadas juntos aos alunos participantes para o teste de usabilidade do aplicativo, e o que se pretende avaliar ou analisar a partir das respostas obtidas em cada pergunta. (Continua)

<b>QUESTÕES</b>	<b>OBJETIVO DA QUESTÃO</b>
Idade	-
Série em que estuda	-
A maior parte de sua vida escolar, ocorreu em escola: ( ) escolas públicas ou ( ) escolas particulares.	Conhecimento da origem escolar do aluno respondente.
Você já conhecia o conteúdo: Isomeria Óptica?	Conhecimento sobre o quanto o aluno respondente sabe sobre o tema, isomeria óptica.
Se a resposta anterior foi "sim", você sentiu ou sente alguma dificuldade na aprendizagem desse conteúdo? Qual?	Conhecimento ou levantamento das principais queixas dos respondentes sobre o ensino-aprendizagem da temática.

Quadro 1: Perguntas utilizadas no Questionário de Satisfação, aplicadas juntos aos alunos participantes para o teste de usabilidade do aplicativo, e o que se pretende avaliar ou analisar a partir das respostas obtidas em cada pergunta. (Continuação)

<b>QUESTÕES</b>	<b>OBJETIVO DA QUESTÃO</b>
A utilização do aplicativo educacional "PolariQUIM" para a aprendizagem de Isomeria Óptica, ajudou com entendimento do tema?	Conhecimento sobre isomeria óptica, através do manuseio do aplicativo.
A utilização do aplicativo educacional "PolariQUIM" para o aprendizado de isomeria óptica, foi uma experiência satisfatória/prazerosa.	Motivação, ou seja, desejar-se saber o quanto, com relação a satisfação ou a ludicidade, o aplicativo o ajudou a compreender a temática isomeria óptica
Os conceitos expostos no aplicativo "PolariQUIM" foram claros.	Experiência do aluno respondente durante o manuseio do aplicativo.
O aplicativo apresenta uma navegação simples e fácil	Experiência do aluno respondente durante o manuseio do aplicativo.
Durante o uso do aplicativo houve problemas como: travar, textos ilegíveis etc.	Experiência do aluno respondente durante o manuseio do aplicativo.
O conteúdo geral do aplicativo é relevante para complementar meus conhecimentos sobre isomeria óptica.	Conhecimento sobre isomeria óptica, através do manuseio do aplicativo.

Quadro 1: Perguntas utilizadas no Questionário de Satisfação, aplicadas juntos aos alunos participantes para o teste de usabilidade do aplicativo, e o que se pretende avaliar ou analisar a partir das respostas obtidas em cada pergunta. (Conclusão)

<b>QUESTÕES</b>	<b>OBJETIVO DA QUESTÃO</b>
Sob sua análise, quais as principais dificuldades ou desvantagens foram encontradas ao utilizar o aplicativo?	_____
Quais suas sugestões para possíveis melhorias neste aplicativo educacional?	_____

Importante ressaltar que este questionário foi baseado no questionário de satisfação do trabalho Laurindo e Souza (2017) apud Fernandes (2017).

Com base nas respostas coletadas a partir da resposta do questionário de satisfação, foi observado que a faixa etária dos respondentes está compreendida entre dezessete e vinte anos, com predominância da idade de 18 anos, conforme se demonstra no gráfico abaixo (Figura 23) a quantidade de respondentes para cada idade.

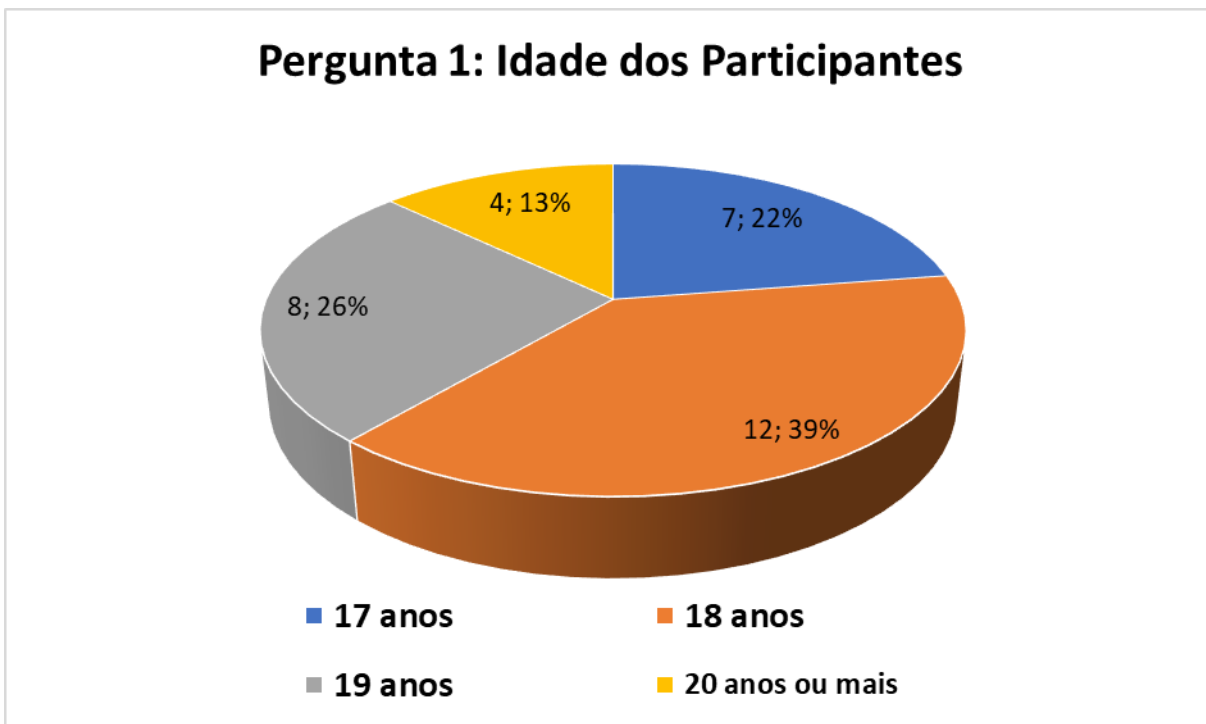


Figura 23: Idade dos alunos respondentes do questionário de satisfação ilustrando a quantidade de respondentes para cada idade. n = 31 (Fonte: Autora)

A segunda pergunta questionava a respeito da série em que os alunos estudavam ou se já haviam concluído, tendo em vista que o conteúdo “Isomeria” compõe a grade curricular referente ao último ano do ensino médio. Foi observado que a maioria dos respondentes já haviam concluído o ensino médio, com apenas um aluno que chegou a ingressar no nível superior e um que está concluindo o ensino médio (Figura 24). Desta forma, a turma de estudantes selecionada para a realização da etapa de validação do aplicativo está de acordo com o público-alvo da pesquisa.



