



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL EM QUÍMICA EM REDE  
NACIONAL**

**CRISLANIA DOS SANTOS**

**QUÍMICA E TECNOLOGIA: ELABORAÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO COM A  
TEMÁTICA MEDICAMENTOS AVALIADOS PARA O TRATAMENTO DA COVID-  
19 E USO DO SOFTWARE ARGUSLAB**

**ARAPIRACA- AL  
2023**

Crislania dos Santos

QUÍMICA E TECNOLOGIA: ELABORAÇÃO DE UM MATERIAL DIDÁTICO COM A  
TEMÁTICA MEDICAMENTIS AVALIADOS PARA O TRATAMENTO DA COVID-19 E  
USO SOFTWARE ARGUSLAB

Trabalho Acadêmico de Mestrado apresentado ao Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da Universidade Federal de Alagoas (UFAL) como requisito parcial para a obtenção parcial do título de Mestre em Química.

Orientadora: Profa. Dra. Sílvia Helena Cardoso.

Arapiraca - AL  
2023

**Catlogação na fonte**  
**Universidade Federal de Alagoas**  
**Biblioteca Central**  
**Divisão de Tratamento Técnico**

Bibliotecária Responsável: Maria Helena Mendes Lessa– CRB4 - 1616

S237q Santos, Crislania dos.

Química e tecnologia: elaboração de um material didático com a temática medicamentos avaliados para o tratamento da COVID-19 e uso do software ArgusLab / Crislania dos Santos. – 2023.

59 f. : il. color.

Orientadora: Silvia Helena Cardoso.

Dissertação (Mestrado em Química) Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia. Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional. Maceió, 2023.

Bibliografia: f. 47-58.

Apêndices: f. 59.

1. Química - Alfabetização científica. 2. Aprendizagem. 2. Manual ArgusLab.  
3. Coronavírus - COVID-19. I. Título.

CDU: 54:372.018.43+578.834



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS  
INSTITUTO DE QUÍMICA E BIOTECNOLOGIA  
PROGRAMA DE MESTRADO PROFISSIONAL  
EM QUÍMICA EM REDE NACIONAL**



**FOLHA DE APROVAÇÃO**

**Crislania dos Santos**

**Química e tecnologia: Elaboração de um material didático com a temática  
medicamentos avaliados para o tratamento da COVID-19 e uso do software ArgusLab**

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Química.

Dissertação aprovada em 10 de março de 2023.

**COMISSÃO JULGADORA:**

---

Profa. Dra. Silvia Helena Cardoso  
Orientadora  
(UFAL/PROFQUI)

---

Prof. Dr. Samuel Silva de Albuquerque  
Examinador externo (UFAL)

---

Profa. Dra. Francine Santos de Paula  
Examinadora interna (UFAL/IQB/PROFQUI)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por ser meu guia e ter me dado força ao longo dessa caminhada.

Agradeço a minha família, as quatro pessoas mais importantes da minha vida, minha mãe Josenilda, meu pai Rozeval e meus irmãos Cristiane e Carlos Henrique, obrigada por todo apoio e amor incondicional.

A todos que fazem parte do PROFQUI-UFAL por todo aprendizado e trocas de experiências compartilhados durante o mestrado, em especial aos meus professores e colegas de turma que dividiram essa jornada comigo. Em particular, a minha colega de turma Mariana Barboza, por todo apoio e companheirismo ao longo dessa jornada.

Um agradecimento especial, a minha orientadora prof. Silvia Helena Cardoso por todas as contribuições, pela disponibilidade, paciência e apoio ao longo do mestrado.

Agradeço também à CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), pela bolsa concedida que viabilizou meus estudos, tornando possível a realização deste trabalho.

Gostaria de dedicar esse trabalho ao meu vô, Zé Venâncio (*in memoriam*). Minha inspiração e meu maior mestre.

Por fim, a todos o meu muito obrigada!

## RESUMO

A contextualização no ensino de ciências da natureza, em uma perspectiva Ciência/Tecnologia/Sociedade/Ambiente (CTSA) vem sendo defendida por orientações oficiais, educadores e pesquisadores como ferramenta norteadora para uma educação que busque a cidadania e uma aprendizagem significativa voltada para a alfabetização científica no ensino de química. Nesse ponto, o produto educacional (PE) elaborado destina-se a instrumentalização do professor do ensino médio para o exercício da sua profissão. O material proposto prevê um conteúdo sistematizado e organizado de modo a auxiliar o professor em sala de aula no que diz respeito a despertar o interesse dos estudantes para um tema atual e presente no cotidiano de todos nós através da investigação. O material foi dividido em duas partes principais: um guia básico de utilização do software ArgusLab e sugestões de experimentos que podem ser realizados com o uso do software. Além disso, para que pudéssemos comparar e avaliar esse PE em relação aos outros, foram propostos critérios que levam em consideração a forma de apresentação e abordagem do tema, bem como a presença de atividades investigativas. Nesse contexto, muito embora não tenha sido possível a avaliação do material por um conjunto de professores em função do isolamento social imposto pela pandemia de COVID-19, acreditamos que com base nos critérios elencados e por comparação com outros materiais semelhantes disponíveis na literatura um material potencialmente interessante e significativo tenha sido produzido durante essa etapa da minha formação no PROFQUI-UFAL.

**Palavras-chave:** Alfabetização científica; Material didático; Manual Arguslab; COVID-19.

## ABSTRACT

Contextualization in the teaching of natural sciences, in a Science/Technology/Society/Environment (STSE) has been defended by official guidelines, educators and researchers as a guiding tool for an education that seeks citizenship and a significant learning received for literacy scientific in chemistry teaching. At this point, the educational product (EP) designed is intended to equip high school teachers to exercise their profession. The proposed material foresees a systematized and organized content in order to help the teacher in the classroom with regard to arousing the students' interest for a current theme and present in the daily life of all of us through the investigation. The material was divided into two main parts: a basic guide for using the ArgusLab software and suggestions for experiments that can be performed using the software. In addition, so that we could compare and evaluate this EP in relation to others, criteria were proposed that take into account the form of presentation and approach to the theme, as well as the presence of investigative activities. In this context, although it was not possible to evaluate the material by a group of teachers due to the social isolation imposed by the COVID-19 pandemic, we believe that based on the listed criteria and by comparison with other similar materials available in the literature, a material potentially interesting and significant was produced during this stage of my training at PROFQUI-UFAL.

**Keywords:** Scientific literacy; didactic material; ArgusLab Manual; COVID-19.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> - Distribuição do total de casos de COVID-19 entre os 20 países com maior número de casos. ....	24
<b>Figura 2</b> - Distribuição do número de óbitos de COVID-19 registrados nos 20 países com maior número de casos. ....	24
<b>Figura 3</b> - Estrutura química do paracetamol e da dipirona .....	28
<b>Figura 4</b> - Estrutura química da ivermectina .....	29
<b>Figura 5</b> - Estrutura química da azitromicina .....	30
<b>Figura 6</b> - Estrutura química da cloroquina e da hidroxiclороquina .....	30
<b>Figura 7</b> - Estrutura química das vitaminas C e D .....	31
<b>Figura 8</b> - Layout da página web do software com link para realização do download.....	37
<b>Figura 9</b> - Interface do software .....	38

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1: Concepções para o desenvolvimento de material didático. ....	35
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária  
ATA - Aprendizagem tecnológica ativa  
BNCC - Base Nacional Comum Curricular  
COVID-19 - *Coronavirus disease 2019*  
CQ - Cloroquina  
CNT - Ciências da Natureza e suas Tecnologias,  
CTS - Ciência, Tecnologia e Sociedade.  
DCNEM - Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio  
ECA - Estatuto da Criança e do adolescente  
ESPPII - Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional  
FDA - *Food and Drug Administration*  
HCQ - Hidroxiclorquina  
HOMO - Orbital Molecular Ocupado de Maior Energia  
LDB - Lei de Diretrizes e Bases da Educação  
LUMO - Orbital Molecular Desocupado de Menor Energia  
MESP - Mapa Da Superfície De Potencial Eletrostático  
MS – Ministério da Saúde  
OMS - Organização Mundial da Saúde  
PCN - Parâmetro Curricular Nacional  
RDD - Recursos didáticos digitais  
SBI – Sociedade Brasileira de Infectologia  
SE - Software Educacional  
TDIC - Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação  
TG - Tema Gerador  
TIC -Tecnologia de Informação e Comunicação  
UTI - Unidade de Terapia Intensiva

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	9
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	14
<b>2.1 Objetivo geral</b> .....	14
<b>2.2 Objetivos específicos</b> .....	14
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	15
<b>3.1 Recursos tecnológicos e o ensino de conceitos químicos</b> .....	15
<b>3.2 Material didático no ensino de Química</b> .....	16
<b>3.3 A alfabetização científica na produção do material didático</b> .....	20
<b>4. A COVID-19 COMO TEMÁTICA DO MATERIAL DIDÁTICO</b> .....	23
<b>4.1 A COVID-19 e a química presente nos medicamentos</b> .....	27
<b>5 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA E DISCUSSÃO DO MATERIAL PRODUZIDO</b> .....	33
<b>5.1 Caracterização da pesquisa</b> .....	33
<b>5.2 Construção do produto educacional proposto</b> .....	34
<b>5.3 Apontamentos do material didático produzido</b> .....	38
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	47
<b>7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	48

## 1 INTRODUÇÃO

A maior preocupação quando tratamos do processo de construção do conhecimento é a de fornecer ao estudante os recursos necessários para que ele exerça plenamente a sua cidadania. Esse é um direito assegurado pela Constituição Federal, pelo Estatuto da Criança e do adolescente (ECA), pela Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB) e fundamentado por documentos oficiais que estruturam e consolidam o sistema educacional brasileiro, como os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs), as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (DCNEM) e, mais recentemente, pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC).

É notório nos documentos oficiais destacados, que a educação brasileira não deve ser meramente centralizada no conhecimento curricular, mas que existe a busca para uma formação mais cidadã e que propicie a contextualização no âmbito educacional. A palavra contextualização deriva do termo contexto, que tem origem no latim *contexture*, que significa unir ou tecer junto para formar a compreensão total a respeito de um tema e não de modo fragmentado ou isolado. E esse processo é favorecido, como destacado por Rodrigues e Amaral (1996, apud Ferreira 2018), quando o ensino traz a própria realidade do aluno, e essa contextualização não é apenas o ponto de partida para o processo de ensino e aprendizagem, mas se dá no próprio contexto de ensino. Nesse sentido, Kato e Kawasaki (2011) apontam que:

Os saberes ensinados aparecem como saberes sem produtores, sem origem, sem lugar, transcendentais ao tempo, ensinando-se apenas o resultado, isolando-os da história de construção do conceito, retirando-os do conjunto de problemas e questões que os originaram. Nesta perspectiva de ensino, os currículos escolares tornam-se inadequados à realidade em que estão inseridos, pois estão centrados em conteúdos muito formais e distantes do mundo vivido pelos alunos, sem qualquer preocupação com os contextos que são mais próximos e significativos para os alunos e sem fazer a ponte entre o que se aprende na escola e o que se faz, vive e observa no dia a dia. É neste âmbito que a contextualização do ensino toma forma e relevância no ensino de ciências, já que se propõe a situar e relacionar os conteúdos escolares a diferentes contextos de sua produção, apropriação e utilização (KATO; KAWASAKI, 2011, p. 36).

Com a progressiva implementação da BNCC no contexto educacional brasileiro são diversos os esforços na busca de um currículo escolar que esteja em consonância com as normativas apresentadas. Na BNCC se expressa em linhas gerais a importância desse currículo, uma vez que as aprendizagens só se materializariam mediante o conjunto de decisões que caracterizam o currículo em ação. São essas

decisões que vão adequar as proposições da BNCC à realidade local, considerando a autonomia dos sistemas ou das redes de ensino e das instituições escolares, como também o contexto e as características dos alunos (BRASIL, 2018).

A contextualização social, histórica e cultural da ciência e da tecnologia é fundamental para que elas sejam compreendidas como empreendimento humanos e sociais. Na BNCC, portanto, propõe-se também discutir o papel do conhecimento científico e tecnológico na organização social, nas questões ambientais, na saúde humana e na formação cultural, ou seja, analisar as relações entre ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (...). Na mesma direção, a contextualização histórica não se ocupa apenas da menção a nomes de cientistas e a datas da história da Ciência, mas de apresentar os conhecimentos científicos como construções socialmente produzidas, com seus impasses e contradições, influenciando e sendo influenciadas por condições políticas, econômicas, tecnológicas, ambientais e sociais de cada local, época e cultura (BRASIL, 2018, p 549-550).

O ensino de química, como ressaltado por Rocha e Vasconcelos (2016), segue ainda de maneira tradicional, de forma descontextualizada e não interdisciplinar, gerando nos alunos um grande desinteresse pela matéria, bem como dificuldades de aprender e de relacionar o conteúdo estudado ao cotidiano, mesmo a química estando presente na realidade dos mesmos.

Com base no destacado até aqui, entende-se que a educação deve apropriar-se das diversas mudanças e rupturas que atual sociedade encontra-se, assumindo papel significativo nesse processo de resgate e reconstrução da cidadania. Além disso, os temas trabalhados em sala de aula, necessitam se adequar a tais mudanças, sendo instrumentos primordiais para o desenvolvimento dos conhecimentos básicos, bem como de atitudes e de valores para formação da plena cidadania.

Nesse contexto, o exercício da profissão docente a partir da vivência da sala de aula permite a reflexão, a partir da realidade e possibilite ao professor um maior grau de entendimento e criticidade em relação aos aspectos que permeiam o sistema educacional, favorecendo que o mesmo possa analisar questões inerentes ao ensino, favorecendo um ensino que esteja em consonância com sua realidade e dos seus alunos.

Para Cristino (2007), as contradições do professor no exercício de sua atividade vêm aumentando porque há dificuldade em relacionar a escola e os modelos de formação às infinitas exigências dos sistemas educativos e políticas públicas a esse novo modelo de sociedade. Apesar de entender, como cita Vasconcelos et al. (2005),

o professor deve estar atento a sua função primeira a de saber apresentar condições favoráveis à apropriação, por parte do alunado, de conhecimentos acumulados e socialmente tidos como relevantes. São estes conhecimentos que servirão de instrumental para seu agir no mundo, para o pensar sobre si e sobre as coisas da sua vida.

Logo, considerando que o contexto social desencadeia mudanças no espaço educacional, que vão além dos professores, mas atingem diretamente todos os envolvidos no espaço educacional, o professor é o agente principal responsável por buscar estratégias metodológicas de acordo com sua vivência no ambiente escolar, adequando-as da melhor maneira possível à sua realidade, abrindo espaço à interação de ideias de forma que alcance seus objetivos.

Para Carvalho (2012), o professor precisa também construir o saber fazer, e que o *lócus* para obtenção de dados que potencializam a relação teoria/prática é a escola. Atividades direcionadas para essa análise crítica da escola e de seu ambiente devem fazer parte da formação de todos os professores. Nessa perspectiva, o desenvolvimento da aprendizagem, abarca a reflexão e a intervenção na vida da escola, dos professores, dos alunos, da sociedade, e das interações sociais nesse espaço.

Como defendido por Nóvoa (1992), a formação docente não se constrói por acumulação (de cursos, de conhecimentos ou de técnicas), mas sim através de um trabalho de reflexividade crítica sobre as práticas e de (re)construção permanente de uma identidade pessoal.

Nesse cenário, Gadotti (2003) reflete que o professor é muito mais um mediador do conhecimento diante do aluno que é o sujeito da sua própria formação. Não confundir “mediador” com “facilitador”. As máquinas, os meios, os computadores, são facilitadores. O professor é um dirigente. Mais do que um facilitador, é um problematizador; sua função é político pedagógica. O aluno precisa construir e reconstruir conhecimento a partir do que faz. Para isso, o professor também precisa ser curioso, buscar sentido para o que faz e apontar novos sentidos para o que fazer dos seus alunos. Em resumo, poderíamos dizer que o professor se tornou um aprendiz permanente, um construtor de sentidos, um cooperador e, sobretudo, um organizador da aprendizagem.

Uma das preocupações inerentes à ação docente se dá na busca por recursos metodológicos que podem ser usados nas aulas. Indubitavelmente, pode-se dizer que a docência se tornou uma atividade imbuída de necessidades iminentes. Para o seu desempenho adequado, o(a) professor(a), além de dotar-se de respaldo teórico, necessita estabelecer o elo do seu conhecimento à prática educativa, priorizando a didática e as concepções de entendimento críticas para proporcionar a construção do conhecimento (SANTOS, 2020).

