



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Química

DIOGO ÉMERSON LEITE DE CARVALHO

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO SOBRE A
CLOROQUINA E HIDROXICLOROQUINA A PARTIR DAS ESTRUTURAS
QUÍMICAS COM O AUXÍLIO DO *SOFTWARE* CHEMSKETCH**

Ouro Preto

2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Química

DIOGO ÉMERSON LEITE DE CARVALHO

**UMA PROPOSTA DE SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ESTUDO SOBRE A
CLOROQUINA E HIDROXICLOROQUINA A PARTIR DAS ESTRUTURAS
QUÍMICAS COM O AUXÍLIO DO SOFTWARE CHEMSKETCH**

Trabalho de conclusão apresentado a disciplina de
Estágio Supervisionado IV do curso de Química
Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto.

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva

Ouro Preto

2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
REITORIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E BIOLÓGICAS
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA



FOLHA DE APROVAÇÃO

Diogo Émerson Leite De Carvalho

Uma proposta de sequência didática para o estudo sobre a cloroquina e hidroxicloroquina a partir das estruturas químicas com o auxílio do software *chemsketch*

Monografia apresentada ao Curso de Química Licenciatura da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Licenciatura em Química

Aprovada em 06 de janeiro de 2022.

Membros da banca

Prof. Doutor Fábio Augusto Rodrigues e Silva - Orientador (Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente, Universidade Federal de Ouro Preto)
Profa. Doutora Clarissa Rodrigues - Avaliadora (Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto)
Profa. Doutora Sandra de Oliveira Franco Patrocínio - Supervisora (Departamento de Química, Universidade Federal de Ouro Preto)

Fábio Augusto Rodrigues e Silva, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 14/01/2022.



Documento assinado eletronicamente por **Sandra de Oliveira Franco Patrocínio, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 14/01/2022, às 18:54, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0268710** e o código CRC **708F4B04**.

Referência: Caso responda este documento, indicar expressamente o Processo nº 23109.000586/2022-13

SEI nº 0268710

R. Diogo de Vasconcelos, 122, - Bairro Pilar Ouro Preto/MG, CEP 35400-000
Telefone: 3135591707 - www.ufop.br

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

L533u Leite de Carvalho, Diogo Émerson.
Uma Proposta de Sequência Didática para o Estudo Sobre a Cloroquina e Hidroxicloroquina a partir das estruturas Químicas com o auxílio do software ChemsSketch. [manuscrito] / Diogo Émerson Leite de Carvalho. - 2022.
36 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientador: Prof. Dr. Fábio Augusto Rodrigues e Silva.
Monografia (Licenciatura). Universidade Federal de Ouro Preto.
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Química .

1. Educação. 2. Química. 3. Bioinformática. I. Rodrigues e Silva, Fábio Augusto. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 37:54

Bibliotecário(a) Responsável: Luciana De Oliveira - SIAPE: 1.937.800

AGRADECIMENTOS

Obrigado Deus.

RESUMO

A pandemia do coronavírus atingiu diretamente as pessoas e os setores da sociedade, mudando a realidade atual. O mundo passou por uma intensa transformação, na forma de comprar, nas relações interpessoais, nas aulas remotas, etc. Com isso, “nasceram” muitos “especialistas” em todas as áreas do conhecimento, infectologistas que concordam e que discordam com o uso de máscaras para prevenção à doença, governos negacionistas quanto à eficácia de vacinas e assim por diante. Desse modo, foi pensado uma maneira de atrair a atenção dos alunos e, simultaneamente, integrar atividades que sejam ligadas entre si para ensinar o conteúdo por etapas, de acordo com os objetivos que se deseja alcançar para reforçar a aprendizagem, com atividades estruturadas e uma forma de avaliação. A sequência didática (SD) tem o objetivo de aguçar o senso crítico dos alunos quanto a diversos temas discutidos na sociedade acerca de efetividade de determinados medicamentos e uso consciente e demais fatores que podem impactar na vida como um todo. Além disso, divulgar uma ferramenta educacional para trabalhar com modelos moleculares no ensino de química, apresentar estratégias didáticas que favorecem a discussão sociocientífica a partir de uma questão sociocientífica e evidenciar o processo de desenvolvimento de uma sequência didática orientada por uma questão sociocientífica, analisando a aplicação dos medicamentos cloroquina e hidroxicloroquina, ou seja, a finalidade para que foram desenvolvidos e a real eficácia para tratamento do coronavírus. Outrossim, discutir sobre o mecanismo de ação do fármaco e se sua eficácia é considerada satisfatória contra diferentes classes de microrganismos (protozoários e vírus) e suas implicações, além de esclarecer para os alunos que ferramentas de bioinformática (como o ChemSketch, utilizado ao longo da SD) podem ser empregadas para outras investigações científicas e estimulá-los a utilizá-las em outros contextos, numa perspectiva interdisciplinar.

Palavras Chave: Sequência didática, ensino, educação, bioinformática, ChemSketch.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	OBJETIVOS	5
2.1	Objetivo geral	5
2.2	Objetivos específicos	5
3	REVISÃO DA LITERATURA	6
3.1	Cronologia da Pandemia do Coronavírus	6
3.2	Cronologia produção de vacinas	7
3.3	Origem da indicação de cloroquina e hidroxicloroquina	8
3.4	Diferenças entre cloroquina e hidroxicloroquina	10
3.5	Ação antimalárica e efeitos no corpo humano	10
3.6	Outras aplicações dos medicamentos	12
3.7	Sequências didáticas	13
	DISCUSSÃO	15
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	21
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22
	APÊNDICE	26
	DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA	26
	Apresentação do tema	26
	Expectativas de aprendizagem	26
	Objetivos da sequência:	27
	Desenvolvimento da Sequência Didática	27
	Detalhamento das atividades	28