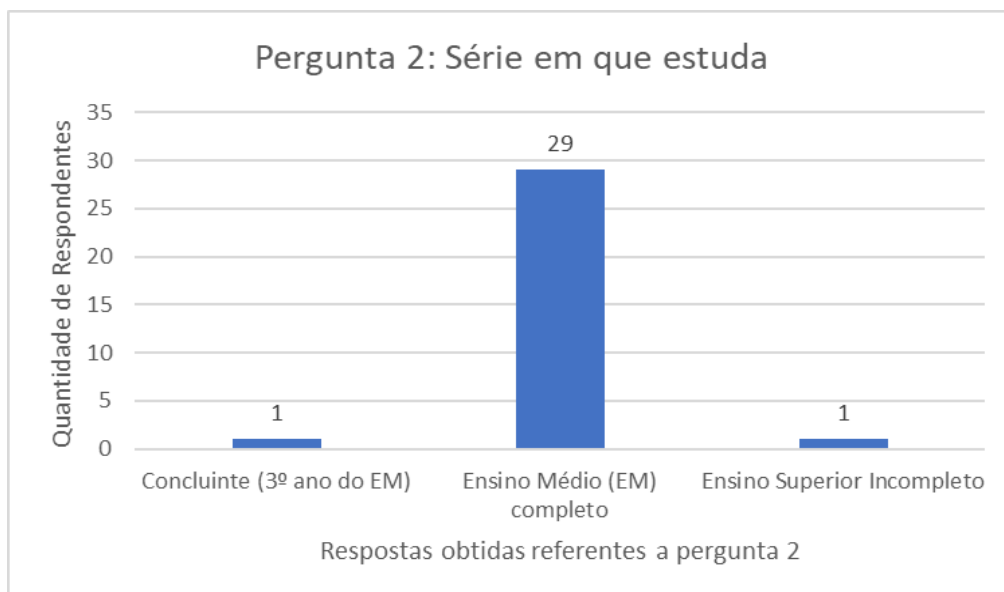


Figura 24: Escolaridade dos alunos respondentes do questionário de satisfação ilustrando a frequência em relação ao nível escolar dos participantes. n = 31 (Fonte: Autora)

A terceira pergunta questionava sobre o tipo de instituição em os participantes cursaram a maior parte de sua educação básica, sendo encontrada como resposta que a maioria dos alunos que participaram da pesquisa estudaram em instituições privadas de ensino.

A maior parte de sua vida escolar, ocorreu em escola:

31 respostas

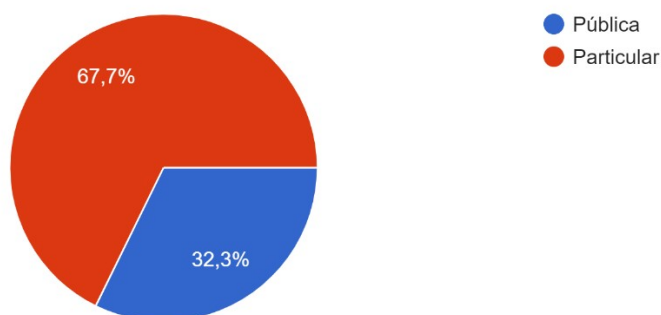


Figura 25: Instituição Escolar que os Participantes Estudaram na maior parte de sua vida escolar. n = 31 (Fonte: Autora)

A quarta pergunta se refere ao conhecimento dos participantes sobre Isomeria Óptica. Como resultado, obteve-se que a grande maioria (> 90%) não conhecia o assunto. Portanto, acredita-se que de fato o conteúdo não tenha sido ministrado nas escolas em que estes alunos estudaram durante o ensino médio. Que de outro modo, caso o conteúdo tenha sido ministrado, este não deve ter trazido nenhuma significância, sendo, portanto, esquecido pela maioria, concordando então com o que relata Correia et al., (2010) apud Mortimer, (1996) quando falam sobre o distanciamento de abordagens científicas do cotidiano dos alunos, causando toda uma deficiência na aprendizagem destes acerca dos temas trabalhados. A falta de contextualização no ensino de química também é abordada por Borges e Silva (2011), quando relatam que “percebe-se, muitas vezes, que é essa falta de se relacionar com o mundo em que o estudante vive, que faz com que o aluno perca interesse sobre as aulas, fazendo com que ele não tenha uma aprendizagem significativa.”. Esse “esquecimento” dos alunos quanto às temáticas e conteúdos ministrados pode ser visualizado na Figura 26, que ilustra a resposta dos estudantes à pergunta 4 do questionário.

Você já conhecia o conteúdo: Isomeria Óptica?

31 respostas

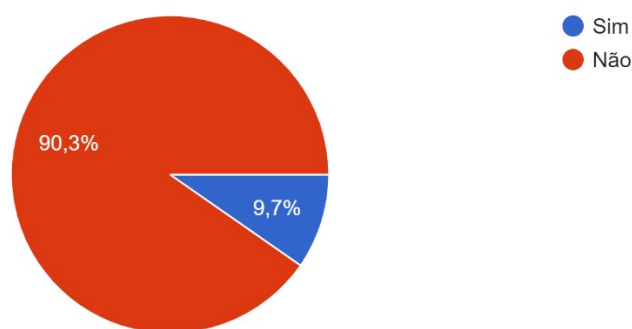


Figura 26: Conhecimento dos alunos participantes do questionário de satisfação sobre o conteúdo de Isomeria Óptica ilustrando o percentual destes que consideravam conhecer o conteúdo citado. n = 31 (Fonte: Autora)

Foi realizado em recorte em relação aos alunos que relataram já conhecer o conteúdo de isomeria óptica, a fim de se conhecer as dificuldades enfrentadas por eles para o aprendizado deste conteúdo. É importante ressaltar que o número de respostas obtidas é pequeno, uma vez que a maioria dos estudantes (90,3%) não tinham conhecimento do

conteúdo de isomeria óptica (Figura 26). Abaixo são destacadas algumas respostas dentre os que tiveram contato com o conteúdo (Quadro 2).

Analisando as respostas para a quinta pergunta, é possível perceber que a dificuldade na visualização das moléculas tridimensionais é a mais citada pelos alunos participantes. O que corrobora com Raupp (2015), que relata que “a principal dificuldade de aprendizagem em estereoquímica de acordo com a literatura é a visualização” e com Baptista (2013) que também destaca a abstração e a visualização como um entrave. Mas é importante destacar também o que relata um aluno participante a respeito da falta de conexão do conteúdo com seu dia a dia (segunda resposta) (Quadro 2), sendo este um problema também citado por Gomes (2020), que relata que “a falta de conexão entre o ambiente escolar e a realidade vivenciada pelos alunos reforça a dificuldade de compreensão de conceitos de Química” e também relatado por Silva Júnior e Bizerra (2015) “percebe-se que muitas vezes o ensino desta disciplina está sendo feito de forma descontextualizada e não interdisciplinar.” A análise dessas problemáticas reforçam a necessidade de mudanças metodológicas ao ensino de isomeria, o que corrobora com a ideia do projeto deste trabalho.