Fazer educação por meio da química nunca foi um papel fácil, até mesmo para professores experientes. O processo de refletir e construir criticamente o conhecimento é uma realidade que dificilmente podemos desenvolver com entusiasmo e prazer se o objetivo proposto não se conecta de modo denso com a realidade local e nossas autênticas preocupações (CHASSOT, 2018). Em vista disso, o saber profissional do professor, sua experiência feita, de reflexão, de pesquisa, de intervenção, deve ser visto numa certa totalidade e não reduzido a competências técnico-profissionais (GADOTTI, 2003).

EICHLER (2006) afirma que se têm buscado, e se deve continuar buscando, reestruturar as bases metodológicas e curriculares do nosso sistema educacional, de modo a auxiliar a realização de uma melhoria do ensino de Química nas escolas. Talvez os conteúdos fundamentais tratados na disciplina possam ser desenvolvidos a partir de materiais elaborados pelos próprios professores.

Desse modo, é por meio da vivência da sala de aula, de forma ativa, criadora, construtiva e coerente com os conteúdos químicos abordados, que se gera um meio para o ensino de Química se tornar mais compreensível para os alunos. Pois como destacado por Chassot (2018), em virtude de um ensino de química que possa ser vinculado ao convívio dos alunos, é necessário um planejamento didático que envolva toda a turma em práticas participativas, desvinculando da antiga ideia que aulas de química representam um conteúdo abstrato, anódino, asséptico e dogmático orientado de forma fragmentada.

Logo, a concepção de ensino e aprendizagem requer, importantes habilidades e reestruturações significativas na prática, pois o conhecimento transmitido de forma descontextualizada, apenas como transmissão de informações codificadas, e com uma aprendizagem voltada para reprodução do conteúdo não têm mais lugar no contexto educacional atual.

Nesse contexto, a proposta de utilizar a temática de medicamentos avaliadas para o tratamento da COVID-19 (*Coronavirus disease 2019*), possibilita que o aluno estabeleça uma interação dialógica entre os conceitos químicos e o tema, já que a pandemia do COVID-19 afetou em escala global o cotidiano de nossa sociedade. Nesse sentido pretende-se viabilizar que os conhecimentos prévios dos alunos possam ser explorados com uma abordagem científica necessária e que os mesmos corroborem para se que possam se tornar iguais sujeitos do processo e capazes de construir seu próprio conhecimento.

Além disso, entendendo que a contextualização, aspecto fundamental da abordagem CTS, deve considerar aspectos relevantes e do dia a dia da vida das pessoas como modo de situá-las frente a maneiras de lidar com os problemas sociais que estão presentes na sociedade (LIMA et al., 2013), fazer uso de um tema em que os alunos podem se apropriar, pesquisar, tirar suas dúvidas, fazer argumentos e críticas pertinentes, e que ainda esteja diretamente ligado ao contexto social ao qual está inserido, gera a possibilidade de estabelecer conexões significativas com o fenômeno estudado.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo geral

Elaborar uma proposta de material didático que explore alguns dos medicamentos avaliados para o tratamento da COVID-19 através de experimentos *in silico*<sup>1</sup> usando o software Arguslab.

### 2.2 Objetivos específicos

- Desenvolver um produto educacional como ferramenta de apoio didático ao professor para o ensino de química;
- Construir um manual básico de orientações do software ArgusLab para auxiliar professores do ensino básico na exploração de temas ou conceitos de química em sala de aula;
- Propor atividades experimentais *in silico* de exploração de propriedades, visualização e construção molecular com o uso do software Arguslab associadas ao tema COVID-19;
- Analisar o produto educacional proposto (EXPLORANDO A COVID-19 EM SALA DE AULA) com base em critérios propostos e em comparação com outros materiais disponíveis na literatura.

---

<sup>1</sup> *In silico* é uma expressão usada no âmbito da simulação computacional e áreas correlatas para indicar algo ocorrido "em/ou através de uma simulação computacional".

### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 Recursos tecnológicos e o ensino de conceitos químicos

O processo de modernização ocorrido nas últimas décadas no campo das tecnologias e as apropriações dessas mudanças nos meios de comunicação, promoveram transformações na sociedade em escala global, dessa forma, nos tornamos mais conectados, e de certa forma dependentes dessas tecnologias que, até poucas décadas atrás, sequer existiam (SOUZA et al., 2021). A partir do desenvolvimento fascinante das tecnologias digitais e sua incorporação em diferentes contextos educacionais (CHIU, 2021), o ambiente escolar apresenta cada vez mais recursos que podem ser usados para complementar o chamado modelo tradicional de educação – que durante décadas foi baseado apenas no uso do quadro, giz, voz do professor e do livro didático (SOUZA, 2019).

Dessa forma, o avanço tecnológico também desempenha um papel crítico no aprimoramento da educação química (CHIU, 2021). Que por diversas vezes não é bem compreendida pelos alunos, devido ao fato de considerarem esta ciência como algo abstrato e completamente fora do seu cotidiano e, portanto, inutilizável (CARVALHO, 2007).

Em diversos momentos do processo de ensino de química é necessário tornar mais visuais os conceitos, modelos e representações-chave para o desenvolvimento cognitivo dos alunos acerca dessa ciência (SOUZA et al. 2021). É nessa perspectiva que os programas e aplicativos se propõem a auxiliar os docentes na construção e representação estrutural de fórmulas químicas e moléculas, entre outras funções úteis. Assim, essas ferramentas são de grande importância por auxiliar na visualização de conceitos químicos (considerados muito abstratos por alguns, e tidos até como “fora do cotidiano” por outros), e ilustrar de forma gráfica estes conhecimentos (COSTA, 2019; MORENO; HEIDELMANN, 2017).

Nesse cenário, as Tecnologias de Informação e Comunicação (TICs) são ferramentas úteis ao estímulo da criatividade e como apoio na construção do conhecimento. Um exemplo são os Softwares Educacionais (SEs), classificados como tecnomídias, que se caracterizam como sendo recursos digitais que podem ser usados e reutilizados como auxílio no processo de aprendizagem. Tais recursos

podem ser instalados em computadores (que apresentem as configurações necessárias) e possuem mais funções e ferramentas que os aplicativos para dispositivos móveis (SOUZA et al., 2021).

Os Softwares Educacionais são programas cujos fins de elaboração preveem seu desenvolvimento específico para as atividades de ensino com o objetivo de favorecer a aprendizagem de determinado conteúdo (COSTA; OLIVEIRA, 2004). Freire e Prado (2011) consideram que essas ferramentas tenham um cunho educacional também por contemplar, além da finalidade educacional, o público-alvo, a estratégia de uso, o modo de apresentação, a ergonomia cognitiva e o estímulo à criação e ao trabalho colaborativo.

Segundo Machado (2016), por meio do emprego das tecnomídias pode-se ter uma abordagem significativa dos conteúdos, permitindo que sejam estudados os arranjos geométricos, as ligações químicas, a atomística, os processos físico-químicos, os compostos orgânicos, entre outros assuntos abordados pela química como ciência investigativa. Sendo assim, estão diretamente associadas ao aprimoramento do processo de ensino e de aprendizagem, visto que ampliam, em seus usuários, processos mentais superiores como percepção, atenção e memória, agregando vasto conjunto de informações sobre temas específicos a serem desenvolvidos e compartilhados em sala de aula, seja de modo presencial ou virtual (MACHADO, 2016).

Nesse sentido, o simples acesso à tecnologia, em si, não é o aspecto mais importante, mas sim, a criação de novos ambientes de aprendizagem e de novas dinâmicas sociais a partir do uso dessas novas ferramentas (MORAES, 1997), como a promoção de materiais didáticos que inserem às tecnologias como uma das ferramentas necessárias.

### **3.2 Material didático no ensino de Química**

Uma das ideias mais difundidas pela nova escola pedagógica é promover a participação do aluno no processo de aprendizagem, utilizando diferentes técnicas e dinâmicas que visam desenvolver o conteúdo da aula, e ao mesmo tempo motivar e promover o interesse do aluno (BURGA, 2004).

Para Freitas (2009), a presença dos materiais didáticos em si cumpre a função de estabelecer contato na comunicação entre professores e alunos, alterando desta

forma o cotidiano de aulas apenas verbais. Como se sabe, cabe ao professor questionar sobre que materiais podem contribuir para reflexão do assunto a ser desenvolvido, considerando sempre a diversidade de linguagens, de formas de abordagem e de pontos de vista, assim o professor terá uma aula enriquecida quando escolhe o tipo e quando fazer uso do material didático em suas aulas (CUNHA et al., 2015).

Os materiais didáticos que circulam no meio escolar e servem como subsídio ou instrumento de apoio ao processo de ensino e aprendizagem têm despertado o interesse de pesquisadores de várias áreas de estudos, tornando-se um tema específico de pesquisa nas universidades (MELLO, 2010). Nesse contexto, a utilização de recursos didáticos tem também um papel muito importante (HARTEMINK et al., 2014). Além das aulas experimentais, com materiais alternativos, o uso de softwares educacionais, a elaboração de mapas conceituais, o uso de jogos didáticos – cartas, tabuleiro, jogos midiáticos, aulas que utilizam tecnologias digitais da informação e da comunicação – também são extremamente importantes (FERREIRA et al., 2019).

Observando-se o ensino de Química, ele ainda tem sido caracterizado pela supervalorização dos conteúdos curriculares e fundamentado no modelo tradicional de ensino (SANTOS; SCHNETZLER, 2010; SOUZA et al., 2015). A importância de se pensar no ensino de Química, priorizando os processos de ensino e aprendizagem de forma problematizadora, contextualizada e centrada nos estudantes, se mostra pertinente, uma vez que será possível engajar os alunos, promovendo neles uma sensação de pertencimento, além de possibilitar que eles percebam a importância da Química, numa sociedade tecnológica. No ensino de Química é fundamental que se busque desenvolver estratégias que facilitam a aprendizagem dos estudantes, de modo que estes possam construir seu conhecimento (REIS; LEITE, LEÃO, 2017).

De acordo com Goudouris e Struchiner (2015), os recursos digitais podem ser úteis, oferecendo conteúdo a ser estudado, bem como promovendo a comunicação entre professores e alunos em horário e lugar de conveniência de cada um, ou seja, permitindo simultaneamente estudo independente e comunicação assíncrona, respeitando a individualidade e a disponibilidade dos envolvidos.

Conciliar o processo de ensino e aprendizagem com as tecnologias digitais disponíveis se faz necessário, uma vez que estimula um melhor desempenho e

desenvolvimento do saber e conhecer por parte do estudante (LEITE, 2015). Atualmente, percebe-se que grande parte da população mundial está ativamente conectada às tecnologias digitais, principalmente no que se refere aos dispositivos móveis, que são de fácil uso e bem acessíveis. Tendo em vista que os âmbitos sociais e culturais estão intimamente relacionados às tecnologias, observa-se que com a educação não poderia ser diferente (SILVA et al., 2021).

Todavia, para muitos dos profissionais da educação um dos principais desafios é saber como aliar as tecnologias ao ensino de forma que haja um processo de interação e colaboração entre os estudantes e o professor. Considerando que a globalização é um processo em crescente desenvolvimento, caberá ao professor se qualificar e estar atento às várias formas disponíveis de metodologias em que a tecnologia pode auxiliar, fazendo uso dela para que ajude seus estudantes a se sentirem comprometidos com sua aprendizagem (LEITE, 2018).

Ao compreender as Tecnologias Digitais da Informação e Comunicação (TDIC) como recursos importantes na aprendizagem do século XXI, o professor irá não somente fazer sua aula se tornar mais dinâmica e atraente, mas irá aproximá-la da realidade de seus estudantes, a medida em que as informações estão circulando a todo instante (SILVA et al., 2021).

Há várias metodologias que podem ser utilizadas em sala de aula para auxiliar na aprendizagem, mas nem todas envolvem o estudante como protagonista de seu próprio conhecimento. Nessa perspectiva, considera-se importante o modelo da aprendizagem tecnológica ativa (ATA) que discute sobre cinco pilares (papel do professor, protagonismo do aluno, uso das tecnologias, aprendizagem e avaliação) fundamentais para uma aprendizagem mais ativa através do uso das tecnologias digitais (LEITE, 2018). Na ATA, o professor faz uso de aparatos tecnológicos para melhorar a forma como estrutura sua aula, além de promover uma maior capacidade de seus estudantes em serem autônomos em relação ao que estudam. A aplicação da ATA pode ocorrer de diversos modos na educação e são inúmeras as metodologias ativas que podem ser abordadas (LEITE, 2020).

No processo de ensino-aprendizagem, abordagens inovadoras têm sido desenvolvidas com o uso da tecnologia computacional (RICHARD et al., 2006). Usando a tecnologia de computador, ambientes imersivos e interativos são criados para facilitar ou auxiliar a aprendizagem (RICHARDS; KELIAH, 2012; NONIS, 2005).

Essas atividades permitem que os alunos experimentem fenômenos por meio de seus próprios olhos, ouvidos e mãos, e não pelos olhos de um professor ou escritor de livros didáticos (LING; RUI, 2016; TOTKOV, 2003). Winn et al. (1997) sugeriu que a interação é um facilitador mais importante para a aprendizagem do que a imersão para alguns tipos de tarefa. Portanto, o uso de computadores tornou-se uma tecnologia familiar na educação para melhorar o aprendizado dos alunos, principalmente na educação prática.

O sucesso da implementação das novas tecnologias de informação e comunicação no campo da educação reflete no seu papel mais crucial no desenvolvimento do ambiente escolar e universitário. O progresso dessas ferramentas tecnológicas na educação requer a renovação dos sistemas educacionais, para que eles possam tornar a aprendizagem mais ativa e interativa de forma mais precisa na grade curricular e oferecer aos alunos maiores oportunidades de desenvolver seus conhecimentos por meio da integração de diferentes ferramentas computacionais projetadas em um quadro pedagógico, como modelação numérica e analógica de fenômenos químicos (DAAIF et al., 2019).

Existem várias abordagens para novas tecnologias de informação e comunicação, incluindo a visão abrangente, objetivos sublinhados, planejamento de desenvolvimento, instalações necessárias, métodos e ferramentas de aprendizagem e sistemas de avaliação (UNESCO, 2006).

Assim, considerando a necessidade de produzir um material potencialmente significativo e que possa utilizar ferramentas tecnológicas para a sua estruturação este produto educacional foi pensado, priorizando algumas características principais como: uma capacidade de motivar os alunos, fornecer informações especialmente adaptadas, estimular e facilitar a aprendizagem, exercitar habilidades e orientar o processo de ensino-aprendizagem. Estas características são alcançadas através da realização de diferentes operações; alguns relacionados ao conteúdo e outros às formas ou aparência da apresentação e, claro, alguns à interatividade do meio de apresentação escolhido (CAREAGA; VIDEGARAY, 2008).

Vale lembrar que a inserção de tecnologias educacionais pode tornar as aulas mais dinâmicas, desde que o professor tenha um objetivo relacionando o conteúdo à ferramenta tecnológica (VEIGA et al., 2012). Segundo a análise de Benite (2006), as

diferentes tecnologias para o ensino da Química proporcionam desde pesquisas a simulações, mostrando, inclusive, que a partir delas é possível até confeccionar instrumentos de baixo custo, como destiladores.

Destaca-se também que, apesar de ainda pouco utilizados, os recursos computacionais destinados ao aprendizado de técnicas de laboratório podem ser grandes aliados no ensino de química (DALAGARNO et al., 2009). Tal afirmação decorre da importância que o laboratório tem para o ensino desta disciplina e, ao mesmo tempo, da dificuldade de se implantar laboratórios nas escolas (Pinto; Braz, 2008). Alguns autores destacam, por exemplo, os custos de manutenção de um laboratório (PAPADOPOULOS; LIMNIOU, 2003) e o elevado número de alunos nas turmas (Martínez-Jiménez et al., 2003) como fatores que estimulariam o uso de ferramentas computacionais, permitindo ao aluno simular diferentes técnicas e procedimentos, além de utilizar reagentes diversos, o que nem sempre seria possível de se fazer no ambiente real de um laboratório (TERUYA et al., 2013).

A utilização de estratégias com uso das TDIC no ensino da Química vem provocando, dentre outras, reflexões relativas à forma de se ensinar e de se aprender neste contexto. As discussões sobre o uso das tecnologias no ensino de Química vêm ocorrendo por décadas (LEITE, 2019), contudo é preciso compreendê-las não como meros objetos técnicos, mas como recursos didáticos digitais que podem promover mudanças no modo de se construir conhecimento.