1 INTRODUÇÃO

Desde o final de 2019 até o presente data, janeiro de 2022, o mundo tem enfrentado um problema comum, a pandemia do Coronavírus, um vírus também conhecido como SARS-COV2, responsável pela Covid-19, uma doença infectocontagiosa que impactou intensamente, em questões de saúde, sociais e econômicas, os mais diferentes países ao longo dos meses, várias informações sobre os mais diferentes medicamentos surgiram na mídia nacional, principalmente por meio do presidente do Brasil, Jair Bolsonaro, conforme apresentado abaixo:

- 19/03/2020: Presidente alega que estão exagerando o chama de “vírus superdimensionado”; (25 casos no Brasil)
- 24/03/2020: Bolsonaro faz pronunciamento e chama doença de “gripezinha”; (11 mortes)
- 26/03/2020: “Brasileiro pula em esgoto e não acontece nada”; (77 mortes)
- 29/03/2020: “Todos vamos morrer um dia”; (136 mortes)
- 12/04/2020: “O vírus está indo embora”; (776 mortes)
- 20/04/2020: “Eu não sou coveiro”; (2500 mortes)
- 15/06/2020: “E daí?”; (5 mil mortes)
- 19/01/2020: “Vou fazer um churrasco”; (9 mil mortes)
- 20/05/2020: “Cloroquina e tubaína”; (18 mil mortes)
- 02/06/2020: “(a morte) é o destino de todos”; (31 mil mortes)
- 07/07/2020 :“É como chuva, vai atingir você”; (66 mil mortes)
- 31/07/2020: “Tem medo de que? Enfrenta!”; (92 mil mortes)
- 10/11/2020: “País de maricas”; (168 mil mortes)
- 17/12/2020: “Se tomar vacina e virar jacaré não tenho nada a ver com isso”; (184 mil mortes)
- 05/01/2021: “Vírus potencializado pela mídia sem caráter”; (197 mil mortes)
- 22/01/2021: “Não está comprovado cientificamente sobre essa vacina aí”; (215 mil mortes)
- 04/03/2021: “Até quando vão ficar chorando”; (261 mil mortes)
- 04/03/2020: Bolsonaro monta comitê contra Covid e defende vacinação; (300 mil mortes)
- 19/01/2020: Sem citar do que se trata, Bolsonaro diz “um número enorme”; (400 mil mortes)
- 20/06/2021: Bolsonaro ignora repórteres e não fala sobre a Covid; (500 mil mortes) (BERTONI, 2021).

Para enfrentar esses discursos que contrapõem o que já foi comprovado por vários institutos de pesquisa – como a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), Departamento de Epidemiologia da USP, etc –, ao longo de todo período de pandemia, será apresentada uma proposta de sequência didática tem a função de promover um ambiente de discussão sobre um medicamento a partir de um *software* para que os alunos de ensino médio ou mesmo instituições de ensino superior, possam ter a oportunidade de simular as interações dos medicamentos cloroquina e hidroxiclороquina contra protozoários

(*Plasmodium vivax*, *P. ovale*, *P. malariae* e cepas sensíveis de *P. falciparum*) e vírus (Coronavírus) e discutir sua correta indicação. A proposta de sequência didática (SD) foi pensada a partir da seguinte questão problema: “Um medicamento utilizado para combater um protozoário, pode ser eficaz contra um vírus?”

É importante ressaltar que alguns estudantes podem ter dificuldades para realizar abstrações sobre as moléculas ao ter contato pela primeira vez com a química e alguns professores utilizam modelos com bolas de isopor ou até mesmo modelos de moléculas tradicionais que têm certa facilidade de manipulação (FARIAS, 2016; SILVA, 2020). Nesse sentido, reforça-se a ideia de promover estratégias de uso de modelos químicos, o que poderia ser feito a partir de uma discussão a partir de uma questão sociocientífica sobre o tratamento precoce com a possibilidade de se favorecer o contato com estrutura 3D de modelos moleculares com a utilização do programa CHEMSKETCH.

As questões sociocientíficas podem ser definidas como “questões controversas, que envolvem diferentes pontos de vista e que têm implicações em uma ou mais áreas do conhecimento (SOUSA; GEHLEN, 2017, p. 3)”. Elas têm sido utilizadas porque, “além de favorecer a formação cidadã do educando, podem contribuir para a compreensão da natureza da ciência, com a articulação de diferentes áreas do conhecimento, com o desenvolvimento do pensamento crítico” (SOUSA; GEHLEN, 2017, p. 3).

Nesse sentido, pode-se destacar que a química não deveria se restringir ao estudo das propriedades da matéria. Os elementos e os fenômenos químicos estão presentes em vários produtos da vida cotidiana, como alimentos, combustíveis, embalagens de papel e plástico e medicamentos. Essa presença tão significativa parece implicar que conhecer e compreender química pode se tornar cada vez mais essencial para que o indivíduo possa viver e intervir no mundo atual, ou, pelo menos, ter capacidade de fazer uma reflexão sobre os seus comportamentos que têm implicações econômicas, ambientais, sociais e políticas.

Na educação básica, os alunos têm, muitas vezes, acesso a um tipo de ensino mais tradicional de química, que não valoriza a participação dos alunos, ou seja menos dialógico e/ou interativo. Existe um currículo “engessado” e pouco articulado e contextualizadas, no qual as aplicações práticas do conteúdo não ficam explícitas. O professor transmite a informação e o aluno decora, o que pode acabar por desestimular o aprendizado. No entanto, é importante que o aluno seja capaz de perceber como os conhecimentos que adquirem na escola podem ser úteis em vários aspectos da sua vida.

Nesse contexto, Santos (2008) discute sobre o movimento ciência-tecnologia-sociedade (CTS) ou ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), que visa contextualizar o ensino de ciências em uma perspectiva crítica, trazendo a problematização de temas sociais para promover a formação de alunos em cidadãos socialmente comprometidos. O autor ressalta que as propostas curriculares devem levar em consideração a situação real e atual da sociedade, além de valores culturais e conhecimentos pré-existentes dos educandos, para promover uma discussão de forma contextualizada, dinâmica e

articulada de informações científicas relacionadas a questões econômicas, ambientais, políticas, sociais, éticas e culturais.