Quadro 2: Conhecimento dos alunos respondentes acerca dos seus conhecimentos sobre a temática Isomeria Óptica, ilustrando as respostas destes sobre a pergunta citada. (Continua)

Alunos Respondentes	Respostas Obtidas
Aluno 1:	<i>Pareceu complexo antes, mas com o aplicativo melhorou meu entendimento</i>
Aluno 2	<i>sim, pois muitas vezes não vejo a matéria no meu dia a dia e também é algo abstrato.</i>
Aluno 3	<i>Entender como a isomeria acontecia</i>
Aluno 4	<i>Sim, na visualização das moléculas e na classificação de cada uma.</i>
Aluno 5	<i>não tive dificuldade</i>
Aluno 6	<i>Já tinha ouvido falar, porém não tinha visto nada sobre</i>
Aluno 7	<i>Sim, na parte teórica</i>
Aluno 8	<i>sim, a visualização</i>

Quadro 2: Conhecimento dos alunos respondentes acerca dos seus conhecimentos sobre a temática Isomeria Óptica, ilustrando as respostas destes sobre a pergunta citada. (Conclusão)

Alunos Respondentes	Respostas Obtidas
Aluno 9	<i>Sim. Por ter algumas estruturas tridimensionais, me dificulta na aprendizagem de certos tópicos.</i>

As perguntas seguintes, a partir da sexta questão, objetivavam avaliar a usabilidade do aplicativo desenvolvido e utilizado em sala de aula como ferramenta complementar para abordar o conteúdo de estereoisomeria. A maioria dos estudantes (87,1%) responderam positivamente em relação à atuação do aplicativo na melhoria da compreensão do aprendizado deste conteúdo (Figura 27). Levando-se em relação ao uso de um software educacional para a melhoria do aprendizado, o resultado obtido ratifica o que descreve Gomes (2020) “a utilização do software contribuiu em vários aspectos, sendo que o aspecto mais apontado foi a melhora da aprendizagem”, assim como Arroio, Celeste e Rezende (2011) “atividades realizadas com o computador, segundo essa perspectiva, surgem como uma alternativa educacional que tende a atender às necessidades individuais dos estudantes, uma vez que a aprendizagem é, fundamentalmente, ativa, integrativa e reflexiva” e Laurindo e Souza (2017) que reforça os benefícios da utilização de ferramentas tecnológicas para o desenvolvimento da aprendizagem.

A utilização do aplicativo educacional "PolariQUIM" para a aprendizagem de Isomeria Óptica, ajudou o com entendimento do tema?

31 respostas

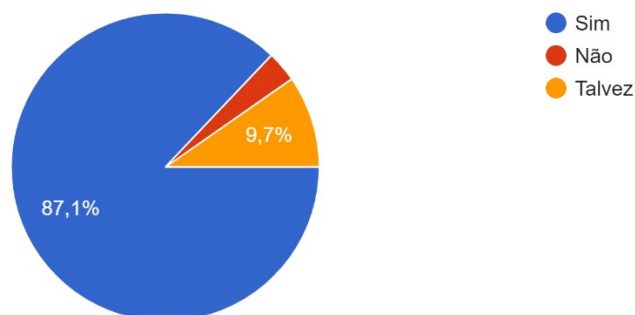


Figura 27: Contribuição do aplicativo para a aprendizagem do conteúdo de Isomeria Óptica ilustrando as respostas dos alunos participantes quanto ao conhecimento desenvolvido a partir da interação com o aplicativo. n = 31 (Fonte: Autora)

O sétimo questionamento, refere-se o quão prazeroso/motivador foi para o participante aprender isomeria óptica utilizando o aplicativo. A maioria dos estudantes atestaram que a utilização do aplicativo para o estudo do conteúdo foi uma experiência prazerosa (77,4%). Segundo Costa et al., (2017) o “uso do computador e dos programas na aula de isomeria tiveram um impacto positivo na motivação, interação e aprendizado dos alunos”, assim como com Pauletti e Catelli (2013), que relatam que “As tecnologias digitais, ferramenta com a qual os nativos digitais apresentam grande afinidade, propiciam, consoante os estudos apresentados, ocasiões preciosas de participação ativa”. Da mesma forma, Gomes (2020) afirma que “fica evidente que o uso de ferramentas que tornam o aluno protagonista na construção de seu conhecimento são potencializadoras da aprendizagem e favorecem o engajamento dos alunos.”

A utilização do aplicativo educacional "PolariQUIM" para o aprendizado de isomeria óptica, foi uma experiência satisfatória/prazerosa.

31 respostas

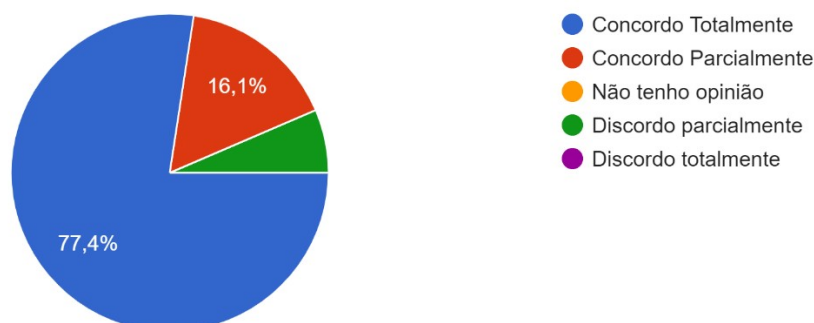


Figura 28: Contribuição do quanto o aplicativo PolariQUIM, para a aprendizagem do Conteúdo de Isomeria Óptica, foi motivador ou atuou de maneira prazerosa para os alunos respondentes.  $n = 31$  (Fonte: Autora)

O oitavo questionamento, refere-se ao quão claro foi para os participantes os conceitos expostos pelo aplicativo. Segundo a maioria dos estudantes (90,3%), os conceitos abordados e inseridos no aplicativo PolariQUIM foram claros (Figura 30) e facilmente entendidos.

Os conceitos expostos no aplicativo "PolariQUIM" foram claros.

31 respostas

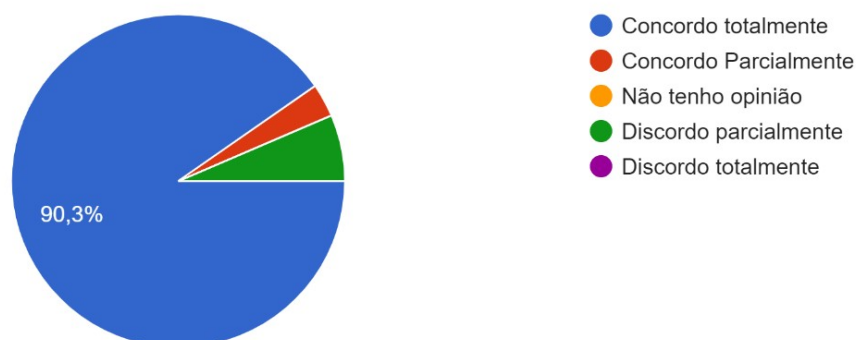


Figura 29: Avaliação, dos alunos respondentes, quanto a clareza dos Conceitos Expostos no Aplicativo desenvolvido PolariQUIM.  $n=31$  (Fonte: Autora)

Quando foi avaliada a facilidade e simplicidade na navegação do participante no aplicativo, a maioria dos respondentes (77,4%) relataram que a interface de navegação era simples e de fácil uso (Figura 31). É importante ressaltar que mesmo com a maioria tendo relatado a facilidade no uso do aplicativo, alguns problemas foram detectados durante seu uso, sendo possível ser observado pelos percentuais expressos nas respostas “Discordo Parcialmente e Discordo Totalmente”.