Essa perspectiva converge com os pressupostos da Alfabetização científica, que serão melhores expressos adiante, mas vale destacar a prerrogativa de Chassot (2003), que fala que a ciência é uma linguagem; assim, ser alfabetizado cientificamente é saber ler a linguagem em que está escrita a natureza. É um analfabeto científico aquele incapaz de uma leitura do universo.

### **3.3 A alfabetização científica na produção do material didático**

A Alfabetização Científica é defendida por muitos professores e pesquisadores do Ensino de Ciências em diversos países como um processo necessário na formação dos cidadãos. De maneira geral, é um movimento que considera a necessidade de todos possuírem um mínimo de conhecimentos científicos para exercerem seus direitos na sociedade moderna (MILARÉ; RICHETTI, 2008).

Os pressupostos da Alfabetização científica e tecnológica defendida por Fourez (1994) apud Sasseron; Carvalho (2011), apresentam habilidades que consideram necessárias para a classificação de uma pessoa alfabetizada cientificamente ou não, são elas: utiliza os conceitos científicos e é capaz de integrar valores, e sabe tomar decisões responsáveis no dia a dia com base nesses conhecimentos. Ainda Segundo Fourez (1994), “essa proposição considera como inaceitável ensinar as ciências de maneira exclusivamente teórica que as mostre sem vínculo com a possibilidade de realizações na vida cotidiana”.

É notório, que não se pode pôr em questão a necessidade do aprendizado em ciência e da tecnologia, o principal questionamento é como desenvolver aulas de ciências que promovem a alfabetização científica e não apenas os conceitos científicos são estudados, mas esses são aplicados nas situações atuais e cotidianos. Para Chassot (2003):

Hoje não se pode mais conceber propostas para um ensino de ciências sem incluir nos currículos componentes que estejam orientados na busca de aspectos sociais e pessoais dos estudantes. Há ainda os que resistem a isso, especialmente quando se ascende aos diferentes níveis de ensino.(...) A alfabetização científica pode ser considerada como uma das dimensões para potencializar alternativas que privilegiam uma educação mais comprometida (CHASSOT, 2003 p.90, 91).

O autor ainda argumenta ao defender a alfabetização científica que os conhecimentos da ciência podem não contribuir para que alguém ferva melhor o leite ou lave melhor uma vasilha usando sabão, mas poderão ajudar esse alguém a compreender os fenômenos envolvidos no seu fazer e, assim, com um pouco de ciência, entender algo do mundo que o cerca e, ainda, ter facilitada alguma de suas vivências. (CHASSOT , 2001).

Assim como, “a aprendizagem é uma ação cognitiva, de pensamento e de significação” (AUSUBEL; NOVAK; HANESIAN, 1978, p. 58). Portanto, o processo pedagógico deve partir do conhecimento prévio dos alunos e da associação desses conhecimentos com o cotidiano, para que os estudantes sejam capazes tanto de compreender significativamente os conteúdos quanto de identificar e solucionar possíveis problemas no seu dia a dia (WARTHA; SILVA; BEJARANO, 2013). Assim, ao levar os conteúdos de forma contextualiza, o aluno terá mais interesse e curiosidade em aprender, e essa aprendizagem terá um significado para ele, pois, os

conteúdos deixam de ser abstratos e são algo presente na sua vida (ALMEIDA; YAMAGUCHI; SOUZA, 2020).

Se o aluno não souber a finalidade de compreender algum conteúdo abordado e não conseguir relacioná-lo com suas próprias necessidades, dificilmente conseguirá realizar em profundidade o que o estudo envolve (SANTOS, 2008). Dessa forma, para que o aluno consiga assimilar os conteúdos e se apropriar do conhecimento que o circula, é necessário que esses assuntos sejam abordados de forma interessante e que façam sentido para sua vida e realidade (LIMA et al., 2022). Não conseguindo relacionar os conceitos estudados com a sua vida e encontrar um significado para compreendê-los, o discente terá uma aprendizagem superficial ao invés de uma aprendizagem profunda (BIGOLIN et al., 2020).

“O ensino de Química, em particular, demanda a relação de dois componentes básicos: a informação Química e o contexto social e do dia a dia” (SANTOS; SCHNETZLER, 2003, p. 93). Dessa forma, os temas químicos sociais desempenham papel fundamental no ensino de química, propiciam a contextualização do conteúdo químico com o cotidiano, permitindo o desenvolvimento de habilidades e a participação na tomada de decisão (SANTOS; SCHNETZLER, 2003). Ao vincular a compreensão dos conteúdos de Química ao contexto social, auxilia os alunos na formação de cidadãos críticos, informados e capazes de atuar na sociedade (LIMA et al., 2022).

Nesse sentido, é importante salientar que a temática do COVID-19 permite desenvolver argumentação em torno de diversos conceitos químicos, além de assuntos que envolvem outros aspectos como sociais, éticos, de saúde pública, e é considerando o impacto da pandemia na COVID-19 que este tópico será mais discutido a seguir.

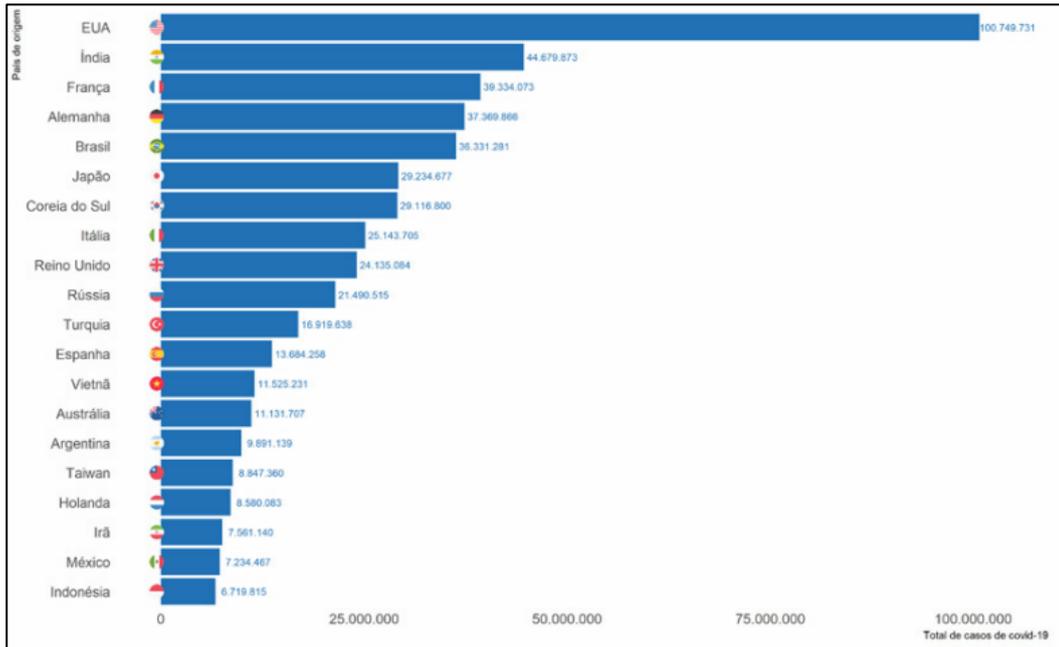
#### 4. A COVID-19 COMO TEMÁTICA DO MATERIAL DIDÁTICO

Em 31 de dezembro de 2019, a Organização Mundial da Saúde (OMS) foi alertada sobre vários casos de pneumonia na cidade de Wuhan, na República Popular da China. Tratava-se de uma nova cepa (tipo) de coronavírus que não havia sido identificada antes em seres humanos (OMS, 2022). No início do surto, todos os casos estavam relacionados a um mercado de frutos do mar e animais vivos, também em Wuhan. Nos primeiros 30 dias, a China registrou 11.821 casos e 259 óbitos. Ainda em janeiro de 2020, a doença foi registrada em outros países da Ásia, Europa e América do Norte (CAVALCANTE, 2020 p. 2).

A doença do coronavírus-2019 apresentou alto poder de contágio e a incidência na China e ao redor do mundo aumentou exponencialmente. Com o aumento das pessoas infectadas, óbitos e países afetados ao redor do mundo, a OMS declarou, em 30 de janeiro de 2020, que o evento constituía uma Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII). Em 11 de março de 2020, diante das diversas notificações de casos e óbitos em todos os continentes, a OMS caracterizou esse fenômeno como pandemia GARCIA e DUARTE (2020, apud DIAS et al., 2020 p. 3).

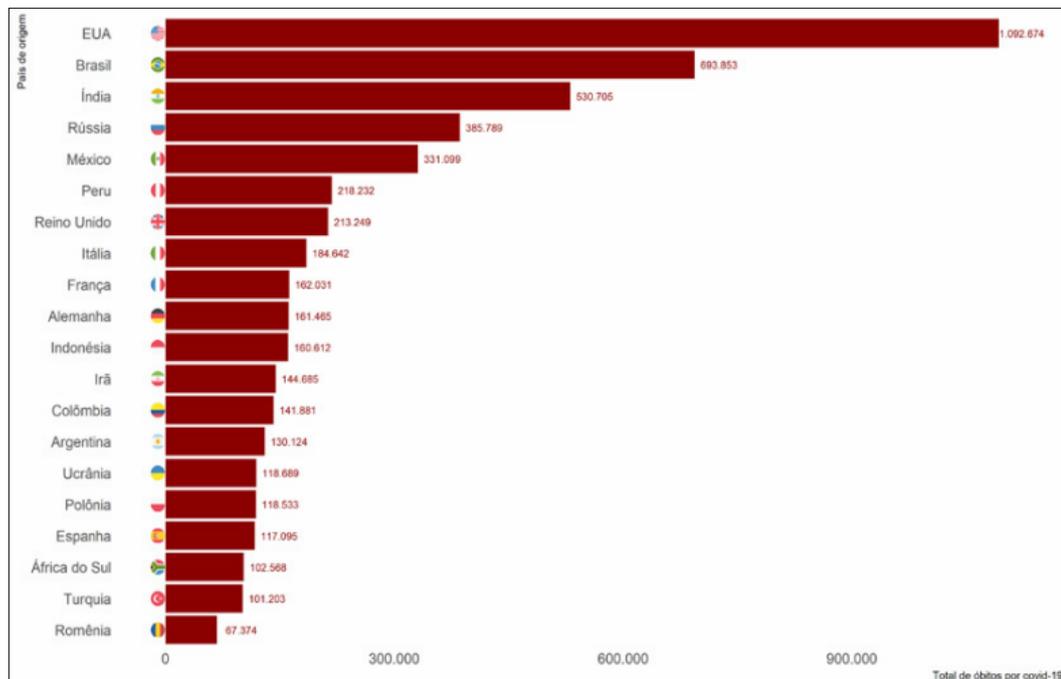
A população mundial presenciou diversas pandemias que desolaram milhares de vidas. Mesmo com o passar dos anos e os avanços tecnológicos evidentes na área da medicina, a COVID-19 no final de 2022, apresentava 660.300.641 casos confirmados no mundo. Os Estados Unidos registraram o maior número de casos acumulados (100.749.731), seguidos por Índia (44.679.873), França (39.334.073), Alemanha (37.369.866) e Brasil (36.331.281) (Figura 1). Em relação aos óbitos, foram confirmados 6.689.977 no mundo até o dia 24 de dezembro de 2022. O país Estados Unidos registrou o maior número de óbitos acumulados (1.092.674), seguido por Brasil (693.853), Índia (530.705), Rússia (385.789) e México (331.099) (Figura 2), (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2022).

**Figura 1** - Distribuição do total de casos de COVID-19 entre os 20 países com maior número de casos.



Fonte: Ministério da Saúde/Boletim epidemiológico 52: COVID-19 (2022).

**Figura 2** - Distribuição do número de óbitos de COVID-19 registrados nos 20 países com maior número de casos.



Fonte: Ministério da Saúde/Boletim epidemiológico 52: COVID-19 (2022).

No Brasil, o Ministério da Saúde (MS) recebeu a primeira notificação de um caso confirmado da COVID-19 em 26 de fevereiro de 2020 (BRASIL, 2022). E diversas ações foram implementadas a fim de conter e de mitigar o avanço da doença. Em 3

de fevereiro de 2020, o país declarou Emergência de Saúde Pública de Importância Nacional (BRASIL, 2020 apud CAVALCANTE, 2020 p.2).

Esses números são justificados pelo modo como a doença é transmitida, que pode ocorrer através de gotículas respiratórias expelidas de uma pessoa infectada, por meio de tosse ou espirro contendo o vírus, especialmente quando a distância entre as pessoas são menores que um metro de distância, outra forma é através de aerossol que são gotículas menores e que permanecem suspensas no ar, além da propagação por contato direto, como ocorre no aperto de mão seguido do toque nos olhos, narinas e boca, ou objetos contaminados (BRASIL, 2022).

O índice de transmissão pode variar de acordo com as circunstâncias como, por exemplo, lugares fechados que abrigam inúmeras pessoas e que nele contenha alguém infectado, exposição duradoura a partículas produzidas por esforço respiratório e circulação de ar inadequada ou insuficiente, gerando acúmulo do vírus no ambiente e favorecendo a sua propagação (SHARMA et al., 2021).

Sabendo que estratégias epidemiológicas são fundamentais em cenários de pandemia, uma vez que as medidas preventivas e de controle contribuem significativamente na redução da disseminação da doença, se fez necessário a implementação de critérios para controle da taxa de transmissão do vírus, dentre elas destacam-se a imunoterapia, o desenvolvimento de vacinas, medidas de controle relacionadas à infecção, previsões de surtos populacionais usando ferramentas computacionais e estratégias preventivas (JIN et al., 2020).

Dentre as medidas de prevenção fundamental está o isolamento social, que traz como uma das consequências o distanciamento físico, limitando o convívio social entre os indivíduos, evitar aglomerações, medidas básicas de higiene das mãos, dentre outras (OPAS, 2020). Em função dos métodos a serem seguidos, orientados por diversos órgãos de saúde, as consequências se perpetuaram em diversos âmbitos da vida social, dentre eles o educacional que precisou paralisar o ensino por meio de aulas presenciais em escolas públicas e privadas. Levando em consideração, a constituição federal de 1988 que assegura o direito à educação previsto no Art.205 (FEDERAL, 1988):

A educação, direito de todos e dever do Estado e da família, será promovida e incentivada com a colaboração da sociedade, visando ao pleno desenvolvimento da pessoa, seu preparo para o exercício da cidadania e sua qualificação para o trabalho (FEDERAL, 1988, art. 205).

Porém, com as medidas para a contenção da COVID-19, esse direito sofreu diversos impactos, uma vez que toda a rede precisou passar por adaptação e inovação no processo de ensino-aprendizagem, assim como no uso de novos métodos, tecnologias, ferramentas, incluindo a modalidade de ensino remoto, tal modalidade acirrou algumas dificuldades sociais, tais como: o acesso a rede de internet de qualidade satisfatória ao acompanhamento das atividades, bem como aos equipamentos necessários (computadores, tablets e smartphones) impactando a rotina dos discentes. No entanto, constitui-se em oportunidade para o professor rever suas práticas pedagógicas e o uso de tecnologias tornou-se necessidade nesse período.

Logo no âmbito educacional, se fez necessário apresentar respostas educacionais com estratégias de um ensino personalizado as novas demandas, quebrando barreiras, sofrendo adaptações e passando por obstáculos para continuar oferecendo uma formação de qualidade (TEIXEIRA et al., 2020).

A pandemia da COVID-19, reafirmou ainda mais, a clara urgência de formar cidadãos que consigam desenvolver um pensamento crítico e discernimento para interpretar as diferentes informações que chegaram a todos diariamente, principalmente, via redes sociais, incluindo as informações falsa, chamadas de *fake news*. Muitas vezes, somos expostos a uma quantidade enorme de informações, que circulam na mídia e chegam até a população em geral. Sendo assim, é imperativo o desenvolvimento de um estudante mais consciente, autônomo e participativo da sociedade.

A dimensão de como a pandemia da COVID-19 no biênio 2020/2021 afetou diretamente a vida das pessoas e da educação, transcende as dimensões desse trabalho. De modo que aspectos macroestruturais, políticos, sociais, econômicos e de saúde foram afetados. SILVA et al. (2020), destaca que o desenvolvimento da pandemia de COVID-19 é uma consequência da urbanização, mobilidade extrema e hábitos de consumo do mundo globalizado e foi agravada por problemas como degradação ambiental, fluxo de patógenos entre seres humanos e animais, principalmente selvagens, desigualdades sociais e falta de medidas preventivas sociais e de saúde pública. Ainda é necessário destacar, que uma das principais lições que podemos destacar da COVID-19 é que ações individuais podem afetar coletivamente.