Com esses objetivos, a contextualização pedagógica do conteúdo científico pode ser vista com o papel da concretização dos conteúdos curriculares, tornando-os socialmente mais relevantes. Para isso, é necessária a articulação na condição de proposta pedagógica na qual, situações reais tenham um papel essencial na interação com os alunos (suas vivências, saberes, concepções), sendo o conhecimento, entre os sujeitos envolvidos, meio ou ferramenta metodológica capaz de dinamizar os processos de construção e negociação de significados (SANTOS, 2008, p.5).

Tal ideia é reforçada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM), quando são citadas as competências e habilidades a serem desenvolvidas em química:

Representação e comunicação

- Descrever as transformações químicas em linguagens discursivas.
- Compreender os códigos e símbolos próprios da química atual.
- Traduzir a linguagem discursiva em linguagem simbólica da química e vice-versa. Utilizar a representação simbólica das transformações químicas e reconhecer suas modificações ao longo do tempo.
- Traduzir a linguagem discursiva em outras linguagens usadas em química: gráficos, tabelas e relações matemáticas.
- Identificar fontes de informação e formas de obter informações relevantes para o conhecimento da química (livro, computador, jornais, manuais etc).

Investigação e compreensão

- Compreender e utilizar conceitos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-empírica).
- Compreender os fatos químicos dentro de uma visão macroscópica (lógico-formal).
- Compreender dados quantitativos, estimativa e medidas, compreender relações proporcionais presentes na química (raciocínio proporcional).
- Reconhecer tendências e relações a partir de dados experimentais ou outros (classificação, seriação e correspondência em química).
- Selecionar e utilizar ideias e procedimentos científicos (leis, teorias, modelos) para a resolução de problemas qualitativos e quantitativos em química, identificando e acompanhando as variáveis relevantes.
- Reconhecer ou propor a investigação de um problema relacionado à química, selecionando procedimentos experimentais pertinentes.
- Desenvolver conexões hipotético-lógicas que possibilitem previsões acerca das transformações químicas.

Contextualização sociocultural

- Reconhecer aspectos químicos relevantes na interação individual e coletiva do ser humano com o ambiente.
- Reconhecer o papel da química no sistema produtivo, industrial e rural.
- Reconhecer as relações entre o desenvolvimento científico e tecnológico da química e aspectos sócio-político-culturais.
- Reconhecer os limites éticos e morais que podem estar envolvidos no desenvolvimento da química e da tecnologia (BRASIL, 2000, p. 39, grifo nosso).

Partindo das informações supracitadas, percebe-se que a compreensão da química pode ser essencial para que os indivíduos desenvolvam a capacidade de interpretar informações veiculadas pelos diversos meios de comunicação, que muitas vezes são muito superficiais ou muito técnicas, ou ainda, errôneas e sem respaldo científico.

No ensino de química, almeja-se que, com embasamento científico, de que os alunos serão mais capazes de interpretar e criticar as informações que obtém nos mais diferentes ambientes e pelos mais diversos meios de comunicação. Também é importante que o aluno compreenda que a química está diretamente articulada com outros conteúdos, tais como biologia e física. Essa perspectiva interdisciplinar deve ficar mais evidente e o aluno deve ser capaz de associar os conhecimentos aprendidos nas diversas disciplinas para compreender o mundo em que vive e realizar intervenções em prol da sociedade.

Contrariamente ao modelo tradicional de ensino, defende-se que a aprendizagem de química deve possibilitar aos alunos a compreensão das transformações químicas que ocorrem no mundo físico de forma abrangente e integrada, para que estes possam julgá-la com fundamentos teórico-práticos. No entanto, nem sempre o professor está preparado para atuar de forma interdisciplinar, relacionando o conteúdo com a realidade dos alunos (ROCHA; VASCONCELOS, 2016, p. 1)

Logo, não é nenhum exagero afirmar que o objetivo principal do professor comprometido com uma educação científica mais democrática é formar cidadãos capazes e competentes para melhorar o mundo em que vivemos (COUTINHO; FIGUEIREDO; SILVA, 2016). Para tal, é necessário que haja uma atualização constante nas metodologias e nas concepções de ensino e aprendizagem, visto que o mundo contemporâneo está em constante transformação e a cada dia surgem novas ferramentas que podem ser utilizadas por professores e educandos para desenvolver novas habilidades científico-tecnológicas.

Sobre o emprego de novas metodologias de ensino, Carbo e colaboradores (2019) afirmam que os recursos educativos são ferramentas muito úteis para favorecer a associação do aprendizado, principalmente em conteúdos nos quais os alunos apresentam mais dificuldades de compreensão e aprendizagem. Nesse contexto, a bioinformática se torna uma aliada importante do professor de química, uma vez que existem *softwares* (como o ChemSketch) que favorecem a identificação das estruturas moleculares e possíveis interações pelos alunos.

Diante do exposto, a realização deste trabalho se justifica, uma vez que propõe o emprego de uma ferramenta de bioinformática para o ensino de química, abrangendo uma situação atual e socialmente relevante – o efeito de um fármaco sobre uma doença viral que afeta todo o mundo. Essa proposta será realizada por meio de uma sequência didática (SD), envolvendo uma série de atividades que, em conjunto, visam auxiliar a compreensão do assunto. Cabe ressaltar que a proposta apresentada neste trabalho pode servir de modelo e ser extrapolada para abordar outros assuntos que os educadores julgarem importantes para a formação cidadã de seus alunos.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Apresentar uma proposta de sequência didática sobre os medicamentos cloroquina e hidroxicloroquina para fomentar a discussão sobre o combate à pandemia da COVID-19.

2.2 Objetivos específicos

- Divulgar uma ferramenta educacional para o trabalho com modelos moleculares no ensino de química;
- Apresentar estratégias didáticas que favorecem a discussão sociocientífica a partir de uma questão sociocientífica;
- Evidenciar o processo de desenvolvimento de uma sequência didática orientada por uma questão sociocientífica.