O aplicativo apresenta uma navegação simples e fácil.

31 respostas

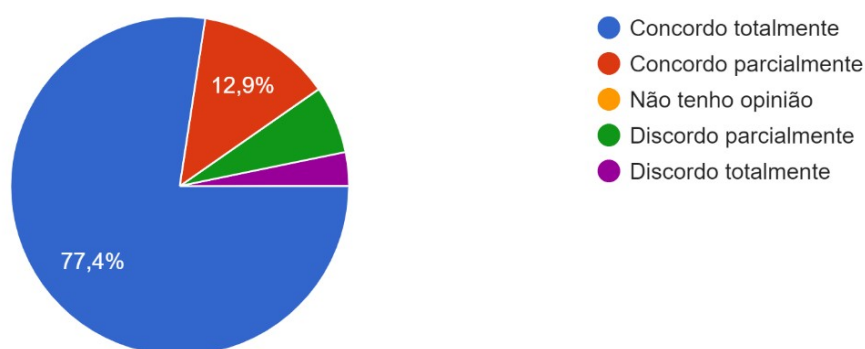


Figura 30: Avaliação dos alunos respondentes, quanto a navegação no aplicativo PolariQUIM, sendo ilustrado em porcentagem as respostas dos participantes quanto a facilidade e simplicidade da utilização do aplicativo.  $n = 31$  (Fonte: Autora)

Os problemas detectados anteriormente foram avaliados na próxima questão que mencionava diretamente, por exemplo, a possibilidade de travamento e aparecimento de textos não legíveis. Um percentual considerável de estudantes (29,1%) indicou o aparecimento de algum problema quando consideramos o aspecto negativo da avaliação (a soma de “Concordo parcialmente” + “Discordo parcialmente”) (Figura 32). Vale destacar que foram relatados problemas como imagens que não abriram, congelamento de tela, “setas” que não reagem ao toque. Ainda assim, com a verificação desses pequenos problemas, que foram reparados pela equipe técnica, 67,7% dos participantes não verificaram problemas na utilização do aplicativo.

Durante a utilização do aplicativo, não houve problemas (travar, textos ilegíveis, etc)

31 respostas

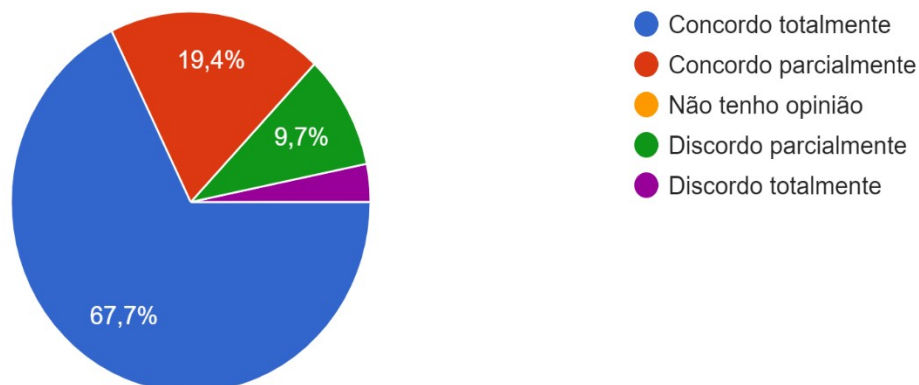


Figura 31: Avaliação, dos alunos respondentes, quanto a ocorrência de problemas na utilização do aplicativo PolariQUIM, sendo ilustrado, em porcentagem, as respostas dos participantes de acordo com suas experiências durante a utilização do aplicativo.  $n=31$  (Fonte: Autora)

O décimo-primeiro questionamento aborda os alunos participantes sobre o quão relevante, na opinião deles, os conteúdos apresentados durante o uso do aplicativo são para a complementação dos conhecimentos sobre Isomeria Óptica. Foi observado que 83,9% dos participantes responderam que concordam totalmente que os conteúdos apresentados no aplicativo foram relevantes para complementar o conhecimento sobre Isomeria Óptica, confirmando o papel de auxiliar do aplicativo que é a proposta deste trabalho, estando desta maneira em acordo com o que diz Cleophas et al., (2015) acerca do papel do aplicativos educacionais, como o aqui proposto: “É importante considerar também que o *m-learning* é um mero facilitador da aprendizagem, ou seja, um recurso pedagógico de alto potencial, no entanto, ele sozinho não garante a aprendizagem” assim como o que afirma Gomes (2020) que “a utilização de ferramentas tecnológicas como mediadoras no processo de ensino-aprendizagem é de enorme potencial” e Leite (2020) que destaca que a ferramenta tecnológica sozinha “não irá impactar na construção do conhecimento dos estudantes” e que é necessário toda uma estratégia e planejamento docente para essa construção.



O conteúdo geral do aplicativo é relevante para complementar meus conhecimentos sobre isomeria óptica.

31 respostas

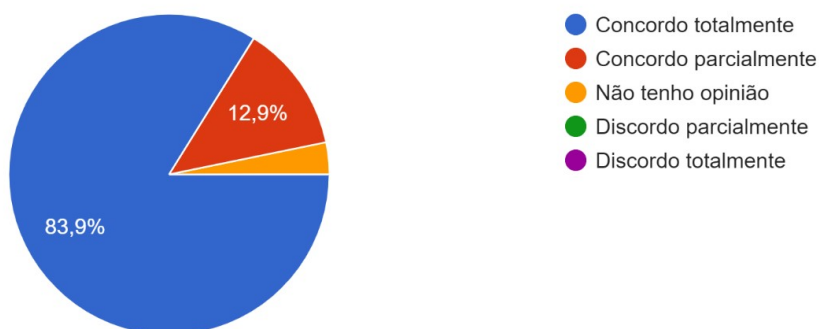


Figura 32: Avaliação, dos alunos participantes, quanto a relevância dos conteúdos apresentados no aplicativo PolariQUIM, para a complementação dos conhecimentos sobre Isomeria Óptica, ilustrando, em porcentagem, as respostas dos participantes quanto as informações adquiridas através da manipulação do aplicativo.  $n = 31$  (Fonte: Autora)

Foram incluídas questões discursivas para que os estudantes pudessem registrar suas percepções e possíveis contribuições a respeito da utilização do aplicativo. Destacamos abaixo alguns dos relatos registrados pelos estudantes quanto às dificuldades ou desvantagens que observaram durante o manuseio do aplicativo (Quadro 3). É importante destacar que nem todos os alunos participantes, contribuíram, para esta pergunta, com suas respostas. Por tanto, serão expostos, apenas as respostas que foram obtidas.