Para evitar crises no futuro, os indivíduos terão que fazer a escolha entre pensar apenas no seu próprio bem-estar ou no bem-estar de todas as espécies e, que, também, deverão fazer a escolha entre investir em educação e ciência ou continuar a acreditar em promessas muitas vezes infundadas das pessoas que estão no poder. A pandemia e as crises econômicas e sociais que ela gerou são fenômenos globais, e, portanto, deverão ser resolvidos globalmente através do conhecimento científico e a educação de todos (SILVA et al., 2020 p. 1012).

A escolha da temática abordada, deve ser permeada com a capacidade do mesmo de contextualizar. Para Lindemann (2010), a contextualização constitui-se num princípio curricular que pode ter distintas finalidades, dentre as quais a motivação do aluno, a facilitação da aprendizagem e a formação para o exercício da cidadania. Nesse sentido, o tema central COVID-19 configura uma boa experiência de ensino contextualizado, já que a pandemia provocou mudanças profundas no cotidiano das pessoas e gerou diferentes questionamentos problematizadores, que corroboram na necessidade de uma aprendizagem voltada para uma alfabetização científica.

#### **4.1 A COVID-19 e a química presente nos medicamentos**

Na maioria dos casos as pessoas infectadas com COVID- 19 apresentam condições clínicas leves, com sintomas de tosse, febre e fadiga, porém, cerca de 14% dos casos possuem evolução para um quadro grave, chegando à hospitalização, desses, 5% necessitam de uma Unidade de Terapia Intensiva - UTI (SOHRABI et al., 2020).

Diante do alto índice de mortalidade, os sistemas de saúde mundial precisaram se reestruturar no que diz respeito ao tratamento farmacológico de pacientes com COVID-19. Com base nesse contexto, as sociedades médicas precisaram elaborar diretrizes, uma vez que a maior parte das terapias se mostraram ineficiente, sendo recomendado a utilização de corticosteróides, que são fármacos com ação anti-inflamatória, em pacientes com uso de oxigenoterapia, assim como terapia anticoagulante em pacientes hospitalares, fora da UTI e o tocilizumabe para pacientes com condições clínicas graves fora da ventilação mecânica invasiva (FALAVIGNA et al., 2022).

Para o desenvolvimento de uma diretriz no tratamento de pacientes com COVID-19, especialistas analisaram de forma experimental e em nível ambulatorial anticoagulantes, azitromicina, anticorpos monoclonais, budesonida, colchicina, cloroquina e hidroxicloroquina, corticosteroides sistêmicos, ivermectina, nitazoxanida

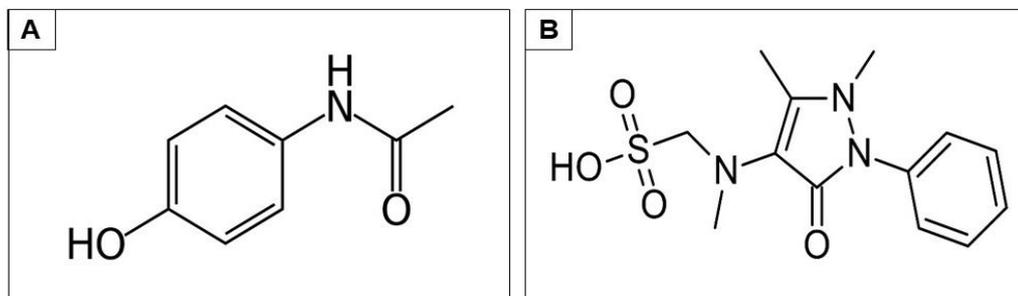
e plasma convalescente (BRASIL, 2021). Ao longo da pandemia, outros medicamentos e métodos foram sendo estudados, como por exemplo, antimicrobianos, corticosteroides, medicamentos, como por exemplo, o tocilizumabe e baracitine, alguns antivirais como o remdesivir e o ritonavir (BRASIL, 2022).

Poucas terapias medicamentosas mostraram-se eficazes no tratamento ambulatorial de paciente com a COVID-19, o que acarretou a não prevenção de desfechos clinicamente relevantes e uma posterior necessidade de hospitalização (Brasil, 2021). Foi a partir do avanço da vacinação que o número de óbitos e hospitalizações reduziram, porém as medicações terapêuticas ou estratégias preventivas contra a infecção são fundamentais e continuam sendo avaliadas (SBI, 2022).

No decorrer da pandemia existiram incertezas sobre o benefício das medicações no tratamento ambulatorial da COVID-19, na fase inicial medicamentos apenas para tratar os sintomas eram recomendados pela SBI (2021) e seu uso foram amplamente aderidos pela massa populacional, como analgésicos e antitérmicos, suplementos vitamínicos. Devido ao uso desses compostos e suas repercussões sistêmicas na infecção viral pela COVID- 19, tais estruturas moleculares serão inseridas na proposta deste material didático. E destacadas a seguir:

**Paracetamol e/ou dipirona** - Na fase inicial com surgimento de sintomas, ocorre a replicação viral, nesse momento os fármacos que possuem recomendação são sintomáticos e não agem de modo direto na resposta viral. Nesse estágio, medicações como analgésico e antitérmicos, a exemplo do paracetamol e/ou dipirona (figura 3 A/B) foram comumente utilizados (SBI, 2020).

**Figura 3** - Estrutura química do paracetamol e da dipirona



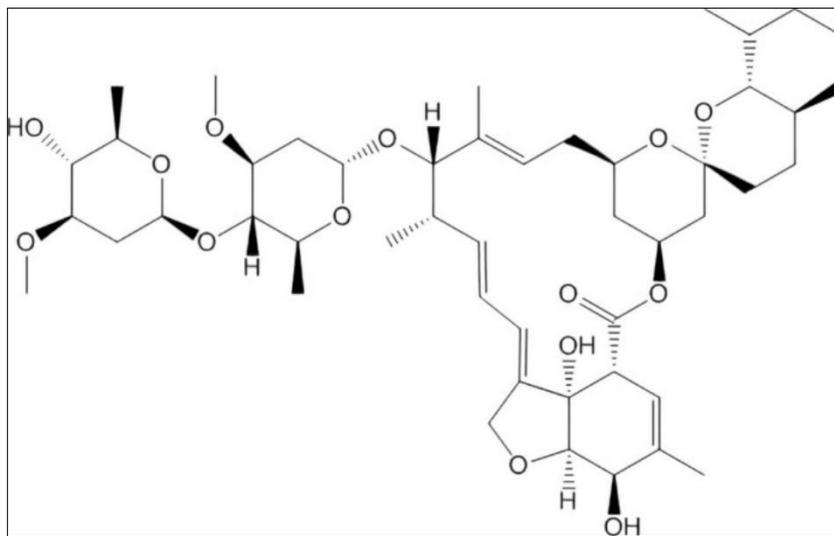
Nota: Estrutura química do paracetamol (A); estrutura química da dipirona (B).

Fonte: A autora (2022).

**Ivermectina** - A ivermectina (Figura 4) foi desenvolvida como um antiparasitário semissintético de amplo espectro, principal representante da classe das avermectinas,

considerado seguro e eficaz para o tratamento de infecções parasitárias diversas, no entanto, não há evidência suficiente de sua eficácia na prevenção da COVID-19, muito embora tenha sido amplamente usada pela população no Brasil. Recentemente, no estudo - *Ivermectin as a possible treatment for COVID-19: a review of the 2022 protocols* os autores concluíram que grande parte das evidências atuais sobre o uso desse medicamento para tratar pacientes com COVID-19 são inconclusivas e carecem de mais avanços nas pesquisas, incluindo novos ensaios clínicos adequados e estruturados. Apesar de seu benefício não ser excluído, devido a evidências científicas insuficientes, a SBI não orienta seu uso rotineiro em pacientes ambulatoriais com suspeita ou caso confirmado (BRASIL, 2021).

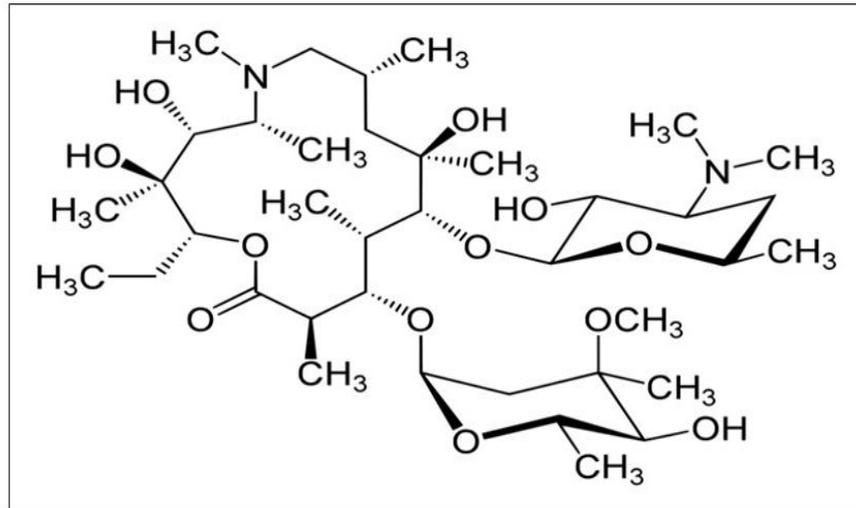
**Figura 4** - Estrutura química da ivermectina



Fonte: A autora (2022).

**Azitromicina** - Azitromicina (AZM) (Figura 5) é um antibiótico macrolídeo de amplo espectro, derivado da eritromicina largamente utilizado no mundo para o combate de bactérias. Em estudo recente realizado por Moura et al., (2021) foi observado que não há um consenso entre a comunidade científica sobre o mecanismo de ação da mesma, sendo atribuído a ação imunomoduladora com a mais provável no tratamento do COVID-19, além da ação contra agentes bacterianos oportunista.

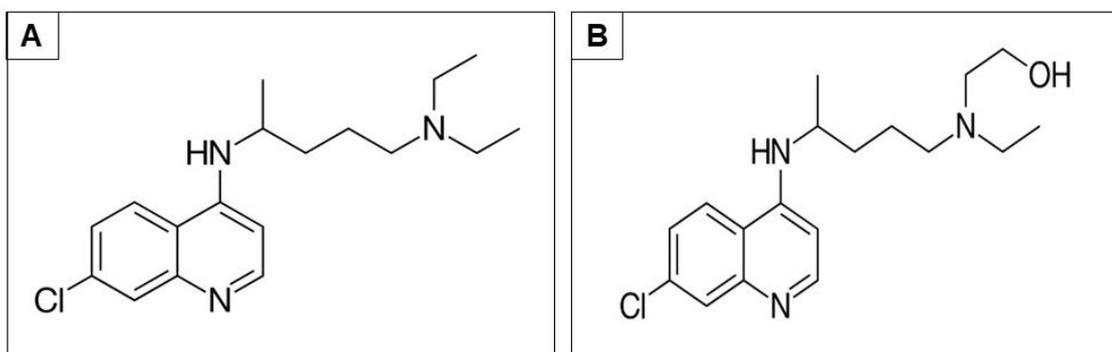
**Figura 5 - Estrutura química da azitromicina**



Fonte: A autora (2022).

**Cloroquina / Hidroxicloroquina** - A cloroquina (CQ) (Figura 6A) é um medicamento usado no tratamento e profilaxia de malária, após análises estruturais ocorreu o desenvolvimento da hidroxicloroquina (HCQ) (Figura 6B) que possui potencial menor de toxicidade, uma vez que apresenta um grupo hidroxila terminal, o uso de ambos os fármacos está relacionado a efeitos adversos como náuseas, cefaleia, diarreia e arritmias graves (IMPERADOR et al., 2020). A SBI não recomenda a utilização de cloroquina/hidroxicloroquina, de forma isolada ou associado a azitromicina, em nível ambulatorial, para suspeita ou confirmação da doença, sendo observado aumento dos efeitos adversos independente da via pela qual ela é administrada, esses antimaláricos apresentam recomendação forte, porém com certeza moderada de evidência para COVID, devendo continuar o uso em doenças reumáticas, malária e outras (FALAVIGNA et al., 2022).

**Figura 6 - Estrutura química da cloroquina e da hidroxicloroquina**

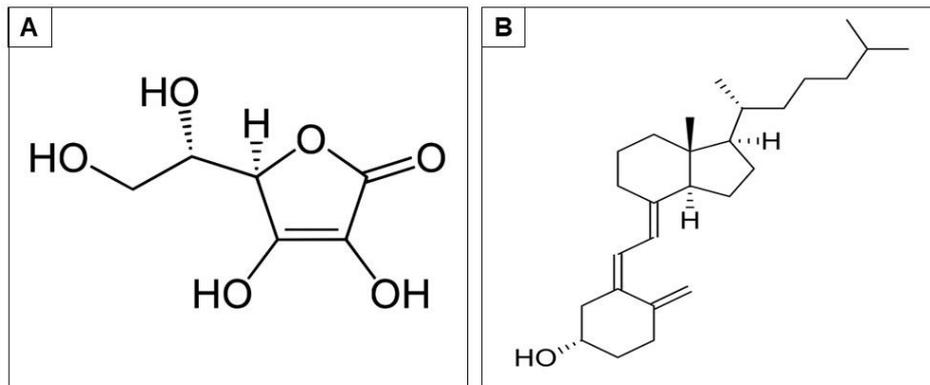


Nota: Estrutura química de cloroquina (A); estrutura química de hidroxicloroquina (B).

Fonte: A autora (2022).

**Vitaminas e suplementos alimentares** - Não existe comprovação científica a respeito da utilização de vitamina C (ácido ascórbico) e/ou D (figura 7 A/B), nem de suplementação alimentar com zinco, como método preventivo ou de tratamento, com exceção do uso em pacientes que possuem hipovitaminose ou carência de tal mineral (SBI, 2020).

**Figura 7** - Estrutura química das vitaminas C e D



Nota: Estrutura química da vitamina A (A); estrutura química da vitamina D (B).

Fonte: A autora (2022).

Observa-se que os medicamentos destacados são constituídos por substâncias que apresentam na sua estrutura química diversas funções orgânicas que podem ser exploradas na sala de aula, pois permite que o professor trabalhe com moléculas que possuem diferentes grupos funcionais, se tornando uma temática de química orgânica que estabelece conexão entre a vida cotidiana e conceitos químicos.

Quando observamos as estruturas dos medicamentos encontramos funções orgânicas e podemos defini-las como um conjunto de substâncias que possuem sítios reativos com propriedades químicas semelhantes. Cada função orgânica apresenta um átomo ou grupo de átomos que caracteriza a função a que o composto pertence. Esses átomos ou grupos de átomos são chamados grupos funcionais (PAZINATO et. al, 2012).

As estruturas dos medicamentos permitem explorar diferentes conceitos químicos, como por exemplo, solubilidade, um tema muito relevante na área de química, que relaciona uma variedade de fenômenos e propriedades químicas envolvidas no seu entendimento, e especificamente no caso dos medicamentos a solubilidade aquosa que influencia diretamente nas propriedades farmacocinéticas dos mesmos.

Conceitos como polaridade das ligações também podem ser explorados, identificar se os compostos são polares ou apolares. Ressaltar que esses compostos interagem de formas diferentes, portanto podem ser estudado as forças intermoleculares existentes (forças íon-dipolo, forças dipolo-dipolo, forças dipolo-dipolo induzido, forças de dispersão de London e força do tipo ligações de hidrogênio), além da inspeção dos conceitos de ligação iônica, covalente. As forças intermoleculares, influenciam diretamente na forma com que um medicamento vai se movimentar no organismo vai depender de fatores como a polaridade. Isso define a capacidade do medicamento difundir-se através das membranas celulares.

Abordar isomeria também é uma possibilidade, uma vez que a quiralidade está relacionada diretamente a atividade dos fármacos. A isomeria permite distinguir compostos e suas propriedades e para a indústria de fármacos, por exemplo, tal distinção é fundamental, uma vez que justifica a ação fisiológica de um e a razão da não resposta do outro.

A partir desses apontamentos, observa-se a existência de diferentes possibilidades e com conteúdos diversos de química podem ser contemplados a partir da temática dos medicamentos avaliados para a COVID-19, visando relacionar os conteúdos curriculares de química no nível médio com algumas substâncias que eles se deparem no seu cotidiano e isso faz com que o aluno tenha uma visão mais abrangente da química, pois os conceitos são confrontados com as aplicações cotidianas, além da preocupação com a alfabetização científica desses alunos.

## **5 APRESENTAÇÃO DA PROPOSTA E DISCUSSÃO DO MATERIAL PRODUZIDO**

Este capítulo apresenta a caracterização da pesquisa e os caminhos escolhidos no seu desenvolvimento.