3 REVISÃO DA LITERATURA

3.1 Cronologia da Pandemia do Coronavírus

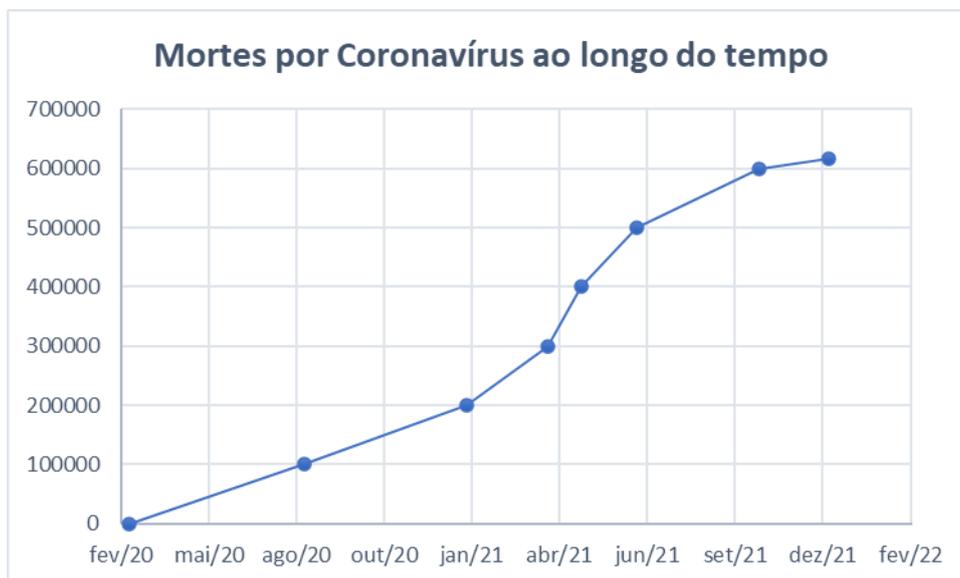
As primeiras manifestações relatadas sobre um novo tipo de Coronavírus datam de dezembro de 2019. Esse vírus logo foi associado ao número 19, e ficou conhecido popularmente como Covid-19 - *(co)rona (vi)rus (d)isease*. Quando a Organização Mundial da Saúde (OMS) teve conhecimento, uma equipe foi visitar a cidade de Wuhan na China para verificar a transmissão e constatou o caso como uma “transmissão entre humanos limitada”. Porém, no final de janeiro, a própria OMS declarou que era uma situação de emergência de saúde pública mundial, que foi declarada como pandemia apenas em março de 2020.

O Brasil teve seu primeiro caso no final de fevereiro de 2020. Próximo dessa data, muitos veículos de comunicação informavam de que as máscaras não eram eficazes para prevenir a contaminação pelo Coronavírus e, por isso, era indicado apenas por profissionais da saúde. Com o aumento dos casos, a indicação foi ampliada para as pessoas infectadas. Somente no final de março e início de abril, as agências de saúde, especialistas e a mídia indicavam que a máscara deveria ser usada por todos para prevenir a transmissão do Coronavírus por partículas virais suspensas (CARBINATTO, 2020; BRONZE, 2020).

No Brasil, a escalada de mortes por Coronavírus foi rápida, desde o dia 26 de fevereiro até o dia 8 de agosto, ou seja, em aproximadamente 5 meses o país completou a marca de 100 mil mortes (BRONZE, 2020). Com mais 5 meses, em janeiro de 2021, atingiu-se a marca de 200 mil mortes (FIGUEIREDO, 2021). A partir de então, as mortes começaram a aumentar vertiginosamente, com apenas mais 3 meses, ou seja, em dia 24 de março de 2021, o Brasil atingiu a marca de 300 mil mortes (JUCÁ, 2021). Com apenas um mês de diferença, em 24 de abril, o Brasil atingiu a marca de 400 mil mortes por Coronavírus (ROSA, 2021) e logo mais, em junho de a incrível marca de 500 mil mortes, O que pode ter muita relação com a postura de negacionismo do Presidente da República e a inércia do Ministério da Saúde (ROCHA, 2021).

Em dezembro de 2021, o Brasil contava com mais de 600 mil mortes, sendo que a média móvel¹ que se mantinha abaixo de 200 mortes diárias. Com o avanço da vacinação no país, houve diminuição de casos de internações (ROSA *et al.*, 2021). No entanto, uma nova variante – denominada ômicron – traz novas preocupações, uma vez que se acredita que seja mais transmissível que variantes anteriores e resistentes às vacinas já desenvolvidas até o presente momento (PULLIAM *et al.*, 2021; TORJESSEN, 2021).