Após a análise das respostas dos alunos participantes, todos os problemas técnicos relatados foram resolvidos, para melhoria do aplicativo. Em relação aos problemas de entendimento do uso e interpretação da simulação, foi adicionado na tela principal o botão “INSTRUÇÕES INICIAIS”, conforme descrito no item I da seção 6.3. Ainda assim, é importante ressaltar a necessidade de que os usuários do aplicativo já tenham tido contato com o conteúdo “Isomeria Óptica” antes do manuseio deste, para melhor desenvolvimento.

Quadro 3: Relatos registrados pelos alunos respondentes quanto às dificuldades ou desvantagens que observaram durante o manuseio do aplicativo, ilustrando as respostas destes sobre a pergunta citada. (Continua)

<b>Respostas Obtidas</b>
“Não pude encontrar nenhuma”
“Não tive nem uma dificuldade em usar o app”
“Até o momento Nenhuma”
“Alguns pequenos bugs na interface e o botão de classificação faltando para o limoneno.”
“Não entendi muito bem no começo, por ter esquerda e direita não entendi direito a proposta, mas peguei o jeito depois.”
“Ao lado direito da página há uma seta que não leva a lugar nenhum”
“O aplicativo tinha alguns problemas, como, por exemplo: no início tinha uma seta, porém que não direcionava a nenhum lugar.”
“Alguns compostos não tem o botão de classificação”
“Não vi dificuldade”
“Certos compostos não apresentavam a opção de classificação”
“Alguns componentes não tinham a opção de classificar.”
“Nenhuma, não tive nenhum problema durante o uso. Traz a aprendizagem de forma diferente e eficaz”
“O aplicativo é bom e agradável, porém percebi algumas dificuldades com o uso das opções de “esquerda” e “direita, o app travou bem pouco e senti falta de aperfeiçoamento nas questões.”

Quadro 3: Relatos registrados pelos alunos respondentes quanto às dificuldades ou desvantagens que observaram durante o manuseio do aplicativo, ilustrando as respostas destes sobre a pergunta citada. (Conclusão)

<b>Respostas Obtidas</b>
“Nenhuma! O aplicativo estava excelente e bem didático.”
“Não tive nem uma dificuldade em usar o app”
“Até o momento Nenhuma”
“Alguns pequenos bugs na interface e o botão de classificação faltando para o limoneno.”
“Não entendi muito bem no começo, por ter esquerda e direita não entendi direito a proposta, mas peguei o jeito depois.”
“O limoneno não como classificar”
“Ao lado direito da página há uma seta que não leva a lugar nenhum”

A última pergunta abordava os participantes acerca das sugestões para possíveis melhorias no aplicativo. Registramos aqui as principais contribuições dos estudantes para a melhoria do aplicativo (Quadro 4). Em tempo, é importante destacar que nem todos os alunos participantes, contribuíram, para esta pergunta, com suas respostas. Por tanto, serão expostos, apenas as respostas que foram obtidas.

Quadro 4: Relatos registrados pelos alunos respondentes quanto às suas sugestões para possíveis melhorias no aplicativo PolariQUIM, ilustrando as respostas destes sobre a pergunta citada. (Continua)

<b>Respostas Obtidas</b>
<i>“Está ótimo”</i>
<i>“ta perfeito”</i>

Quadro 4: Relatos registrados pelos alunos respondentes quanto às suas sugestões para possíveis melhorias no aplicativo PolariQUIM, ilustrando as respostas destes sobre a pergunta citada. (Conclusão)

Respostas Obtidas
<i>“Os dois primeiros compostos Limoneno D e L não tem como classificar”</i>
<i>“Corrigir os erros apresentados, fora isso o aplicativo me ajudou totalmente a entender como funciona a isomeria”</i>
<i>“Acho que a única melhoria seria um app que não precise de internet para poder utilizar, tirando isso estava bem fácil de usar.”</i>
<i>“Um fórum com perguntas e respostas sobre o tema.”</i>
<i>“Informações e explicações escritas ajudariam melhor no entendimento”</i>
<i>“O limoneno não dá pra classificar”</i>
<i>“O aplicativo está bom, só precisa melhorar nas questões anteriores”</i>
<i>“Talvez um mini tutorial de como usar o aplicativo antes”</i>
<i>“A revisão das funções de alguns componentes apenas”</i>
<i>“explicar alguns conceitos, por exemplo, a classificação de dextrogira e levogira”</i>
<i>“não tenho sugestões”</i>

Após a análise das respostas obtidas, algumas alterações foram realizadas e outras serão estudadas para projetos futuros, não sendo descartada nenhuma contribuição, pois todas elas possuem alto grau de importância.

Pensar, planejar e desenvolver um *software* educacional, é uma ação complexa e desafiadora. Barreto et al., (2017), em seu trabalho ao descrever sobre o desenvolvimento de um *software* para o ensino da química, relata que esta ação “requer a integração de diversas áreas de conhecimentos como programação, Química, educação e o processo de ensino e aprendizagem” considerando, portanto, “um processo complexo” e que abrange etapas, que possivelmente deverão ser ajustadas ou reajustadas para que o objetivo maior, que é o ensino-aprendizagem de maneira lúdica, prazerosa, seja atendido. Desenvolver algo que tem como finalidade ser um auxiliar, uma ferramenta apta a contribuir com a aprendizagem de uma temática, é algo de tamanha responsabilidade que exige, de seus autores, além do comprometimento com os objetivos traçados, promover inúmeros ajustes, a partir dos feedbacks obtidos, de modo a atender as necessidades a que este desenvolvimento foi proposto. Neste trabalho, foi possível analisar as ideias iniciais, as primeiras execuções das interfaces e algumas mudanças que foram necessárias após a análise das respostas obtidas através do teste de usabilidade. Sabendo-se que o aplicativo desenvolvido, ainda deverá passar por modificações, pois cada sala de aula e cada educador, ao analisar e utilizar a ferramenta, irá contribuir com um feedback, que na medida do possível, será analisado e realizadas alterações.

## 6. CONCLUSÕES

O aplicativo PolariQUIM, foi desenvolvido visando auxiliar as aulas de isomeria óptica, trazendo aos alunos, uma possível experiência próxima ao que seria a visualização do desvio da luz polarizada em um polarímetro, dentro de um laboratório físico, por uma substância opticamente ativa. Tentando, neste caso, facilitar a classificação destes isômeros ópticos de acordo com o desvio observado (Levógiro e Dextrógiro). Desta forma, com o auxílio deste aplicativo, acreditamos ser possível tornar as aulas de isomeria óptica menos abstratas e mais dinâmicas, motivadoras para os alunos.