### **5.1 Caracterização da pesquisa**

O presente trabalho tem uma abordagem qualitativa com ênfase na análise bibliográfica. Com levantamento de dados para a produção desse material didático alinhado às orientações dos atuais documentos oficiais que norteiam a Educação.

Mól (2017), afirma que a pesquisa qualitativa no ensino de química é importante porque posiciona a educação como um processo interativo, que acontece na relação entre professores, estudantes e os conceitos científicos específicos da Química. Além disso, a visão de mundo e de sociedade do pesquisador o levará a comunicar-se de diferentes formas com a situação em estudo: sua história de vida e experiência profissional lhe permitirá refletir de forma diferente sobre as situações em estudo.

A pesquisa bibliográfica foi dividida em duas linhas de estudo, a primeira teve como objetivo a construção e ampliação de conhecimentos acerca: da utilização de recursos tecnológicos no âmbito do ensino de química, dos materiais didáticos como ferramentas metodológicas, e a necessidade de uma educação em ciências voltada para uma alfabetização científica. No segundo momento buscou fundamentar o desenvolvimento do material didático através de um levantamento bibliográfico mais específico sobre o tema escolhido – Os medicamentos avaliados para o tratamento da COVID-19.

Desse modo, foi proposta a elaboração do produto educacional com a temática medicamentos avaliados para o tratamento da COVID-19 e uso do software ArgusLab, que pode ser trabalhada por professores e estudantes na área de CNT (Ciências da Natureza e suas Tecnologias), com foco em química e as etapas para sua construção serão apresentadas na próxima seção.

Todavia, em razão da suspensão das aulas presenciais recomendada pela Organização Mundial de Saúde (OMS), em virtude da pandemia de COVID-19, e acatada pelo Ministério da Saúde do Brasil através da Portaria nº 188 de 03/02/2020 e pelo Governo do Estado de Alagoas no decreto nº 69.527 de 17/03/2020, bem como pela falta de tempo hábil e defasagem escolar após o retorno das aulas presenciais,

não foi possível realizar a aplicação do produto educacional elaborado na escola Estadual Manoel Leandro de Lira, localizada no município de Feira Grande-AL, local de aplicação do produto educacional. Além disso, a aplicação requer a utilização do laboratório de informática da escola, que após o retorno da pandemia encontrava-se inutilizável, impossibilitando a aplicação desse produto. No momento anterior a suspensão das aulas o laboratório de informática da escola contava com um total de 20 computadores funcionais, na retomada das aulas apenas 6 computadores em condições de uso, portanto, um número insuficiente de equipamentos na escola. A degradação da infraestrutura do laboratório de informática se deu principalmente pela ausência de manutenção e problemas estruturais. Com a retomada presencial das atividades, em breve espera-se que o laboratório de informática esteja em pleno uso para que o produto educacional possa ser utilizado.

## 5.2 Construção do produto educacional proposto

O produto educacional intitulado “*Explorando a COVID-19 em sala de aula: experimentos in silico a partir de medicamentos avaliados para o tratamento da COVID-19*” tem como objetivo oferecer suporte teórico/prático pedagógico para professores de Química, por meio de material didático temático, sistematizado e organizado. O material didático apresenta-se dividido em duas partes principais, que são elas: inicialmente com um manual básico de utilização do software ArgusLab e posteriormente com sugestões de atividades experimentais (*in silico*) de química orgânica.

Na busca de uma conceituação do produto educacional aqui apresentado, verificou-se a caracterização de “material didático”, exploraremos a seguir porque o trabalho se enquadra nessa concepção.

Borges (2000) apud Alencar (2014), em sua tese de doutorado também discorrem sobre concepções de material didático, entendendo que o mesmo precisa indicar que tipo de auxílio ele pode prestar, para quem, como e com que objetivos. Ou seja, o conceito deve expressar ou articular-se com o contexto de sua utilização. Isto significa que: a) material didático não é o suporte físico – por exemplo, o filme, o papel, a fita de vídeo, etc.; b) material didático não é apenas o formato com que se codifica a mensagem; c) material didático não é apenas o conteúdo, isto é, não é apenas a

mensagem que se quer veicular ou transmitir; d) material didático é expressão da relação forma/conteúdo, definidos a partir de concepções de ensino e aprendizagem. Assumir a ideia do material didático como expressão de concepções de ensino e aprendizagem, significa um avanço em relação à concepção de material auxiliar. O material didático não é um mero auxiliar; ele pode interferir de forma intensa e intencional na relação professor/aluno/conhecimento.

Foi considerando as concepções defendidas por Borges (2000) (Tabela 2), que buscou-se desenvolver o material didático aqui apresentado. Assim considera-se que o material didático aqui proposto deve conter:

Tabela 1: Concepções para o desenvolvimento de material didático.

ITEM	CONCEPÇÃO PARA O MATERIAL DIDÁTICO
i.	ser mediador no processo ensino-aprendizagem, favorecendo as relações professores, alunos e conhecimentos;
ii.	estar comprometido com um processo de formação de um aluno crítico, favorecendo o seu envolvimento na construção do conhecimento;
iii.	favorecer o processo de reflexão crítica por parte do aluno e do professor;
iv.	expressar uma dada realidade física e social e o contexto mais geral que a determina;
v.	ser inovador na forma e no conteúdo, mas, sobretudo, na proposta pedagógica que utiliza;
vi.	incorporar conteúdo que permitam discutir princípios fundamentais das ciências: relações entre ciência, tecnologia e sociedade, formas de produção de conhecimento científico e contexto histórico dessa produção.

Fonte: Adaptado da tese de doutorado de Borges (2000).

Outra visão para definição de material didático, pode ser encontrada quando Preti (2011 apud Alencar 2014 p. 47), relata que material didático “é aquele que é produzido com a intenção de ensinar, num contexto formal de ensino, visando ao processo formativo e educativo dos leitores e estudantes”. Para Santos et al., (2010), os professores que constroem seus materiais avançam no seu conhecimento, constroem conhecimentos pela própria ação, não ficam sob a tutela do livro didático, encontram lacunas no conhecimento construído e aceitam o conhecimento, mas não de forma definitiva. Assim, o professor é enriquecido pelos conhecimentos que

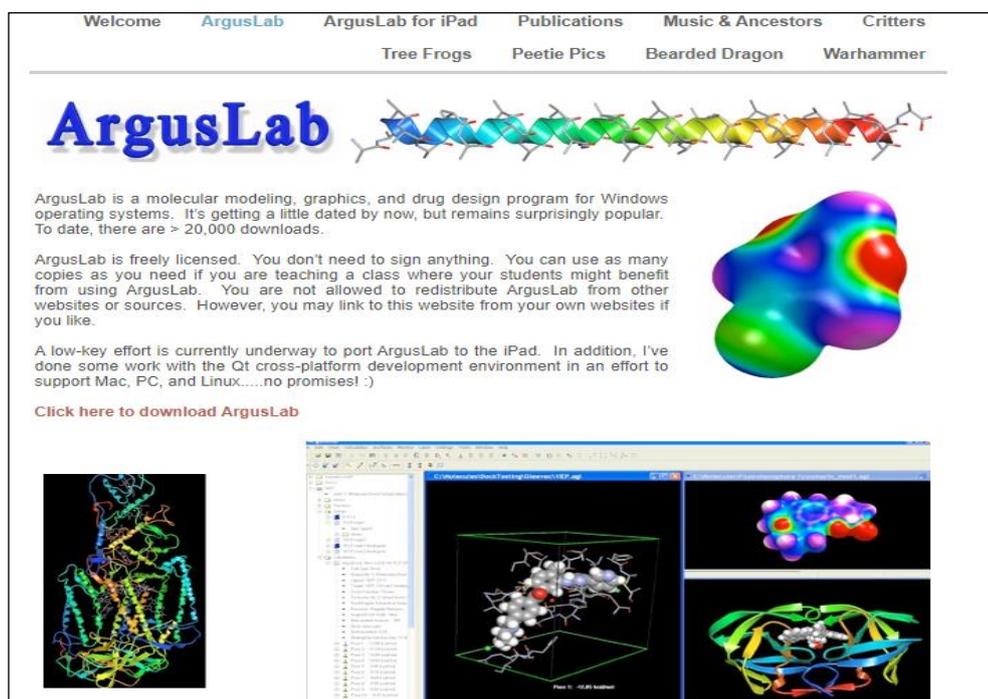
constrói e pela experiência que adquire nesse processo. Para Neves, et al., (2017) a produção de material didático pode ajudar a enriquecer os momentos pedagógicos que, muitas vezes, são limitados ao uso do livro didático e lousa, em aulas em que o professor, “detentor do conhecimento”, conduz uma discussão de mão única.

Além disso, o material didático construído faz uso de recursos tecnológicos que é uma estratégia inserida no âmbito educacional brasileiro, como destaca por Eichler e Del Pino (2006), desde a década de 80 foram iniciadas experiências de informatização das escolas no ensino básico (...) e que muitos estudiosos da educação entendem que o computador deve ser visto como mais um recurso didático colocado à disposição de professores e alunos (CARRAHER (1992), COBURN (1988), LA TAILLE (1989) E LOLLINI (1991) APUD EICHLER E DEL PINO (2006).

O desenvolvimento na área da computação e a existência de diversos softwares é notório, de tal forma que a utilização de softwares surge como recurso promissor. Esses programas podem incluir animações, visualizações e interativas experiências laboratoriais. As simulações aliadas ao ensino podem ser eficazes no desenvolvimento da interpretação e compreensão do conteúdo, bem como na promoção de objetivos mais sofisticados de aprendizagem, tais como investigação e redescoberta, construção de modelos e conceitos (KULIK, 2002; BELL e FOGLER, 1995).

O software utilizado é o ArgusLab (Figura 8) que é um software de modelagem molecular, gráficos e desenho molecular, que possibilita, *in silico*, múltiplas representações de estruturas moleculares, utilizando métodos semi-empíricos e métodos quânticos (THOMPSON, *ArgusLab* 4.0.1). É distribuído gratuitamente na internet, sendo assim, de fácil acesso para professores e alunos do ensino médio ao superior. O software apresenta sua interface em inglês, compatível com os sistemas operacionais Windows e desde seu licenciamento, mais de 20.000 downloads foram realizados.

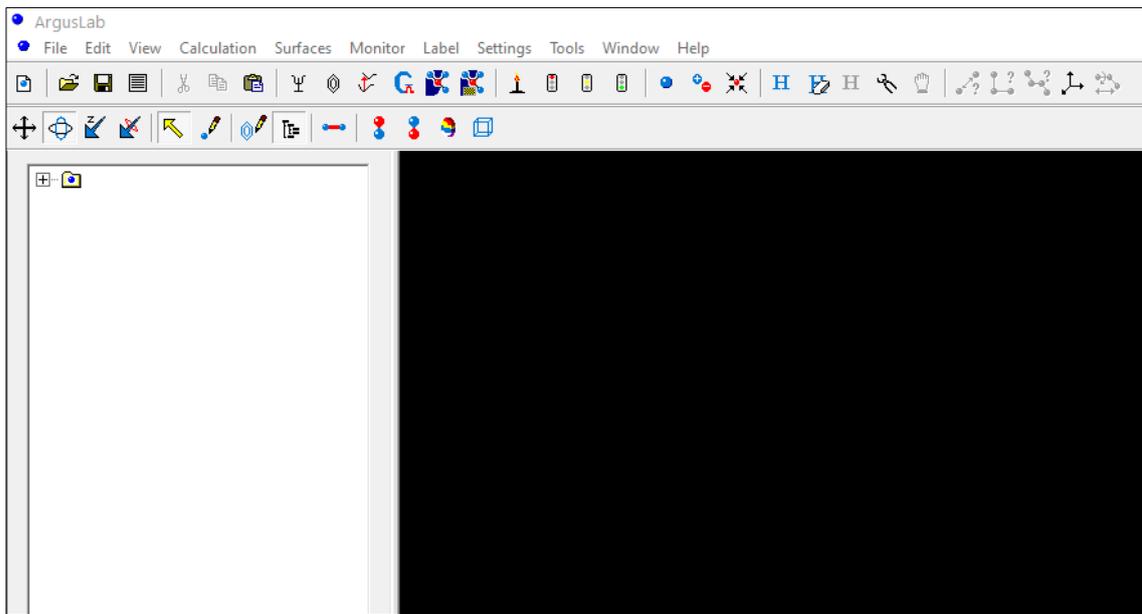
**Figura 8** - Layout da página web do software com link para realização do download.



Fonte: ArgusLab (2022).

O ArgusLab é uma ferramenta que permite múltiplas representações de estruturas moleculares em 3D, desde configurações moleculares complexas como proteínas até estruturas mais simples como a da água. Também possibilita plotar o Mapa da Superfície de Potencial Eletrostático (MESP), os orbitais moleculares HOMO (Orbital Molecular Ocupado de maior energia) e LUMO (Orbital Molecular desocupado de menor energia), além de identificar características químicas como medida do ângulo de ligação, distância da ligação, grupos reativos nas estruturas, polaridade da molécula, estabilidade da molécula, energia entre outras abordagens. Soma-se a possibilidade de manipular as estruturas tridimensionalmente e salvar os projetos feitos em formato jpeg e outras extensões disponíveis no próprio programa (.pdb, .mol, .xyz, .agl).

Para realizar o download do arquivo de instalação do ArgusLab é necessário acessar o site do software ([www.ArgusLab.com](http://www.ArgusLab.com)). No site serão disponibilizadas informações gerais sobre o software e um *link* para realização do download. Não será necessário a efetivação de nenhum cadastro ou registro no site, após clicar no link o arquivo será baixado automaticamente.

**Figura 9 - Interface do software**

Fonte: ArgusLab (2022).

Destacamos que no material didático produzido conta com um manual básico de utilização do software ArgusLab, contendo o passo-passo, descritivo e ilustrado das principais funcionalidades do programa, com foco na sua utilização pedagógica. Outros pontos que caracterizam esse material didático serão discutidos na seção a seguir, por meio de critérios de avaliação desenvolvidos para uma melhor análise da proposta.

### **5.3 Apontamentos do material didático produzido**

Na busca de uma avaliação mais clara e objetiva o material didático desenvolvido nesta dissertação (APÊNDICE A), foi submetido a dez questões avaliativas, desenvolvida por Silva e Cardoso (2022), que norteiam a análise do material didático em cinco categorias principais: cotidiano do aluno; disciplina(s) escolar(es); ciência; ensino; e os contextos histórico, social e cultural.

As perguntas objetivas, contém três opções de resposta (sim, parcialmente e não), onde defendem que para que um material didático atender o fator ensino/aprendizado é necessário que o mesmo atenda a critérios mínimos de qualidade e seja adequado ao planejamento do docente. As perguntas serão destacadas abaixo, e a seguir uma breve discussão sobre os questionamentos destacados:

- 1) O material didático propõe situação-problema para a temática abordada, oferecendo ao aluno a oportunidade de questionar sobre os usos e impactos da ciência em seu cotidiano?
- 2) O conteúdo apresentado tem potencial para despertar o interesse do aluno pelo assunto abordado e estimulá-lo a pesquisar/investigar outras fontes de informações?
- 3) Apresenta propostas de atividades (resoluções de exercícios, atividades experimentais ou de outra natureza) de forma a induzir o aluno a articular suas ideias e desenvolver argumentos?
- 4) Oferece a oportunidade de diálogo e/ou relações com outras disciplinas (multi, trans ou interdisciplinaridade)?
- 5) O material apresenta relação com elementos culturais, históricos, sociais, econômicos e ambientais?
- 6) As atividades apresentadas consideram as experiências do aluno, sua realidade e a cidadania?
- 7) Tem potencial para fazer questionamentos que possibilitem ao aluno relacionar conhecimentos prévios e novos, científico e escolar?
- 8) Os conteúdos estão distribuídos de forma sequencial e de fácil entendimento, mantendo-se dentro da temática?
- 9) As ilustrações são atrativas e colaboram com a aprendizagem do conteúdo em questão pelo aluno?
- 10) A linguagem adotada no material apresenta textos e demais recursos (gráfico, fórmulas etc.) de forma clara e que facilite a compreensão das informações apresentadas?

O primeiro ponto aqui discutido formulado por Silva e Cardoso (2022), questiona: “1) O caderno propõe situação-problema para a temática abordada, oferecendo ao aluno a oportunidade de questionar sobre os usos e impactos da ciência em seu cotidiano?” \_Sim. O material didático sugere uma problematização inicial sobre o tema, com questionamentos que abordam problemas do mundo atual, rompendo com a memorização, incluindo a possibilidade de discussão e as dimensões conceitual, procedimental e atitudinal e para isso é preciso trabalhar os

conceitos pautado de uma proposta dialógica, que deve emergir da realidade local, refletindo sobre o global.