¹ Soma do número de casos de cada dia de uma semana dividido por sete

Figura 1. Mortes por Coronavírus ao longo do tempo

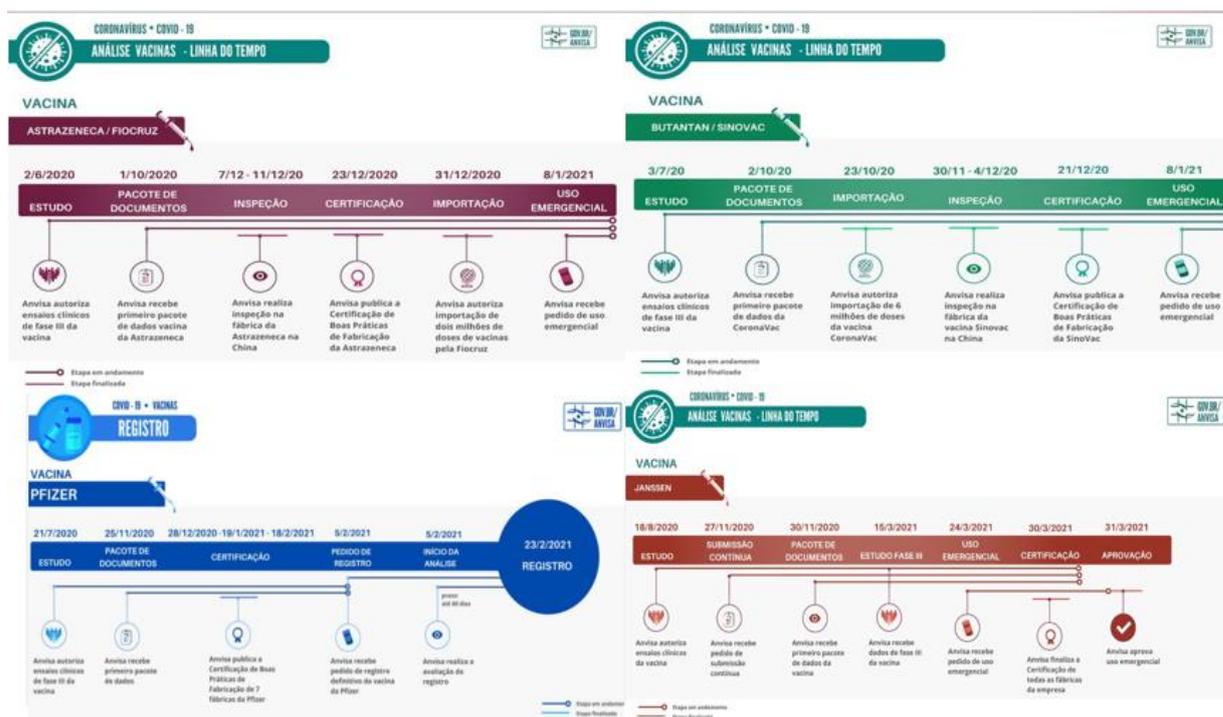
Fonte: o autor (2021)

A partir das informações obtidas, pode-se traçar um gráfico de mortes em função do tempo (Figura 1). É possível perceber que, entre março a julho de 2021 os números aumentaram significativamente o que pode ser explicado pelo surgimento de novas variantes do SARS-COV-2. Logo após, com a campanha de vacinação com os produtos de diferentes laboratórios, verifica-se que a curva de mortes começa a se estabilizar, o que pode ser uma evidência da eficácia que as vacinas podem trazer às pessoas.

3.2 Cronologia produção de vacinas

Com o mundo buscando uma solução para o desenvolvimento de vacinas que pudessem ser eficazes, obteve-se vacinas em tempo recorde. Apesar de o Brasil demorar um pouco com as pesquisas, assim que elas foram aprovadas em outras partes do mundo, começaram a ser pesquisadas para sua aprovação. Percebe-se na Figura 2 o tempo de produção das vacinas desde o seu estudo até o registro e aprovação pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária.

Figura 2. Linha do tempo de aprovação de vacinas contra Coronavírus



Fonte: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2021/uso-emergencial-das-vacinas-linha-do-tempo-na-anvisa>

Pela imagem apresentada, vê-se que apesar do atraso em adquirir as doses de vacina, o Brasil conseguiu também, assim como outros países, fazer pesquisas e aprová-las em um tempo razoavelmente rápido se comparado a vacinas que foram desenvolvidas ao longo do tempo, que podem demorar de 10 a 30 anos para sua pesquisa até a etapa de registro e aprovação, a depender da complexidade e variabilidade genética da doença.

3.3 Origem da indicação de cloroquina e hidroxicloroquina

Muitos podem ter se questionado “de onde surgiu essa história de que a cloroquina ou hidroxicloroquina para o tratamento precoce ou agudo da COVID 19?”. A verdade é que não surgiu propriamente de uma *fake news* disseminada por grupos ideológicos. Inicialmente, já existiam estudos de tratamento com o emprego de cloroquina contra complicações da síndrome respiratória aguda grave (SARS-Cov), porém os estudos publicados relatam que foram experimentos realizados *in-vitro* (KEYAERTS *et al.*, 2004). Com dados de uma pesquisa divulgada em fevereiro de 2020 precipitadamente pelo microbiologista francês Didier Raoult, publicada na revista The Lancet com alto fator de impacto (IF = 60.392), que se deu início a uma série de compartilhamentos de que existia

um tratamento precoce contra o Coronavírus. Tanto a publicação quanto o compartilhamento desse estudo podem ter sido considerados precipitados, mas se explicam pelo grau de emergência e desespero devido ao colapso dos sistemas de saúde em vários países e pelo alto índices de letalidade de mortalidade atribuídos a COVID e as complicações advindas por essa virose.

Em maio de 2020, após uma série de estudos que comprovaram a ineficácia da cloroquina ou a hidroxicloroquina, a própria revista fez uma retratação em sua página da internet (MEHRA *et al.*, 2020). O então, presidente dos Estados Unidos a época, utilizou-se da pesquisa para pressionar o *Food and Drug Administration* (FDA) a aceitar o tratamento em 28 de março de 2020, que cedeu às pressões. O presidente brasileiro, Jair Messias Bolsonaro, que com frequência seguia as ideias do presidente americano, passa a defender também os medicamentos e a utilização no Brasil passa a ser estimulada, o chamado “Kit Covid” (SANTOS-PINTO *et al.*, 2021), que consiste em a cloroquina/hidroxicloroquina, a azitromicina, a ivermectina e outros medicamentos (CORRÊA *et al.*, 2020).

Tanto o presidente do Brasil quanto o americano fizeram uma forte propaganda política acerca dos medicamentos hidroxi/cloroquina, fazendo certo alvoroço midiático para propagar a divulgação dos medicamentos como cura ou um pré-tratamento para a doença. Porém, além da não comprovação – informada pouco tempo depois da divulgação presidencial –, o uso desses medicamentos resultava em inúmeros efeitos colaterais que poderiam ser tão ruins quando o próprio Coronavírus. A indicação por “profissionais políticos”, sobretudo em uma população menos instruída ou cooptada por um discurso ideológico reacionário, acarretou em um alvoroço e automedicação desnecessária, que poderiam piorar a situação de um paciente (CORRÊA *et al.*, 2020). Não somente os líderes brasileiro e americano, mas em um estudo computacional na Universidade Federal de Alagoas mostrou que a cada notícia falsa ou divulgada sem estudo científico por um líder de algum país, o índice de pesquisas acerca desse tema sobe consideravelmente, o que se faz refletir sobre o cuidado que eles têm que ter, ou deveriam ter, ao divulgar determinada informação sem comprovação (LISBOA *et al.*, 2020).