A avaliação da usabilidade do aplicativo por meio de sua validação em sala de aula, mostrou que mesmo com algumas falhas técnicas relatadas, o uso do aplicativo se mostrou de acordo com os objetivos aqui traçados e eficiente para auxiliar docentes de química nas aulas de isomeria óptica. É importante ressaltar que, analisando tanto o comportamento dos alunos durante a aplicação do teste de usabilidade, assim como as respostas do questionário que estes responderam, fica claro a necessidade de que os alunos tenham conhecimento prévio de isomeria óptica, pois o aplicativo desenvolvido é um auxiliar ao entendimento do conteúdo, não visando que os alunos utilizem a simulação como única ferramenta para o aprendizado desta temática.

Como possíveis projetos futuros, percebe-se ainda a necessidade da testagem desse aplicativo junto aos professores de química, para perceber destes as dificuldades enfrentadas, tanto no manuseio quanto a uma possível inserção do aplicativo a uma metodologia para o ensino de isomeria óptica. Assim, acredita-se que com esses resultados, seriam previstos novos ajustes para que enfim se chegasse ao produto final. Por agora, devido ao tempo que se tem, considera-se que o aplicativo PolariQUIM, atendeu as expectativas dos autores e produtores deste trabalho, visto que, diante do público-alvo determinado inicialmente, se obteve uma avaliação positiva, correspondendo, desta maneira aos objetivos elencados aqui.

## 7 . REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADALO. Inside Adalo. 2019. Disponível em: <<https://www.adalo.com/about-us>>. Acesso em: 5 jun, 2022.

ALVES, R. D. **Lippia alba Mill: INVESTIGAÇÃO ETNOBOTÂNICA E CARACTERIZAÇÃO DA COMPOSIÇÃO QUÍMICA DO SEU ÓLEO ESSENCIAL POR CROMATOGRAFIA.** Monografia (Bacharel em Farmácia) – Cuitá/PB: Universidade Federal de Campina Grande, 2014.

ARROIO, A.; CELESTE, F.; REZENDE, D. B. Uso de Modelagem Molecular no Estudo dos Conceitos de Nucleofilicidade e Basicidade. **Química Nova**, v. 34, n. 9, p. 1661–1665, 2011.

BAGATIN, O. et al. Rotação da luz polarizada por Moléculas Quirais: Abordagem Histórica com proposta de Trabalho em Sala de Aula. **Química Nova na Escola**, v. 21, p. 34–38, 2005.

BAPTISTA, M. M. **Desenvolvimento e Utilização de Animações em 3D no Ensino de Química.** Tese (Doutorado em Ciências) – Campinas/SP: Universidade Estadual de Campinas, 2013.

BARRETO, G.S.N. et al. O Processo de Criação de Software Educacional para o Ensino e Aprendizagem de Química. **Revista Eletrônica Ludus Scientiae**, v.1, n 2, p. 90-106, 2017.

BARRETO, S. R. et al. Os Desafios do Pré-Vestibular Social Teorema para a Democratização do Acesso ao Ensino Superior: Resultados e Ações no ano de 2015. **Revista Philologus**, n. 63, p. 1661–1671, 2015.

BOGO, R. S.; CAXUEIRA, M. R.; NASCIMENTO, R. DA S. Globo Terrestre e Geotecnologias Como Cartografia – Estudo De Caso Em Curso Pré-Vestibular Em Florianópolis/Sc. **Pesquisar Revista de Estudos e Pesquisas em Ensino de Geografia**, p. 29–48, nov. 2020.

BORGES, A. A.; SILVA, C. DE M. **A Docência Em Química: Um Estudo Das Concepções Dos Professores Da Rede Pública De Formiga--Mg.** v. 6, n. 2, p. 1–15, 2011.

BURKE, K. A.; GREENBOWE, T. J.; WINDSCHITL, M. A. Developing and Using Conceptual Computer Animations. **Journal of Chemical Education**, v. 75, n. 12, p. 1658–1661, 1998.

CLEOPHAS, M. D. G. et al. M-learning e suas Múltiplas Facetas no contexto educacional: Uma Revisão da Literatura. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 4, p. 188–207, 2015.

COELHO, F. A. S. Fármacos e Quiralidade. **Qnesc**, p. 1–10, maio 2001.

CORREIA, L. H.; RODRIGUES, P. H. B. **COMPARAÇÃO ENTRE FERRAMENTAS DE ENSINO DE PROGRAMAÇÃO ORIENTADA A BLOCOS. MIT APP INVENTOR VS SCRATCH.** Monografia (Bacharel em Informática) – Inhumas/Go: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - Câmpus Inhumas., 2017.

CORREIA, M. E. A. et al. Investigação do fenômeno de isomeria: concepções prévias dos

estudantes do ensino médio e evolução conceitual. **Revista Ensaio**, p. 83–100, 2010.

COSTA, C. H. C. et al. Marvinsketch E Kahoot Como Ferramentas No Ensino De Isomeria. **Holos**, v. 1, p. 31, 2017.

DUDA, R. et al. Elaboração de aplicativos para Android com uso do App Inventor: uma experiência no Instituto Federal do Paraná – Câmpus Irati. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 8, n. 2, 2015.

EGIDO, S. V. et al. O Uso de Dispositivos Móveis em Sala de Aula: Possibilidades com o App Inventor. **III Congresso sobre Tecnologias na Educação: Cultura Maker na Escola**, n. 1, p. 289–301, 2018.

FELIPE, L. O.; BICAS, J. L. Terpenos: compostos majoritários de óleos essenciais. **Química e Sociedade**, v. 39, n. 2, p. 120–130, 2017.

FELTRE, R (1928). *Química – Volume 3. (6ª ed).* São Paulo: Moderna, p.186-188, 2004.

FINKLER, G. H. et al. Estudo de sistemas de desenvolvimento de mobile apps para ensino de programação na rede básica de ensino 1. **XXI Jornada de Extensão**, p. 1–5, out. 2021.

Forbes. **The Most Disruptive Trend Of 2021: No Code / Low Code.** 2021. <https://www.forbes.com/sites/betsyatkins/2020/11/24/themost-disruptive-trend-of-2021-no-code--low-code>

GUIMARÃES, C.C, **Experimentação no ensino de química: caminhos e descaminhos rumo à aprendizagem significativa.** *Química Nova na Escola*, V. 32, n. 3, p. 198-202, 2009.

GOMES, B. R. **Uso de softwares no processo de ensino-aprendizagem de isomeria no contexto da Química Orgânica.** Dissertação (Mestrado em Química) – Araraquara/SP: Universidade Estadual Paulista Campus de Araraquara, 2020.

GOMES, T. C. S.; DE MELO, J. C. B. Mobile Learning : Explorando Possibilidades com o App Inventor no Contexto Educacional. **III Jornada de Atualização em Informática na Educação (JAIE 2014). III Congresso Brasileiro de Informática na Educação (CBIE 2014)**, v. 4, n. 1, p. 42–69, 2014.