Sobre o segundo item: “2) *O conteúdo apresentado tem potencial para despertar o interesse do aluno pelo assunto abordado e estimulá-lo a pesquisar/investigar outras fontes de informações?*” \_Sim. Nesse sentido, um dos aspectos principais na busca de despertar o interesse desse estudante é a contextualização, e assim vincular a ciência, nesse caso a química, com sua vivência e necessidades. Vale a pena ressaltar, que a contextualização está além de introduzir uma temática interdisciplinar, mas é realizada ao longo das atividades propostas. Com foco em questionamos e problematização, que vão além do conteúdo químico abordado, como, por exemplo, na atividade 1 (Produto educacional pg 22), onde encontra-se abertura sobre a discussão das *fake news* e seus impactos na pandemia. Ainda, se faz necessário destacar que um dos principais mecanismo de contextualização, se dá quando a mesma parte da realidade e vivências do estudante, como cita CUNHA *et al.*, 2015; LOGUERCIO; SAMRSLA; PINO, 2001 apud Luz e Almeida (2021).a mediação dos conteúdos da disciplina pode ser realizada de uma maneira mais integrada e contextualizada com as vivências do aluno e não apenas citando em seus textos “fatos do cotidiano” como meros exemplos, promovendo assim, uma aprendizagem mais significativa.

Nesse sentido, um dos aspectos principais é a de integrar a temática proposta com os conteúdos químicos selecionados para o desenvolvimento da atividade. Vale ressaltar ainda, que essa metodologia buscar dar maior sentido ao conhecimento científico abordado.

Os itens 3 e 7, trata das atividades propostas no material, vejamos: “3) *Apresenta propostas de atividades (resoluções de exercícios, atividades experimentais ou de outra natureza) de forma a induzir o aluno a articular suas ideias e desenvolver argumentos? e 7) Tem potencial para fazer questionamentos que possibilitem ao aluno relacionar conhecimentos prévios e novos, científico e escolar?*” \_Sim. O material didático possui atividades propostas, todas elas com informações atualizadas sobre o tema e orientações de apoio e pesquisa em outras fontes, além disso, a cada atividade é realizada uma breve introdução teórica do tema estudado nas atividades. Esse aporte teórico se faz necessário, já que por si só apenas a atividade experimental não cria a situação de aprendizado, pois que a aprendizagem

ocorra, é necessário criar condições para que o aprendiz se envolva com o fenômeno e essa experiência seja complementada com elaboração de hipóteses, leituras, discussões que possibilite-os relacionar os conhecimentos prévios com o conhecimento científico abordado, para assim a aprendizagem ser favorecida, de modo que a ciência caminha junto com o cotidiano do aluno, aspectos fundamentais para o desenvolvimento do censo crítico desses.

No item 4: “4) *Oferece a oportunidade de diálogo e/ou relações com outras disciplinas (multi, trans ou interdisciplinaridade)?*” \_ Sim. Vale ressaltar que o termo multidisciplinar, como definido por Stokols (2003) é aquele que professores de diferentes disciplinas trabalham de forma independente e sequencial, porém, cada um em sua perspectiva específica, envolvendo sua disciplina, resolvendo assim um problema comum. Para Almeida (1997), na multidisciplinaridade as pessoas, no caso as disciplinas do currículo escolar, estudam perto, mas não juntas. A ideia aqui é de justaposição de disciplinas. Nesse sentido, o material didático apresenta abertura para um diálogo interdisciplinar, ou seja, estabelece relações com outras m áreas como biologia e física, mas não é um material multidisciplinar. Se propõe como um material com características tanto interdisciplinar como transdisciplinar.

Os itens 5 e 6 discorrem sobre a relação dos alunos em diferentes aspectos, como sociais, culturais, suas experiências, vejamos: “5) *O material apresenta relação com elementos culturais, históricos, sociais, econômicos e ambientais?* 6) *As atividades apresentadas consideram as experiências do aluno, sua realidade e a cidadania?*” \_ Sim. De fato, a busca desse material em promover que o aluno entenda os processos tanto sociais, econômicos e históricos para sua vida acarretando valores e atitudes. Os exemplos contidos no material abordam questionamentos pertinentes ao cotidiano dos estudantes que vivenciaram a pandemia da COVID-19, com informações e abertura para outras discussões, que podem ser complementados e inseridos na prática da sala de aula.

No item 8 temos: “8) *Os conteúdos estão distribuídos de forma sequencial e de fácil entendimento, mantendo-se dentro da temática?*” \_ Sim. O conteúdo do material aborda temas de química que normalmente carecem de dedicação para serem compreendidos, como é o caso de isomeria. Porém, o material traz uma sequência lógica dentro do tema, buscando ser um facilitador na aprendizagem. Nesse aspecto,

quando tratamos de aprendizagem segundo Valente (1999) essa pode ocorrer basicamente de duas maneiras: a informação é memorizada ou é processada pelos esquemas mentais e esse processamento acaba enriquecendo esses esquemas. Neste último caso, o conhecimento é construído. Essas diferenças em aprender são fundamentais, pois em um caso significa que a informação não foi processada e, portanto, não está passível de ser aplicada em situações de resolução de problemas e desafios. Essa informação, quando muito, pode ser repetida de maneira mais ou menos fiel, indicando a fidelidade da retenção. Por outro lado, o conhecimento construído está incorporado aos esquemas mentais que são colocados para funcionar diante de situações-problema ou desafios. Tal processo, é favorecido ao longo do material didático, pois gera a possibilidade do estudante construir e participar ativamente ao longo do experimento, ao modo que, as atividades são disponibilizadas passo a passo, favorecendo a autonomia e liberdade de pensamento do sujeito, e privilegiando seus conhecimentos prévios.

O item 9, trata de aspectos visuais do material, vejamos: “9) *As ilustrações são atrativas e colaboram com a aprendizagem do conteúdo em questão pelo aluno?* \_ Sim. Todo o material, está de acordo com a faixa etária destinada. Um ponto principal é o recurso da visualização dos modelos moleculares tridimensionais (3D) presentes nas atividades experimentais (*in silico*) propostas, que aproximam o aluno do que está sendo estudado, já que a representação de algo que foge a nossa sensibilidade visual é uma estratégia gigante para o melhor desenvolvimento de modelos mentais, em especial, por esses alunos que estão no nível médio. Segundo Arroio e Honório (2008) apud ARROIO, C. F. REZENDE, D. B (2011) relações espaciais em visualizações moleculares podem ser muito difíceis de entender, mas com a ajuda de múltiplas representações, a compreensão de uma estrutura molecular pode tornar-se mais fácil pela comparação das diferenças entre elas. Existem muitos recursos na escola, dentre eles, visuais, auditivos ou audiovisuais, ou seja, recursos que podem instigar/despertar o estudante por meio dessas três formas de apropriação do externo. Dentre eles, a visualização é de grande importância no ensino de química, pois trata-se de uma ciência empírica. Desta forma, é necessário se aprender os modelos científicos já estabelecidos e aprender a desenvolver novos modelos de natureza tanto quantitativa quanto qualitativa por meio da visualização, conforme defendem Gilbert et al. (2010). Alguns estudos envolvendo a visualização mostram a

necessidade de direcionar pesquisas sobre o tema, posto que há a necessidade de ampliar o entendimento sobre o assunto e suas implicações diretas e indiretas ao ensino de Química (TERUYA et al., 2013).

Outro ponto a ser destacado, é quando solicitado aos alunos que desenhem suas estruturas obtidas, após visualizem no computador. A realização da representação dos desenhos são formas interessantes para a investigação do processo de aprendizagem dos estudantes, haja visto que a Química envolve variado sistema de representações com vistas à explicação teórico-conceitual de seus fenômenos. Os sistemas simbólicos são utilizados para construir e apresentar os processos e teorias científicas (CARVALHO, 2010). Assim, o uso dos desenhos por parte dos estudantes como forma de representações denota indícios de aprendizagem pela incorporação deste sistema simbólico (FRANCISCO e FRANCISCO JR, 2013). É importante destacar, ainda, que as origens dessas representações denotam sinais da relação que os estudantes tiveram com a conformidade conceitual.

O último questionamento aborda: *“10- A linguagem adotada no material apresenta textos e demais recursos (gráfico, fórmulas etc.) de forma clara e que facilite a compreensão das informações apresentadas”* \_Sim. O material está organizado seguindo uma apresentação lógica do conteúdo. Inicialmente com o manual de orientação básica do software, com exemplos preliminares de utilização e por fim, com propostas de experimentos. Esses pontos, são desenvolvidos com uma sequência de lógica de informações e atividades. Um dos aspectos recorrentes quando tratamos do ensino de química, é a grande dificuldade em oportunizar aos alunos o desenvolvimento da compreensão conceitual em Química, para Ribeiro e Greca (2003), essa dificuldade reside no fato de que, apesar de encontrarmos, às vezes, estudos de fenômenos macroscópicos, a maior parte do universo dos fenômenos estudados nesta ciência aborda fenômenos que ocorrem a nível microscópico, o que dificulta bastante à aquisição da compreensão dos conceitos, uma vez que, neste nível, faltaria aos alunos o contato com informações sensoriais e as atividades práticas e experimentais aproximam o estudante do que está sendo estudado.

Dessa forma, lidar com aspectos intangíveis aos nossos sentidos proporciona uma sensação de inépcia e vulnerabilidade do que é possível apreender frente à amplitude e complexidade do universo em que estamos inseridos (FERREIRA e JUSTI, 2008). O computador pode ser um importante recurso para promover a

passagem da informação ao usuário ou facilitar o processo de construção de conhecimento. No entanto, por intermédio da análise dos *softwares*, é possível entender que o aprender (memorização ou construção de conhecimento) não deve estar restrito ao *software*, mas à interação do aluno-*software*. Como foi mostrado por Piaget, o nível de compreensão está relacionado com o nível de interação que o aprendiz tem com o objeto e não com o objeto em si (VALENTE 1999).

Um aspecto que ainda não foi discutido é o fato do software possuir sua interface em inglês, isso pode se apresentar como uma fator que, possivelmente, dificultará o manuseio pelo aluno. Ainda, se faz necessário ressaltar que o manual de utilização do software ArgusLab incluído no material didático, visa ser um auxiliador na utilização do mesmo, uma vez que sua elaboração se fez necessária para que professores e estudantes que não conhecem e/ou nunca tiveram acesso ao software, possam utilizá-lo, atuando assim, como um mecanismo facilitador no desenvolvimento das atividades. Assim, as etapas de acesso e utilização das ferramentas principais utilizadas nas atividades propostas são destacadas. Espera-se também que, ao utilizar tal recurso, o professor possa desenvolver outras atividades e práticas, e que mediante essas orientações, o professor possa modificar (ou aperfeiçoar) a sua prática docente.

É importante mencionar, que uma das preocupações no desenvolvimento do material didático proposto, é sua capacidade de ser acessível para o professor, e capaz de superar as possíveis barreiras tecnológicas existentes. Tavares et al. (2013) citam reflexões importantes sobre o papel do professor dentro de um contexto escolar onde as TICs estão inseridas, destacam que para a utilização de computadores na escola como um processo de ensino-aprendizagem é necessário que o professor tenha um conhecimento de informática que possa usar como uma fonte de aprendizado, contudo, o professor não precisa ser *expert* em informática, mas é necessário que ele tenha um conhecimento razoável na área. Nesse sentido, o manual de utilização do software contém orientações que vão desde o momento da instalação do software até o passo a passo das atividades propostas, facilitando as possíveis dificuldades nesse processo.

Após todos os itens de avaliação do material didático serem discutidos, apresentamos um quadro resumo com os critérios de avaliação proposto por Silva e Cardoso (2022). O quadro apresenta ainda uma comparação com outro material

similar que foi utilizado como referência na construção desse produto. O trabalho analisado é intitulado “Guia prático de utilização do Chemskech”, desenvolvido Santos, (2004), faz parte da pesquisa do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática, da Universidade Federal do Acre.

Quadro 1: Resumo dos critérios de avaliação do material didático proposto e do trabalho que foi utilizado como referencial para construção do mesmo.

CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	MATERIAIS ANALISADOS	1-Explorando a COVID-19 em sala de aula: experimentos <i>in silico</i> a partir de medicamentos avaliados para o tratamento da COVID-19. 2-Guia prático de utilização do ChemsSketch.
1) O caderno propõe situação-problema para a temática abordada, oferecendo ao aluno a oportunidade de questionar sobre os usos e impactos da ciência em seu cotidiano?”	Sim	Não
2) O conteúdo apresentado tem potencial para despertar o interesse do aluno pelo assunto abordado e estimulá-lo a pesquisar/investigar outras fontes de informações?	Sim	Parcialmente
3) Apresenta propostas de atividades (resoluções de exercícios, atividades experimentais ou de outra natureza) de forma a induzir o aluno a articular suas ideias e desenvolver argumentos?	Sim	Parcialmente
4) Oferece a oportunidade de diálogo e/ou relações com outras disciplinas (multi, trans ou interdisciplinaridade)?	Sim	Não
5) O material apresenta relação com elementos culturais, históricos, sociais, econômicos e ambientais?	Sim	Não
6) As atividades apresentadas consideram as experiências do aluno, sua realidade e a cidadania?	Sim	Não
7) Tem potencial para fazer questionamentos que possibilitem ao aluno relacionar conhecimentos prévios e novos, científico e escolar?	Sim	Não
8) Os conteúdos estão distribuídos de forma sequencial e de fácil entendimento, mantendo-se dentro da temática?	Sim	Parcialmente
9) As ilustrações são atrativas e colaboram com a aprendizagem do conteúdo em questão pelo aluno?	Sim	Sim
10) A linguagem adotada no material apresenta textos e demais recursos (gráfico, fórmulas etc.) de forma clara e que facilite a compreensão das informações apresentadas?	Sim	Sim

Fonte: Adaptado de Silva e Cardoso (2022).

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O material didático proposto, utiliza a COVID-19 como temática de forma transversal, incorporado o uso de softwares computacionais, pois entende que os recursos computacionais e a contextualização, devidamente empregados, podem ampliar as possibilidades de aprendizagem dos alunos de conceitos químicos dentro de uma abordagem CTSA.

Consideramos também que não basta ensinar os conteúdos de Química apenas porque fazem parte do currículo oficial, mas defendemos a proposta de alfabetização científica empreendida por Chassot (2001) que destaca a formação de homens e mulheres mais críticos, agentes da transformação do mundo em que vivem. Infelizmente, o momento trágico que vivenciamos na pandemia da COVID-19, um episódio histórico, evidencia mais ainda a importância da divulgação e alfabetização científica.

Observamos que o material didático fornece informações que atendem aos critérios, como de organização, contextualização, conteúdo e diálogo, para que os alunos possam caminhar em direção ao entendimento. Em última análise, isso permite um processo de aprendizado investigativo e dialógico, mediado pelo professor. Além de ser utilizado como recurso para gerar interesse, maior motivação e participação dos alunos.

Essa pesquisa aponta a necessidade de sua aplicação efetiva que traga mais contribuições para entender e identificar de modo mais claro suas limitações e pontos que pode ser aperfeiçoados. Por fim, espera-se que a proposta apresentada colabore com a comunidade a que se destina, que possa ser utilizada em sala de aula, e que os alunos, por meio desta, possam ampliar ainda mais suas concepções sobre os conceitos estudados.

## 7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, C. S.; YAMAGUCHI, K. K. L.; SOUZA, A. O. O uso de indicadores ácido-base naturais no ensino de Química: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 9, p. 175997243, 15 ago. 2020. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7243>. <<http://rii.ufam.edu.br/handle/prefix/5926>> Acesso em: jul. 2022.

ALMEIDA F., N. Transdisciplinaridade e saúde coletiva. **Ciência e saúde coletiva**, v. 2, p. 5-20, 1997. <<https://doi.org/10.1590/1413-812319972101702014>> Acesso em: abr. 2022.

ALENCAR, S. B. A. et al. **Quimigui@: uma estratégia para elaboração de materiais didáticos textuais de química**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2014.

AUSUBEL, D. P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, H. **Educational psychology: A cognitive view**. 2ª ed. New York: Holt McDougal, 1978. p.752.

BASTOS, R. S. *et al.* Prospecção de Proteínas do Novo Coronavírus, COVID-19, e Potencial da Bioinformática na Busca de Novas Drogas Promissoras. **Cadernos de Prospecção** – Salvador, v. 13, n. 2, Edição Especial, p. 347-358, abril, 2020. <<https://doi.org/10.9771/cp.v13i2.36008>> Acesso em: Mai. 2022.