Nesse sentido, ressalta-se que a informação e tecnologia tem que ser tratadas com cuidado para que não possa agravar uma situação de crise, ainda sim, podem ser utilizadas para melhoria da pesquisa e da população, como a química computacional, que vem crescendo muito. Para citar um exemplo, o prêmio Nobel de Química de 2013 foi concedido a três cientistas que desenvolveram um conjunto de métodos e programas computacionais que possibilitou o estudo minucioso de reações químicas em sistemas macromoleculares, das interações entre átomos e moléculas e de como eles se movem em tais sistemas (GOMES, 2020).

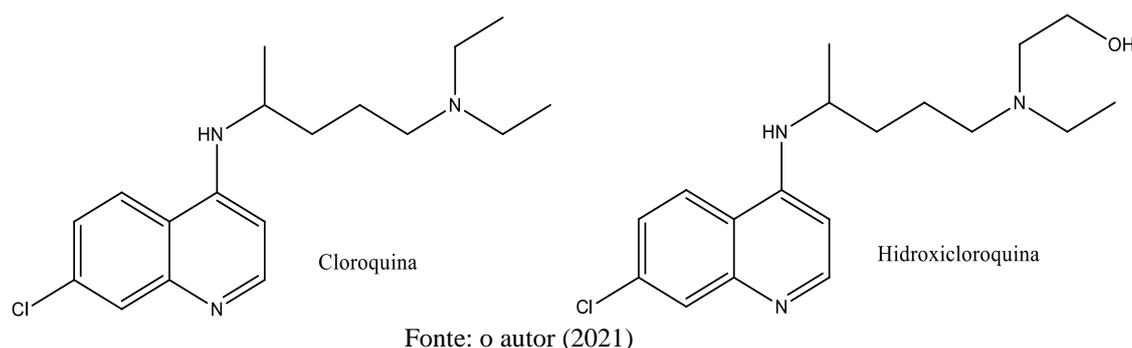
O conhecimento da estrutura molecular é muito importante nas pesquisas científicas, principalmente, na área da Ciência Farmacêutica, uma vez que esta estuda as origens moleculares da atividade biológica dos fármacos e viabilizam a pesquisa para fármacos eficientes, seletivos e de uso seguros ao compreenderem a similaridade e complementaridade molecular (BARREIRO *et al.*, 1997).

Ademais, caso os estudantes tenham a oportunidade de compreender a importância de conhecer sobre a estrutura das moléculas ou os aspectos histórico-científicos que auxiliam em tratamentos de doenças e verificar o tipo de interação ou quando podem ou não reagir com determinado organismo, eles poderão compreender, também, a importância da química para o cotidiano.

3.4 Diferenças entre cloroquina e hidroxicloroquina

Algumas pessoas não sabem que existe uma pequena diferença entre a cloroquina e a hidroxicloroquina e a tratam como sinônimos. A diferença está basicamente na função álcool que compõe a molécula. Na Figura 3 pode ser observado essa diferença, enquanto que existe na hidroxicloroquina existe o grupo HO, na sua molécula “irmã” não existe, moléculas que são usadas para a produção de fármacos contra a malária.

Figura 3. Cloroquina e hidroxicloroquina



3.5 Ação antimalárica e efeitos no corpo humano

A malária é uma doença infecciosa, em que as espécies infecciosas no corpo humano são a *Plasmodium falciparum*, *P. vivax*, *P. malarie* e *P. ovale*. A transmissão ocorre por meio da picada da fêmea do mosquito do gênero *Anopheles*. Ao picar a pele, os esporozoítos invadem as células do fígado. O período de incubação varia de 7 a 14 dias, podendo demorar meses em casos como o *P. vivax* e *P. malarie*. Os sintomas vão desde calafrios, febre, sudorese a náuseas e vômitos. Em alguns casos graves, geralmente por *P. falciparum*, são alteração da consciência, hiperventilação, convulsões, hipotensão arterial ou choque, edema pulmonar, hemorragias, febre acima dos 41 ° C, entre outros. As alterações laboratoriais podem incluir anemia grave, hipoglicemia, insuficiência renal, acidose metabólica, hiperlactatemia, hiperparasitemia. Os medicamentos utilizados para tratamento da malária possuem certo grau de toxicidade, então é necessário levar em consideração a idade, o peso do paciente, doenças preexistentes, espécie do plasmódio infectante, exposição anterior à doença, gravidez e gravidade da doença para administração das doses (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2010)

A cloroquina e hidroxicloroquina têm efeitos antimaláricos, dentre os quais podem ser citados: bloqueio do processamento do antígeno a partir do aumento do pH endossômico², diminuição na produção de citocinas mediada por macrófagos, inibição da fosfolipase A2 e C, estabilização das membranas lisossomais, levam à ação antioxidante e bloqueia a liberação de superóxido, absorção de luz ultravioleta, diminuição na produção de estrogênio, auxilia na hipoglicemia, bloqueio de doença do enxerto contra hospedeiro, inibe a agregação e adesão plaquetária, induz a apoptose, ações parecidas com a quinidina, efeitos antimicrobianos, efeitos antiproliferativos, dissolução de complexos imunes circulantes (RIBEIRO *et al.*, 2020).