LAURINDO, A. K. S.; SOUZA, P. H. S. **Aplicativos Educacionais : Um Estudo de caso no desenvolvimento de um aplicativo na plataforma App Inventor2 para auxílio no ensino de produção textual nas aulas de português.** TCC (Graduação em Tecnologia da Informação e Comunicação) – Araranguá/SC:Universidade Federal de Santa Catarina, p. 69, 2017.

LEITE, B. S. Stop motion no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 42, n. 1, p. 13–20, 2020.

LOPES, V. C. et al. Projeto : Uso Do Python Como Laboratório Virtual Na Física. **XXXIII Encontro de Físicos do Norte e Nordeste**, p. 1–4, 2015.

MATRIZ DE REFERÊNCIA ENEM.[https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz\\_referencia.pdf](https://download.inep.gov.br/download/enem/matriz_referencia.pdf). (Acessado em agosto de 2022)

MOREIRA, M. A. **A Teoria da Aprendizagem Significativa e sua Implementação em Sala**



**de Aula.** Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2006.

MÜLBERT, A. L.; PEREIRA, A. T. C. Um panorama da pesquisa sobre aprendizagem móvel (m-learning). V **Simpósio Nacional da ABCiber**, 2011.

NASCIMENTO, A. Universidade e cidadania: o movimento dos Cursos Pré-Vestibulares Populares. **Lugar Comum**, v. 1, n. 17, p. 45–60, 2016.

NETO, J. E. S. **Abordando O Conceito De Isomeria Por Meio De Situações-Problema No Ensino Superior De Química.** Dissertação (Mestrado em Ensino das Ciências) - Recife/PE: Universidade Federal Rural De Pernambuco, 2009.

PASSOS, I. N. G. et al. **Utilização Do Software Phet no Ensino de Química em uma Escola Pública de Grajaú, Maranhão.** Revista Observatório, v. 5, p. 335–365, maio 2019.

PAULETTI, F.; CATELLI, F. **Tecnologias digitais: possibilidades renovadas de representação da Química Abstrata.** Acta Scientiae, p. 383–396, 2013.

PUPPI, M. B. **Diretrizes para o design de interface de aplicativos em smartphones para alemão como língua estrangeira: um estudo sobre mobile learning.** Dissertação (Mestrado em Design) – Curitiba/PR: Universidade Federal do Paraná, 2014.

RAUPP, D. T. **Alfabetização tridimensional, contextualizada e histórica no campo conceitual da estereoquímica.** Tese (Doutorado em Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde – Porto Alegre/RS: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015.

RODRIGUES, P.H.B; CORREIA, L.H. **Comparação entre ferramentas de ensino de programação orientada a blocos. MIT APP inventor vs SCRATCH.** Monografia (Bacharel em Informática) – Inhumas/GO: Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Goiás Campus Inhumas, 2017.

SANTOS, D. O.; WARTHA, E. J.; FILHO, J. C. D. S. **Softwares educativos livres para o Ensino de Química: Análise e Categorização.** XV Encontro Nacional de Ensino de Química, p. 11, 2010.

SAVI, R. et al. Proposta de um Modelo de Avaliação de Jogos Educacionais Introdução. **Novas Tecnologias na Educação**, v. 8, n. 3, p. 12, 2010.

SHARMEEN, J. B. et al. **Essential oils as natural sources of fragrance compounds for cosmetics and cosmeceuticals.** Molecules, v. 26, n. 3, 2021.

SILVA, G. B. DA. **Isolamento, caracterização, quantificação e avaliação da pureza enantiomérica de linalol carvona e limoneno em óleos essenciais de espécies aromáticas.** Dissertação (MESTRADO EM QUÍMICA) - São Cristóvão/SE: Universidade Federal do Sergipe, 2011.

SILVA JUNIOR, J.N; BARBOSA, F.G. **Polarímetro Virtual: Desenvolvimento, utilização e avaliação de um software educacional.** Química Nova, v. 35, n. 9, p. 1884-1886, 2012.

SILVA JÚNIOR, C. A. B. E; BIZERRA, A. M. C. **Estruturas E Nomenclaturas Dos Hidrocarbonetos: É Possível Aprender Jogando?** Holos, v. 6, n. 31, p. 146, 2015.

SOARES, L. F. .; SILVA, M. G. DE V. **O App Inventor Como Ferramenta Didática Para**

**a Aprendizagem De Estequiometria.** Caminhos da Educação Matemática em Revista (Online), p. 14- 24 V.9, n. 3, 2019.

SOUZA, F. V. M. et al. Fitoterapia ( – ) -Carvone : Antispasmodic effect and mode of action. v. 85, p. 20–24, 2013.

SOLOMONS, G., FRYHLE, C. (2000). **Química Orgânica** (7. ed.). Rio de Janeiro: Editora Livros Técnicos e Científicos – LTC.

TARDIF, M. (2011). **Saberes docentes e formação profissional** (12. ed.). Petrópolis, RJ: Vozes.

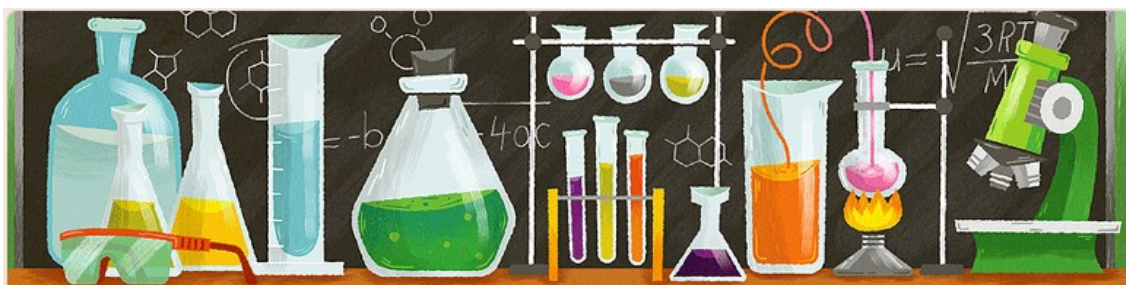
THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 2ª edição ed. São Paulo: Cortez: Autores Associados, 1986.

UERJ. Conteúdos Programáticos – Manual do Exame Único. [https://www.vestibular.uerj.br/anexos/Manual\\_Exame\\_Unico\\_2022\\_Anexo4.pdf](https://www.vestibular.uerj.br/anexos/Manual_Exame_Unico_2022_Anexo4.pdf). (Acessado em agosto de 2002).

USBERCO, João; SALVADOR, Edgard (2002). **Química – Volume Único**. (5ª ed). São Paulo: Saraiva.

## APÊNDICES

### Apêndice 1: Questionário de Satisfação



## QUESTIONÁRIO DE AVALIAÇÃO SOBRE O USO DO APLICATIVO: PolariQUIM

Olá Queridos !!!

A seguir tem algumas perguntas sobre os feedbacks de vocês do uso do aplicativo....