BENITE, C.R.M. **Avaliação de Tecnologias Educacionais no Ensino de Química em Nível Médio**. Monografia (Especialização no Ensino de Ciências). Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2006.

BIGOLIN, N. M.; SILVEIRA, S. R.; BERTOLINI, C.; ALMEIDA, I. C.; GELLER, M.; PARREIRA, F. J.; CUNHA, G. B.; MACEDO, R. T. (2020). Metodologias Ativas de Aprendizagem: um relato de experiência nas disciplinas de programação e estrutura de dados. **Research, Society and Development**, v.9(1): 1-16, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i1.1648>. Acesso em: jul. 2022.

BORGES, G. L. A. **Formação de professores de Biologia, material didático e conhecimento escolar**. 436f. Tese (Doutorado em Biologia) - Universidade Estadual de Campinas, 2000.

BRASIL, 1996. Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional. **Coordenação de Edições Técnicas. Brasília: Senado Federal**, 2017. Disponível em: <<https://www2.senado.gov.br/bdsf/handle/id/572694>>. Acesso em 08 de abr. 2022.

BRASIL. Base Nacional Comum Curricular. **Secretaria Nacional de Educação Básica. Brasília: MEC**, 2018. Disponível em: <<http://basenacionalcomum.mec.gov.br/>>. Acesso em: abr. 2022.

BRASIL. Ivermectina para o tratamento de pacientes com COVID-19. Nota técnica de março de 2021. **Ministério da saúde**, 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/saude/pt-br/coronavirus/publicacoes-tecnicas/notas-tecnicas/nota-tecnica-ivermectina-covid-19>. Acesso em: abri. 2021

BRASIL, Ministério da Saúde. **Diretrizes Brasileiras para Tratamento Hospitalar do Paciente com COVID-19.** 2022 Disponível: [https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/relatorios/2022/20221205\\_relatorio\\_diretrizes\\_covid\\_19\\_capitulo\\_2\\_cp.pdf](https://www.gov.br/conitec/pt-br/midias/relatorios/2022/20221205_relatorio_diretrizes_covid_19_capitulo_2_cp.pdf). Acesso em: dez. 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Diretrizes Brasileiras para Tratamento Medicamentoso Ambulatorial do Paciente com Covid-19.** (2021) Disponível em: [file:///C:/Users/cris0/Downloads/relatorio\\_diretrizes\\_tratamentomedicamentosoambulatorial\\_pacientecovid-19.pdf](file:///C:/Users/cris0/Downloads/relatorio_diretrizes_tratamentomedicamentosoambulatorial_pacientecovid-19.pdf) Acesso em: dez. 2022.

BRASIL. Lei Nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996. **Estabelece as diretrizes e bases da educação nacional.** Diário Oficial da União, Brasília, 23 de dezembro de 1996.

BRASIL. PCN+ **Ensino Médio: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais / Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC/ SEMTEC, 2002.

BRASIL, Ministério da Saúde. **Boletim epidemiológico 52: COVID-19 (2022).** Disponível em: [file:///C:/Users/cris0/Downloads/Boletim\\_COVID\\_146\\_6jan23\\_voc\\_v1b%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/cris0/Downloads/Boletim_COVID_146_6jan23_voc_v1b%20(1).pdf) Acesso em: mar. 2023.

BRUCE, P. Y. **Química Orgânica.** 4ª ed. Londres: Pearson Universidades, 2006. 704p.

BURGA, E. **Los procesos de aprendizaje en la formación docente: una mirada desde el Nuevo Enfoque Pedagógico y la interculturalidad,** Lima: PROEDUCA, 2004. Disponível em <<https://hdl.handle.net/20.500.12799/97>> Acesso em: 22 out. 2022.

CAREAGA, I. O.; VIDEGARAY, M. G. **Nuevas tecnologías y educación: diseño, desarrollo, uso y evaluación de materiales didácticos;** Trillas: Mexico City, Mexico, 2008.

CARVALHO, A.M.P. As condições de diálogo entre professor e formador para um ensino que promova a enculturação científica dos alunos. In: DALBEN, A.; DINIZ, J.; LEAL, L.; SANTOS, L. (Orgs.). **Coleção Didática e Prática de Ensino: Convergências e tensões no campo da formação e do docente – Educação Ambiental, Educação em Ciências, Educação em Espaços não escolares, Educação Matemática.** Belo Horizonte: Autêntica, p. 283-300, 2010. Acesso em: Nov. 2021.

CARVALHO, H. W. P.; BATISTA, A. P. DE L.; RIBEIRO, C. M. Ensino e Aprendizado de Química na Perspectiva Dinâmicointerativa. **Experiências em Ensino de Ciências,** v. 2(3), p. 34-47, 2007. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/public/eenci/artigos/Artigo\\_ID45/v2\\_n3\\_a2007.pdf](http://www.if.ufrgs.br/public/eenci/artigos/Artigo_ID45/v2_n3_a2007.pdf). Acesso em: abr. 2022.

CAVALCANTE, J. R. *et al.* COVID-19 no Brasil: evolução da epidemia até a semana epidemiológica 20 de 2020. **Epidemiologia e Serviços de Saúde** [online]. 2020, v.

29, n. 4. Disponível em: <<https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000400010>>. Acesso em: abr. 2022.

CHAGAS, I. Utilização da Internet na aprendizagem da Ciência. Que caminhos seguir. **INOVAÇÃO. Vol**, v. 14, p. 13-26, 2001.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: uma possibilidade para a inclusão social. **Revista brasileira de educação**, p. 89-100, 2003.

CHASSOT, A. **Alfabetização científica: questões e desafios para a educação**. Injuí: Ed. Uninjuí, 2001.

CHASSOT, A. **Para que(m) é Útil o Ensino?** 4. ed. Ijuí: Unijui, 200 p. 2018.

CHIU, W. K. Pedagogy of Emerging Technologies in Chemical Education during the Era of Digitalization and Artificial Intelligence: A Systematic Review. **Educ. Sci.**, v.11(709), p. 1-24, 2021. DOI: <https://doi.org/10.3390/educsci11110709>

CLASE, K. L.; ADAMO-VILLANI, N.; GOODING, S. L.; YADAV, A.; KARPICKE J. D.; GENTRY, M. "Enhancing creativity in synthetic biology with Interactive Virtual Environments," **2009 39th IEEE Frontiers in Education Conference**, 2009, pp. 1-6, doi: 10.1109/FIE.2009.5350646. Acesso em: abr. 2022.

CLAYDEN, JONATHAN; GREEVES, NICK; WARREN, STUART. **Organic Chemistry**. 2ª ed. Estados Unidos: Oxford University Press, 2012. 1264p.

COSTA S. M. O.; MENEZES J. E. S. A. **Química Orgânica 1**. 2 ed. Fortaleza: EdUECE, 2015.

COSTA, A. C. J. **Ensino híbrido em foco: estratégias para o ensino de funções orgânicas oxigenadas**. 2019. 262f. Dissertação (Mestrado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, 2019.

COSTA, J. M.; PINHEIRO, N. A. M. O ensino por meio de temas-geradores: a educação pensada de forma contextualizada, problematizada e interdisciplinar. **Imagens da Educação**, v.3(2): 37-44, 2013. Doi: 10.4025/imagenseduc.v3i2.20265. Acesso: Mai. 2022

COSTA, J. W. D.; OLIVEIRA, M. A. M. (Orgs.). **Novas linguagens e novas tecnologias: educação e sociabilidade**. 1ª ed. Petrópolis: Vozes, 2004. p.152. Acesso em: jun. 2022.

COSTA, S. M. O.; MENEZES, J. E. S. A., **Química Orgânica 1**. 2ª ed. – Fortaleza: EdUECE, 2015.

CRISTINO, A. P. R. **Um olhar crítico-reflexivo sobre a formação continuada de professores de Educação Física da rede municipal de ensino de Santa Maria (RS)**. 161f. Dissertação (Mestrado em educação) – Universidade Federal de Santa Maria, 2007.

CUNHA, F. S.; OLIVEIRA, S. K. G.; ALVES, J. P. D; RIBEIRO, M. E.N. P. Produção de material didático em ensino de química no Brasil: um estudo a partir da análise das linhas de pesquisa CAPES e CNPq. **Holos**, v. 3 (31): 182-192, 2015. DOI: 10.15628/holos.2015.2423. Acesso em: abr. 2022.

SILVA BARRETO, J.; AMORIM, M. R. O. R. M.; DA CUNHA, C. A pandemia da covid-19 e os impactos na educação. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 3, n. 7, p. 792-805, 2020. Acesso em: abr. 2022.

DAAIF, J.; ZERRAF, S.; TRIDANE, M.; BENMOKHTAR, S.; BELAAOUAD, S. Technological Innovation in Teaching and Research in Chemical Science: Development of a Computer Application for the Simulation of the Practical Works of Crystallography. **International Journal of Recent Technology and Engineering (IJRTE)**, v. 8 (3): 2399-2405, 2019. Disponível em: <<https://www.ijrte.org/wp-content/uploads/papers/v8i3/C4665098319.pdf>>. Acesso em: out. 2022.

DALAGARNO, B.; BISHOP, A. G.; ADLONG, W.; BEDGOOD JR, D. R.; Effectiveness of a Virtual Laboratory as a Preparatory Resource for Distance Education Chemistry Students. **Comput. Educ.**, v. 53, n3, p.853-865, 2009. <<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2009.05.005>> Acesso em: abr. 2022.

DIAS, F. A., *et al.* "Saúde Coletiva e a pandemia da COVID-19: desafios para uma saúde global." **Research, Society and Development**, v.9(7): DOI: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i7.4188>> Acesso em: nov. 2022.

EICHLER, M. L.; DEL PINO, J. C. Carbópolis: um software para educação química. **Química: ensino médio**. Brasília: Ministério da Educação. Secretaria de Educação Básica, 2006. p. 114-117, 2006.

FALAVIGNA, Maicon *et al.* Brazilian guidelines for the treatment of outpatients with suspected or confirmed COVID-19. A joint guideline of the Brazilian Association of Emergency Medicine (ABRAMEDE), Brazilian Medical Association (AMB), Brazilian Society of Angiology and Vascular Surgery (SBACV), Brazilian Society of Geriatrics and Gerontology (SBGG), Brazilian Society of Infectious Diseases (SBI), Brazilian Society of Family and Community Medicine (SBFMC), and Brazilian Thoracic Society (SBPT). **The Brazilian Journal of Infectious Diseases**, p. 102347, 2022. <<https://doi.org/10.1016/j.bjid.2022.102347>> Acesso em: nov. 2022.

FALAVIGNA, Maicon *et al.* Diretrizes para o tratamento farmacológico da COVID-19. Consenso da Associação de Medicina Intensiva Brasileira, da Sociedade Brasileira de Infectologia e da Sociedade Brasileira de Pneumologia e Tisiologia. **Revista Brasileira de Terapia Intensiva**, v. 32, p. 166-196, 2020. <<https://doi.org/10.1016/j.bjid.2022.102347>> Acesso em: nov. 2022.

FEDERAL, Brasil Supremo Tribunal *et al.* **Constituição da república federativa do Brasil**. Supremo Tribunal Federal, 1988.

FERREIRA, P. F. M.; JUSTI, R. S. Modelagem e o "fazer ciência". **Química nova na escola**, v. 28, p. 32-36, 2008. <<http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc28/08-RSA-3506.pdf>> Acesso em: nov. 2022.

FERREIRA, L. S. **Lixo**: um tema facilitador para o ensino/aprendizagem de Química. 43f. Monografia (Graduação em Química) – Universidade Federal do Maranhão, 2018.

FERREIRA, M. P.; SUZUKI, R. M.; BONAFE, E. G.; MATSUSHITA, M.; BERTON, S. B. R. Ferramentas tecnológicas disponíveis gratuitamente para uso no ensino de química: uma revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 11, n. 3, p. 1011-1023, 2019. < <http://orcid.org/0000-0002-6058-746X> > Acesso em: nov. 2022.

FRANCISCO, W.; FRANCISCO JUNIOR, W.E. Leitura e demonstração de experimentos por meio de vídeos: análise de uma proposta a partir da escrita dos estudantes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 13, n. 1, p. 49-65, 2013. Acesso em: Mai. 2022.

FREIRE, F. M. P.; PRADO, M. E. B. B. **Projeto pedagógico**: pano de fundo para escolha de um software educacional. Paraná – PR, 2016. Disponível em: <http://etc-da-pedagogia.blogspot.com/2016/10/capitulo-5-projeto-pedagogico-pano-de.html>. Acesso em: abr. 2022.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. 52<sup>o</sup> ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, p.192, 2019b.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 80<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro: Paz e terra, p.256, 2019a.

FREITAS. **Os Equipamentos e materiais didáticos**. Centro de Educação a Distância, Brasília: Universidade de Brasília, 2009.

GADOTTI, Moacir. **Boniteza de um sonho**: Ensinar-e-aprender com sentido. São Paulo: GRUBHAS, 2003.

GALVIS, A. H. **Oportunidades educativas de las TIC** [Internet]. 2004. Disponível em: <<https://docplayer.es/4314141-Oportunidades-educativas-de-las-tic.html>>. Acesso em: 10 out. 2022.

GILBERT, J. K.; JUSTI, R.; QUEIROZ, A. S. **The use of a model of modelling to develop visualization during the learning of ionic bonding**; Tasar, M. F.; Cakmakci, G., eds.; PegemAkademi: Ankara, 2010.

GOUDOURIS E, STRUCHINER M. Aprendizagem híbrida na educação médica: uma revisão sistemática. **Rev Bras Educ Med.**, v.39(4):620-9, 2015. Doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-52712015v39n4e01642014>. Acesso em: nov. 2022.

HARTEMINK A. E.; BALKS M. R.; CHEN Z. S.; DROHAN P.; FIELD D. J.; KRASILNIKOV P.; LOWE D. J.; RABENHORST M.; REES K. VAN; SCHAD P.; SCHIPPER L. A.; SONNEVELD M.; WALTER C. The joy of teaching soil science. **Geoderma**, 217-218: 1-9, 2014. < <https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.10.016>> Acesso em: nov. 2022.

ICHLER, M. L. **A construção de noções fundamentais à química**. (2007).

IMPERADOR, C. H. L. *et al.* Cloroquina e hidroxicloroquina associado ao zinco e/ou azitromicina na COVID-19. **ULAKES JOURNAL OF MEDICINE**, v. 1, 2020.

JESUS, R. C. **Proposta do uso das tecnologias de informação e comunicação (TIC) no processo avaliativo sobre a compreensão dos conceitos de eletroquímica.** Dissertação PROFQUI. Universidade Federal do Paraná, 2020.

JIN, Yuefei *et al.* Virology, epidemiology, pathogenesis, and control of COVID-19. **Viruses**, v. 12, n. 4, p. 372, 2020 < <https://doi.org/10.3390/v12040372>> Acesso em: jun. 2022.

KATO, D. S., D KAWASAKI, C. S. As concepções de contextualização do ensino em documentos curriculares oficiais e de professores de ciências. **Ciência & Educação** (Bauru), 17(1), 35-50, 2011. Acesso em: jul. 2022.

KULIK, J.A. **School Mathematics and Science Programs Benefit from Instruction Technology.** Info Brief, 03-301. Washington DC: NSF, 2002.

LEITE, B. S. Aprendizagem Tecnológica Ativa. **Revista Internacional de Educação Superior**, v. 4, n. 3, p. 580-609, 2018. <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7008029>> Acesso em: jul. 2022.

LEITE, B. S. Estudo do corpus latente da internet sobre as metodologias ativas e tecnologias digitais no ensino das Ciências. **Pesquisa e Ensino**, v. 1 (1), e202012, 2020. DOI: 10.37853/pqe.e202012. Acesso em: jul. 2022.

LEITE, B. S. Tecnologias no ensino de química: passado, presente e futuro. **Scientia Naturalis**, v. 1, n. 3, p. 326-340, 2019. <<https://periodicos.ufac.br/index.php/SciNat/article/view/2570>> Acesso: Mai. 2022.

LEITE, B. S. **Tecnologias no Ensino de Química: teoria e prática na formação docente**, 1ª ed. Appris: Curitiba, 2015.

LIELL, C. C.; BAYER, A.; LEDUR, J. R. Aprendizagem significativa de conceitos básicos de cinemática no ensino fundamental. **Revista de educação, ciências e matemática**, v. 10(1): 57-77, 2020.

LIMA, A. M.; SANTOS, G. L.; LIMA, S. N. A.; FLORENTINO, B. G. M.; DANTAS, F. R.; SILVA, A. S.; LUCENA NETO, M. H. A química dos alimentos como tema gerador para o ensino de ácidos e bases. **Research, Society and Development**, v. 11(1):1-12, 2022. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i1.18057>. Acesso em: jun. 2022.