De acordo com Whalen e colaboradores (2016, p. 552), o mecanismo de ação da cloroquina não é completamente compreendido, mas pode ser descrito da seguinte forma:

Depois de atravessar as membranas do eritrócito e dos plasmódios, a cloroquina (uma base diprótica fraca) se concentra no vacúolo alimentar ácido do parasita, primariamente por sequestro iônico. No vacúolo alimentar, o parasita digere a hemoglobina celular do hospedeiro para obter os aminoácidos essenciais. Contudo, esse processo também libera grandes quantidades de heme solúvel, que é tóxico para o parasita. Para proteger-se, o parasita polimeriza a heme em hemozoína (um pigmento), que é aprisionado no vacúolo alimentar do parasita. A cloroquina liga-se especificamente à heme, impedindo a polimerização em hemozoína. O aumento do pH e o acúmulo de heme resultam em lesões oxidativas às membranas fosfolipídicas, levando à lise do parasita e do eritrócito.

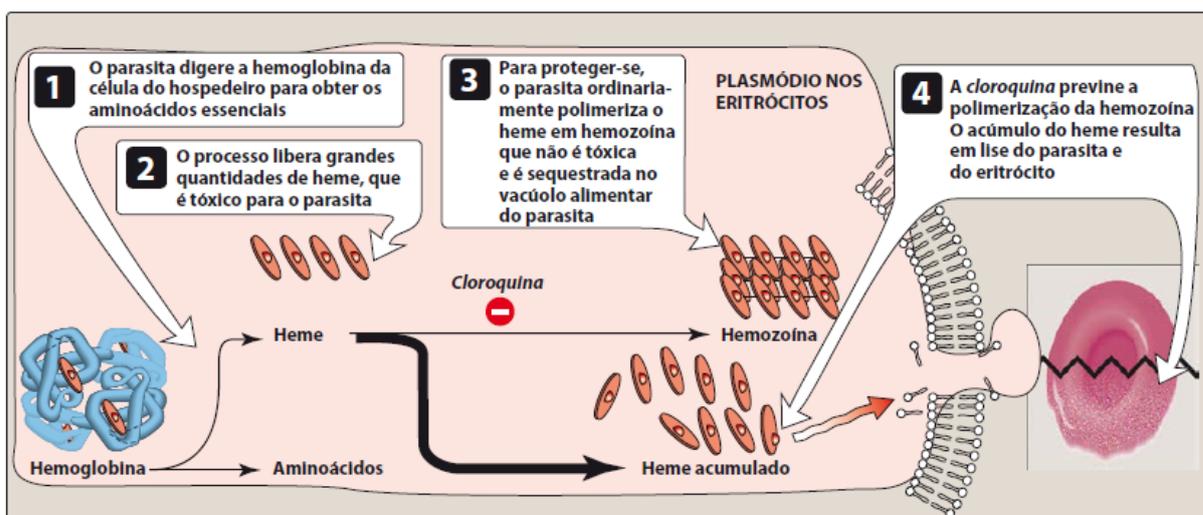
Já em relação à farmacocinética, os autores explicam que:

A cloroquina é rápida e completamente absorvida após administração oral. O fármaco tem amplo volume de distribuição e se concentra nos eritrócitos, no fígado, no baço, nos rins, nos pulmões, nos tecidos que contêm melanina e nos leucócitos. Ele persiste nos eritrócitos. A cloroquina também penetra o sistema nervoso central (SNC) e atravessa a placenta. Ela é desalquilada pelo sistema hepático de oxidases de função mista, mas alguns metabólitos retêm a atividade antimalárica. O fármaco e seus metabólitos são excretados de modo predominante na urina (WHALEN *et al.*, 2016, p. 552-553).

A Figura 4 ilustra o mecanismo de ação da cloroquina contra os plasmódios.

² pH em torno de 6,5

Figura 4. Ação da cloroquina na formação de hemozoína pelas espécies de plasmódios



Fonte: WHALEN *et al.*, p. 552. 2016

Em contrapartida ao uso do medicamento, os efeitos colaterais mais comuns – apesar de pouco frequentes em dosagens profiláticas baixas – são distúrbios gastrointestinais, urticária (prurido), cefaleia e visão borrada. Complicações mais graves podem incluir retinopatia (complicação do diabetes que afeta os olhos causando danos na retina nos vasos sanguíneos na região posterior), cardiomiopatia (inflamação no músculo cardíaco causando aumento e enfraquecimento que prejudica a capacidade de bombeamento de sangue, levando a insuficiência cardíaca), neuromiopatia (afecção que atinge simultaneamente sistema nervoso e músculos) e miopatia (afecções musculares) (RIBEIRO *et al.*, 2020).

Nesse contexto, a cloroquina é contraindicada para pacientes com psoríase, porfiria e aqueles que fazem uso de outros fármacos que também prolongam o intervalo QT. Deve-se usar de cautela ao administrar o fármaco a pacientes com comprometimento hepático e transtornos gastrointestinais, neurológicos ou hematológicos (WHALEN *et al.*, 2016).

Apesar de ser eficaz no tratamento da malária eritrocítica causada por *P. falciparum*, a cloroquina não é tão eficaz quando a espécie contra a malária causada por *P. vivax*. Na presença de uma cepa resistente à cloroquina, a alternativa farmacológica é a hidroxicloroquina. Ambos os fármacos também podem ser empregados na profilaxia contra a doença, quando o indivíduo vai viajar para uma região endêmica (WHALEN *et al.*, 2016).

3.6 Outras aplicações dos medicamentos

A cloroquina também pode ser usada para tratar amebíase extraintestinal (mas não amebíase luminal³), pois auxilia na eliminação de trofozoítos no abscesso hepático. Nesses casos, é realizada a

³ Amebíase restrita ao lúmen do intestino, geralmente assintomática

associação com outro fármaco comumente usado para tratar amebíase, o metronidazol (WHALEN *et al.*, 2016).

Por sua vez, a hidroxicloroquina é empregada no tratamento de doenças reumáticas, tais como artrite reumatoide (AR) e lúpus eritematoso sistêmico (LES), mas seu exato mecanismo de ação nesses distúrbios não está completamente elucidado. É importante ressaltar que, apesar de causar menos efeitos colaterais no fígado e sistema imunológico em relação a outros Fármacos Antirreumáticos. Modificadores da Doença (FARMD), a hidroxicloroquina pode causar toxicidade ocular, com depósitos corneais e até lesão irreversível da retina (WHALEN *et al.*, 2016).