Idade: \*

Texto de resposta curta

Série em que estuda. \*

Texto de resposta curta

A maior parte de sua vida escolar, ocorreu em escola: \*

- Pública
- Particular

Você já conhecia o conteúdo: Isomeria Óptica? \*

- Sim
- Não

Se a resposta anterior foi "sim", você sentiu ou sente alguma dificuldade na aprendizagem desse conteúdo? Qual? \*

Texto de resposta longa

---

⋮

A utilização do aplicativo educacional "PolariQUIM" para a aprendizagem de Isomeria Óptica, ajudou o com entendimento do tema? \*

- Sim
- Não
- Talvez

⋮

A utilização do aplicativo educacional "PolariQUIM" para o aprendizado de isomeria óptica, foi uma experiência satisfatória/prazerosa. \*

- Concordo Totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não tenho opinião
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

⋮

Os conceitos expostos no aplicativo "PolariQUIM" foram claros. \*

- Concordo totalmente
- Concordo Parcialmente
- Não tenho opinião
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

⋮

O aplicativo apresenta uma navegação simples e fácil. \*

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não tenho opinião
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

Durante a utilização do aplicativo, não houve problemas (travar, textos ilegíveis, etc) \*

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não tenho opinião
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

O conteúdo geral do aplicativo é relevante para complementar meus conhecimentos sobre isomeria óptica. \*

- Concordo totalmente
- Concordo parcialmente
- Não tenho opinião
- Discordo parcialmente
- Discordo totalmente

⋮

Sob sua análise, quais as principais dificuldades ou desvantagens foram encontradas ao utilizar o aplicativo? \*

Texto de resposta longa

---

Quais suas sugestões para possíveis melhorias neste aplicativo educacional? \*

Texto de resposta longa

---

## Apêndice 2: Parecer do Comitê de Ética da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO



PARECER Nº 1538/2021 - PROPPG (12.28.01.18)

Nº do Protocolo: NÃO PROTOCOLADO

Seropédica-RJ, 09 de novembro de 2021.

SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
COMITÊ DE ÉTICA EM PESQUISA DA UFRRJ / CEP

Protocolo Nº 216/2021

### PARECER

O Projeto de Pesquisa intitulado "Uso das TIC's como estratégia facilitadora para o ensino-aprendizagem de isomeria óptica no Ensino Médio" sob a coordenação do Professor Dr. André Marques dos Santos, do Instituto de Química/Departamento de Bioquímica, processo 23083.023487/2021-64, atende os princípios éticos e está de acordo com a Resolução 466/12 que regulamenta os procedimentos de pesquisa envolvendo seres humanos.

*(Assinado digitalmente em 09/11/2021 14:30)*

JOAO MARCIO MENDES PEREIRA

PRO-REITOR(A) ADJUNTO(A) - SUBSTITUTO

PROPPG (12.28.01.18)

Matrícula: 1736091

Processo Associado: 23083.023487/2021-64

Para verificar a autenticidade deste documento entre em <https://sipac.ufrrj.br/public/documentos/index.jsp> informando seu número: 1538, ano: 2021, tipo: PARECER, data de emissão: 09/11/2021 e o código de verificação: 117d49d459

### Apêndice 3: Termo de Consentimento Livre e Esclarecido



#### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO (TCLE)

Prezado Senhor(a),

Solicitamos sua autorização para participação do menor

\_\_\_\_\_, sob sua responsabilidade, na pesquisa intitulada “Uso das TIC’s como estratégia facilitadora para o ensino-aprendizagem de isomeria óptica no Ensino Médio”, cujo objetivo é desenvolver uma nova metodologia de ensino-aprendizagem utilizando como ferramenta auxiliar um software educacional do tipo simulação para o aprimoramento do ensino de Isomeria Óptica no ensino médio.

A participação de seu filho(a) contribuirá para o projeto de dissertação e na construção de um produto educacional, requisitos para obtenção da titulação de Mestre em Química do Programa de Mestrado Profissional em Química em rede nacional (PROFQUI) da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ).

Dessa forma, seu filho(a) está sendo convidado a:

1. Disponibilizar seus dados socioeconômicos e desempenho avaliativo na disciplina para posterior reunião de dados;
2. Participar de discussões sobre resultados obtidos comparando-os com o uso de outras metodologias de ensino;
3. Responder questionários avaliativos a fim de avaliar as metodologias utilizadas bem como sua participação na realização das atividades.

Será assegurado a seu filho(a) que:

1. Este estudo não implica em nenhum risco para sua saúde, apenas a disponibilidade de tempo para participação nas aulas e atividades avaliativas em sala de aula. Todas as atividades serão realizadas de maneira a evitar/reduzir qualquer risco ou desconforto proveniente da sua participação.
2. Todas as atividades serão realizadas sob a supervisão da professora responsável pela turma, bem como, em tempo suficiente para a realização da pesquisa sempre preservando sua integridade física e mental;
3. Os dados e resultados individuais desta pesquisa estão sob sigilo ético, portanto não serão mencionados os nomes ou qualquer dado pessoal dos participantes em nenhuma apresentação oral ou trabalho escrito que venha ser publicado;
4. Havendo necessidade de ilustrar por meio de fotografias a participação do menor em alguma atividade do projeto, para fins de divulgação dos resultados da pesquisa, será assegurado seu direito de manifestar por escrito a não autorização de divulgação da imagem de seu filho(a);
5. A participação do seu filho(a) nesta pesquisa pode ser interrompida a qualquer momento, se assim o decidir, sem que isto implique em nenhum prejuízo pessoal ou institucional para ele(a);
6. A participação do seu filho(a) nesta pesquisa não acarretará nenhum custo bem como não resultará em nenhuma compensação financeira por esta participação.
7. Será garantido a seu filho(a) uma via deste Termo de Consentimento Livre e Esclarecido.

Caso tenha dúvida, contate-nos pelo e-mail: [luizaoliveiraquimica@gmail.com](mailto:luizaoliveiraquimica@gmail.com) e/ou [amarques@ufrj.br](mailto:amarques@ufrj.br)

*Luiza dos Santos Oliveira Amorim*  
Professora Pesquisadora  
Discente do Programa de Mestrado Profissional em  
Química em rede nacional (PROFQUI)

*André Marques dos Santos*  
Professor Orientador  
Prof. Adjunto / Dep. de Bioquímica / Instituto de  
Química  
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro  
(UFRRJ)



## Apêndice 4: Liberação do Canal Descomplica para Utilização do Vídeo: “Quer que eu desenhe?” no Aplicativo



**Lucas (Descomplica)**

20 de dez. de 2021 17:00 BRT

Olá, Luiza!

Me chamo Lucas, sou **Guia da Felicidade do Aluno** do Descomplica e estou aqui pra te dar uma força com seu problema! 😊



Quanto ao nosso material disponibilizado no canal do Youtube, não há nenhum problema em utilizá-lo. Esperamos na verdade que seja de grande ajuda e que traga grandes resultados!