LIMA, D. S., FREITAS, K. C., MATOS, R. A. F., SOARES, M. H. F. B., & VAZ, W. F. (2013). Depressão e Antidepressivos: temas geradores para discussão de conceitos químicos no nível médio de ensino. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 6(2):46-63, 2013. <<http://repositorio.bc.ufg.br/handle/ri/15849>> Acesso em: jun. 2022.

LINDEMANN, R. H. **Ensino de química em escolas do campo com proposta agroecológica**: contribuições a partir da perspectiva freireana de educação. 339f. Tese (Doutorado em Educação Científica) - Universidade Federal de Santa Catarina, 2010.

LING, H.; RUI, L. VR glasses and leap motion trends in education. In **Proceedings of the 2016 11th International Conference on Computer Science & Education (ICCSE)**, Nagoya, Japão, 2016, pp. 917-920, doi: 10.1109/ICCSE. 2016.7581705. Acesso em: jun. 2022.

LÜDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação**: abordagens qualitativas. 2ª ed. São Paulo: Ed. EPU, 2013.

MACHADO, A. S. Uso de Softwares Educacionais, Objetos de Aprendizagem e Simulações no Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v.38(2):104-111, 2016. DOI: 10.5935/0104-8899.20160014. Acesso em: jun. 2022.

MARTÍNEZ-JIMÉNEZ, P.; PONTES-PEDRAJAS, A.; POLO, J.; CLIMENT-BELLIDO, M. S.; Learning in Chemistry with Virtual Laboratories. **J. Chem. Educ.**, v.80(3), p.346, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed080p346>. Acesso em: out. 2022.

MARTINHO, T; POMBO, L. Potencialidades das TIC no ensino das Ciências Naturais—um estudo de caso. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 8, n. 2, p. 527-538, 2009. < <https://www.researchgate.net/publication/28319842>> Acesso em: out. 2022.

MARQUES, L. L. M. et al. Ivermectin as a possible treatment for COVID-19: a review of the 2022 protocols. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, 2022, < <https://doi.org/10.1590/1519-6984.258325>> Acesso: Dez. 2022.

MELLO, P.E.D. **Materiais Didáticos para a Educação de Jovens e Adultos: História, Forma e Conteúdo**. 2010. 254f. Tese (Doutorado –Programa de pós-graduação em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo. São Paulo: FEUSP, 2010

MENESES, E. Q. Recursos didáticos digitales: medios innovadores para el trabajo colaborativo en línea. **Revista Electrónica Educare**, v. 13, n. 2, p. 47-62, 2009. <DOI: <https://doi.org/10.15359/ree.13-2.4>> Acesso em: out. 2022.

MINGUELL, M. E.; FONT, J. F. Asistentes pedagógicos en un entorno virtual de enseñanza y aprendizaje. In **Redes, Multimedia y Diseños Virtuales**; Ramón Pérez: Oviedo, Spain, 2000.

MILARÉ, T., e RICHETTI, G. Alfabetização científica no ensino de química: um olhar sobre os temas sociais. **Encontro nacional de ensino de química**, 14, 2008.

MOURA, J. M., SILVA, L. M., DE SOUZA, R. F., & RAMOS, D. V. B. Indicação e uso de azitromicina no tratamento do COVID-19: revisão da literatura Indication of azithromycin in the treatment of COVID-19: literature. **Brazilian Journal of**

**Development**, 7(6), 56547-56556, 2021 < DOI:10.34117/bjdv7n6-185 > Acesso em: jul. 2022.

MORAES, M. C. Subsídios para Fundamentação do Programa Nacional de Informática na Educação. Secretaria de Educação à Distância, **Ministério de Educação e Cultura**, Jan/1997.

MORENO, E. L.; HEIDELMANN, S. P.; Recursos Instrucionais Inovadores para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**, v. 39(1):12-18, 2017. NONIS, D. **3D Virtual Learning Environments (3D VLE)**; Ministry of Education: Singapore, 2005. < <http://dx.doi.org/10.21577/0104-8899.20160055> > Acesso em: out. 2022.

MÓL, G. S. Pesquisa qualitativa em ensino de química. **Revista Pesquisa Qualitativa**, v. 5, n. 9, p. 495-513, 2017.

NEVES, N N. et al. Produção de material didático no ensino de química: contribuições no desenvolvimento de um ensino contextualizado e significativo. **SOUTH American Journal of basic education, technical and technological**, v. 4, n. 2, 2017. < <https://teste-periodicos.ufac.br/index.php/SAJEBTT/article/view/1148> > Acesso em: ago, 2022.

NÓVOA, A. **Formação de professores e profissão docente**. Lisboa: Dom Quixote, 1992. ISBN 972-20-1008-5. pp. 13-33, 1992.

NOBRE, Ricardo Holanda; DE SOUSA, José Alex; NOBRE, Cibelli de Sá Pinheiro. Uso dos laboratórios de informática em escolas do ensino médio e fundamental no interior nordestino. **Revista Brasileira de Informática na Educação**, v. 23, n. 03, p. 68, 2015. DOI: <https://doi.org/10.5753/rbie.2015.23.03.68> Acesso em: ago, 2022.

OMS, 2022. Weekly **Epidemiological and Operational** updates April 2022. < <https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/situation-reports> > Acesso em: abr.2022.

ORGANIZAÇÃO PAN-AMERICANA DA SAÚDE (OPAS). **Folha informativa COVID-19** -Escritório da OPAS e da OMS no Brasil. Brasília, 2020.

ORSI, Fernanda Andrade *et al.* Guidance on diagnosis, prevention and treatment of thromboembolic complications in COVID-19: a position paper of the Brazilian Society of Thrombosis and Hemostasis and the Thrombosis and Hemostasis Committee of the Brazilian Association of Hematology, Hemotherapy and Cellular Therapy. **Hematology, transfusion and cell therapy**, v. 42, p. 300-308, 2020. < <https://doi.org/10.1016/j.htct.2020.06.001> > Acesso em: ago. 2022.

PAPADOPOULOS, N.; LIMNIOU, M. pH Titration Simulator. **J. Chem. Educ.**, v.80 (6), p.709, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1021/ed080p709.2>. Acesso em: set. 2022.

Pazinato, M. S., Braibante, H. T., Braibante, M. E., Trevisan, M. C., e Silva, G. S. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. **Química Nova na Escola**, 34(1), 21-25, 2012. <[http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34\\_1/05-EA-43-11.pdf](http://qnesc.s bq.org.br/online/qnesc34_1/05-EA-43-11.pdf) > Acesso em: ago. 2022.

PINTO, A. C. The Brazilian Chemical Society (SBQ) and the Chemistry Teaching in High Schools. **J. Braz. Chem. Soc.**, v.19 (8), p.1, 2008.  
<<https://doi.org/10.1590/S0103-50532008000800001>> Acesso em: ago. 2022.

REIS, R. S.; LEITE, B. S.; LEÃO, M. B. C. Apropriação das Tecnologias da Informação e Comunicação no ensino de ciências: uma revisão sistemática da última década (2007-2016). **RENOTE - Revista Novas Tecnologias na Educação**, v. 15, n. 2, p. 1-10, 2017.

RICHARD, E.; TIJOU, A.; RICHARD, P.; FERRIER, J.L. Multi-modal virtual environments for education with haptic and olfactory feedback. **Virtual Real.**, v.10, 207–225, 2006. < <https://link.springer.com/article/10.1007/s10055-006-0040-8>> Acesso em: out. 2022.

RICHARDS, D.; KELAIAH, I. Usability attributes in virtual learning environments. In **Proceedings of the 8th Australasian Conference on Interactive Entertainment: Playing the System**, Auckland, New Zealand, 21–22; pp. 1–10, 2012.< <https://doi.org/10.1145/2336727.2336736>> Acesso em: abr. 2022.

ROCHA, J. S., E VASCONCELOS, T. C. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. **Encontro Nacional de Ensino de Química**, 18, 1-8, 2016.

RODRIGUES, C. L.; AMARAL, M. B. **Problematizando o óbvio**: ensinar a partir da realidade do aluno. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE PÓSGRADUAÇÃO E PESQUISA EM EDUCAÇÃO, 19., Caxambu, 1996. Anais Caxambu: Anped, 1996.

SANTOS, A. L. (2004). **Guia prático de utilização do chemsketch**. Produto Educacional (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática/ Universidade Federal do Acre), 2004.

SANTOS, M. S. **Educação de qualidade: desafios e (im) possibilidades**. Trabalho de conclusão de curso (TCC), Universidade Federal de Campina Grande 2020.

SANTOS, E. S.; HENRIQUE, H. C. R.; FERNANDES, A. M.; SILVA, R. M. G. Produção e Desenvolvimento de Materiais Didáticos Digitais para o Ensino de Química: Uma perspectiva formativa. **XV Encontro Nacional de Ensino de Química (XV ENEQ)**, Brasília-DF, 2010.

SANTOS, J. C. F. (2008). **Aprendizagem significativa: modalidades de aprendizagem e o papel do professor**. 5ª ed. Cuba: Mediação, 2008. p.96.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química**. 3. ed. Ijuí: Unijuí, 2003.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. Ijuí: Unijuí, 2010.

SERAFIM, M. L.; SOUZA, M. P. Multimídia na educação: o vídeo digital integrado ao contexto escolar. *In*: SOUSA, R. P.; MOITA, F. M. C. S. C.; CARVALHO, A. B. G. **Tecnologias digitais na educação**. Campina Grande: EDUEPB, 2011. p.19-50.

SHARMA, Anshika; AHMAD FAROUK, Isra; LAL, Sunil Kumar. COVID-19: A review on the novel coronavirus disease evolution, transmission, detection, control and prevention. **Viruses**, v. 13, n. 2, p. 202, 2021. <<https://doi.org/10.3390/v13020202>> Acesso em: set. 2022.

SILVA, B. R. F.; SILVA NETO, S. L.; LEITE, B. S. Sala de aula invertida no ensino da química orgânica: um estudo de caso. **Quím. Nova**, v.44 (4), 2021. DOI: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170677>. Acesso em: ago. 2022.

SILVA, C. M. *et al.* A pandemia de COVID-19: vivendo no Antropoceno. **Revista Virtual de Química**, v. 12, n. 4, p. 1001-1016, 2020, < DOI: 10.21577/1984-6835.20200081 > Acesso em: abr. 2022.

SILVA, J. C.; MARTINS, M. C.; SILVA, R. V. Elaboração de uma sequência didática no ensino de Química estruturada em uma metodologia ativa com tema gerador: o café. **Research, Society and Development**, v. 9(9): 1-20, 2020. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i9.7253>. Acesso em: abr. 2022.

SILVA, V. C. P. O. **A química das festas como tema gerador no ensino de química**. 2021. 46f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Química) - Universidade Federal de Alagoas, 2021.

SILVA, M. B.; CARDOSO, S. H. **Química e arte: construindo uma interface de ensino a partir do estudo dos corantes naturais**. Dissertação (Mestrado em Química)- Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional-Profqui/Universidade Federal de Alagoas, 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFECTOLOGIA, de 09 de dezembro de 2020. SÃO PAULO. **Atualizações e recomendações sobre a covid-19**. Disponível em: <https://infectologia.org.br/wp-content/uploads/2020/12/atualizacoes-e-recomendacoes-covid-19.pdf>. Acesso em: abr. 2022.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE INFECTOLOGIA, de 30 de julho de 2020. **Informe da sociedade brasileira de infectologia sobre o novo coronavírus nº 15: uso de medicamentos para covid-19**. Disponível em: <https://infectologia.org.br/wp-content/uploads/2020/07/Informe-15-uso-de-medicamentos-para-covid-19.pdf>. Acesso em: abr. 2022.

SOHRABI, Catrin et al. World Health Organization declares global emergency: A review of the 2019 novel coronavirus (COVID-19). **International journal of surgery**, v. 76, p. 71-76, 2020, < <https://doi.org/10.1016/j.ijssu.2020.02.034> > Acesso em: ago. 2022.

SOUZA, J. I. R.; LEITE, Q. S. S.; LEITE, B. S. Avaliação das dificuldades dos ingressos no curso de licenciatura em Química no sertão pernambucano. **Revista**

**Docência do Ensino Superior**, v. 5, p. 135-159, 2015, <DOI: <https://doi.org/10.35699/2237-5864.2015.1976>> Acesso em: ago. 2022.

SOUZA, L. D. **Seleção, organização e disponibilização de conteúdos digitais para professores de Química através de um ambiente virtual**. 2019. 208f. Dissertação (Mestrado em química) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2019.

SOUZA, L. D.; SILVA, B. V.; ARAUJO NETO, W. N.; REZENDE, M. J. C. Tecnologias Digitais no Ensino de Química: Uma Breve Revisão das Categorias e Ferramentas Disponíveis. **Rev. Virtual Quim.**, v.13(3):713-746, 2021 < <https://dx.doi.org/10.21577/1984-6835.20210041>> Acesso em: set. 2022.

STOKOLS, D., Fuqua, J., Gress, J., Harvey, R., Phillips, K., Baezconde-Garbanati, L., ... & Trochim, W. (2003). . Evaluating transdisciplinary science. **Nicotine & Tobacco Research**, v. 5, n. Suppl\_1, p. S21-S39, 2003 < <https://doi.org/10.1080/14622200310001625555>> Acesso em: abr. 2022.

TAVARES, Ricarte; SOUZA, Rodolpho Ornitz Oliveira; DE OLIVEIRA CORREIA, Alayne. Um estudo sobre a "TIC" e o ensino da química. **Revista Geintec-Gestao Inovacao e Tecnologias**, v. 3, n. 5, p. 155-167, 2013 < D.O.I.: 10.7198/S2237-0722201300050013> Acesso em: set. 2022.

TEIXEIRA DOS SANTOS, Eva *et al.* COVID 19 E OS IMPACTOS NA EDUCAÇÃO: PERCEPÇÕES SOBRE BRASIL E CUBA. **Hygeia: Revista Brasileira de Geografia Médica e da Saúde**, v. 16, 2020. < DOI:<http://dx.doi.org/10.14393/Hygeia0054555> > Acesso em: out. 2022.

TERUYA, L. C.; MARSON, G. A.; FERREIRA, C. R.; ARROIO, A. Visualização no ensino de química: apontamentos para a pesquisa e desenvolvimento de recursos educacionais. **Química Nova**, v.36, p. 561-569, 2013. < <https://doi.org/10.1590/S0100-40422013000400014>> Acesso: abr. 2022.

TOTKOV, G. Virtual Learning Environments: Towards New Generations. In **Proceedings of the International Conference of Computer Systems and Technologies (E-Learning)**, Sofia, Bulgaria, 19–20; pp. 8–16, 2003. DOI: 10.1145/973620.973622. Acesso em: set. 2022.

TOZONI-REIS, M. F. D. C. Temas ambientais como " temas geradores": contribuições para uma metodologia educativa ambiental crítica, transformadora e emancipatória. **Educar em revista**, v. 27:93-110, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0104-40602006000100007>. Acesso em: out. 2022.

UNESCO, "**ICT development at school level**," in Information and communication technology in education: a curriculum for schools and programme of teacher development, France, Division of Higher Education, UNESCO, 2006.

VASCONCELOS A. A, et.al, **A Presença do Diálogo na Relação Professor-Aluno**. V Colóquio Internacional Paulo Freire – Recife, 19 a 22-setembro de 2005.

VALENTE, José Armando. **O computador na Sociedade do Conhecimento (organizador)**. Campinas, SP:UNICAMP/NIED, 1999.

VEIGA, M. S. M.; QUENENHENN, A.; CARGNIN, C. O ensino de química: algumas reflexões. [Anais]. I Jornada de Didática - O Ensino como Foco I Fórum de Professores de Didática do Estado do Paraná, 2012. Disponível em: <<http://www.uel.br/eventos/jornadadidatica/pages/arquivos/O%20ENSINO%20DE%20QUIMICA.pdf>>. Acesso em: out. 2022.

WARTHA, E. J.; SILVA, E. D.; BEJARANO, N. R. R. Cotidiano e contextualização no ensino de Química. **Química nova na escola**, v.35(2):84-91, 2013 <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35\\_2/04-CCD-151-12.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc35_2/04-CCD-151-12.pdf)> Acesso em: out. 2022.

WINN, W.; HOFFMAN, H.; HOLLANDER, A.; OSBERG, K.; ROSE, H.; CHAR, P. The effect of student construction of virtual environments on the performance of high-and low-ability students. In **Proceedings of the Annual Meeting of the American Educational Research Association**, Chicago, IL, USA, 24–28, March, 1997