Em relação à proposta do uso dos fármacos supracitados no tratamento da COVID, já havia desde o início da pandemia várias controvérsias sobre a utilização de medicamentos que não eram cientificamente testados contra o Coronavírus, com um viés epistemológico e suas implicações. Um dos artigos publicados, “A controvérsia científica em torno da cloroquina e hidroxicloroquina no tratamento da Covid-19: a importância dos estudos sociais da ciência na sociedade complexa”, versa sobre a utilização precipitada do uso e o impacto na sociedade com a velocidade da informação e desinformação, a chamada infodemia. Assim, como simples informações divulgadas por redes sociais de autoridades respeitadas podem ser fontes perigosas de informações que, aliadas ao desconhecimento e ignorância, trazem resultados perigosíssimos à saúde humana (RODRIGUES, 2020; ARAUJO, OLIVEIRA, 2020).

Nesse contexto, é importante que sejam elaboradas estratégias de ensino que permitam que os alunos sejam capazes de analisar criticamente as informações obtidas por meio da mídia e de outras fontes de informação. Uma das estratégias é a sequência didática.

3.7 Sequências didáticas

De acordo com Zabala (1998, p. 20) *apud* Leite *et al.* (2020, p. 178), as sequências didáticas (SD) são “uma maneira de encadear e articular as diferentes atividades ao longo de uma unidade didática”. Já para Méheut (2005) *apud* Leite *et al.* (2020, p. 179), as SD podem ser definidas como:

[...]um conjunto de atividades interligadas que buscam possibilitar a aprendizagem do conhecimento científico escolar pelos estudantes. O autor destaca o fato de que elas expressam quatro componentes: professor, alunos, mundo real e conhecimento científico, que, associados, privilegiam duas dimensões -a epistêmica, que abarca a relação entre o mundo material e o conhecimento científico, e a dimensão pedagógica, permeando o papel do professor, do aluno e suas interações.

Pode-se dizer que as SD são um conjunto de atividades didáticas que ajudam os alunos a trabalhar e compreender um tema de uma disciplina. Ao elaborar uma SD, o professor deve levar em consideração tanto o conteúdo que será introduzido quanto os conhecimentos preexistentes dos alunos. Além disso, também devem ser levados em consideração a ordem e o ritmo em que as atividades serão

realizadas, pois a organização de todos esses fatores influenciará no processo de aprendizagem (ALMEIDA, *et al.*, 2018).

Pela obra de Coutinho e Silva (2016), pode-se perceber que as SD podem ser empregadas no ensino dos mais diversos tipos de conteúdo, tais como questões socioambientais (como o licenciamento ambiental de uma mineradora), bioética (como clonagem humana e organismos geneticamente modificados), questões étnico-raciais (percepção do corpo humano), medicinais (uso de medicamentos naturais), entre outros.

Assim sendo, pode-se afirmar que as SD parecem ser ferramentas promissoras para o ensino de vários conteúdos - inclusive química -, em substituição, ou como complemento aos processos de ensino aprendizagem menos dialógicos. Ressalta-se que, a elaboração de uma SD exige organização e planejamento por parte do professor, devendo abranger três dimensões: dimensão conceitual (o que se deve saber?); dimensão procedimental (o que se deve saber fazer?) e dimensão atitudinal (como deve ser?) (LEITE *et al.*, 2020).

Também é importante ressaltar que a utilização de ferramentas digitais em sequências didáticas é de grande relevância, uma vez que a atual geração de alunos tem grande afinidade por tecnologias digitais e se sentem confortáveis ao usá-las. Assim sendo, o professor pode fazer uso desse recurso para despertar a atenção de seus alunos e favorecer a sua compreensão do conteúdo (ALMEIDA *et al.*, 2016).

Pode-se afirmar que as SD são ferramentas muito úteis para se trabalhar questões sociocientíficas em sala de aula, tais como a que é proposta neste trabalho - uso de cloroquina e hidroxicloroquina no tratamento da Covid -, uma vez que parece permitir capacitar os alunos, de uma forma organizada e didática, a compreender, interpretar e analisar criticamente informações obtidas por meio de diversas fontes.

DISCUSSÃO

Não é incomum que os alunos apresentem alguma dificuldade no aprendizado de química, uma vez que o ensino dessa disciplina – muitas vezes – ainda é realizado por métodos menos dialógicos e expositivos, o que pode gerar desinteresse por parte dos educandos. Muitas críticas têm sido realizadas a este modelo de ensino, uma vez que é descontextualizado e não interdisciplinar, tornando difícil para que os alunos relacionem o conteúdo abordado na sala de aula ao seu cotidiano (ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Isso gera preocupação, pois “a função do ensino de química deve ser a de desenvolver a capacidade de tomada de decisão, o que implica a necessidade de vinculação do conteúdo trabalhado com o contexto social em que o aluno está inserido” (SANTOS; SCHNETZLER, 1996, p.29).

A dificuldade de aprendizado de química também está relacionada com a complexidade do conteúdo, que exige memorização de fórmulas, além da ausência de atividades atrativas, que promovam o aprendizado de uma forma menos monótona e desestimulante (CARBO *et al.*, 2019).

Os modelos de ensino defendidos atualmente são contrários a este tipo de ensino considerado “desconfortável” pela maioria dos alunos. O esperado é que, por meio do que é aprendido o aluno seja capaz de compreender o mundo em que vive de forma integrada e abrangente. Esse tipo de abordagem exige que o professor esteja atualizado e capacitado a trabalhar o conteúdo de forma interdisciplinar, relacionando a disciplina com o cotidiano dos alunos (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

Nesse contexto, verifica-se a necessidade de falar em educação química, priorizando o processo ensino/aprendizagem de forma contextualizada, problematizadora e dialógica, que estimule o raciocínio e que os estudantes possam perceber a importância socioeconômica da química, numa sociedade tecnológica. Diante dessa problemática, cabe-nos pensar sobre o processo de ensino/aprendizagem, bem como acerca das dificuldades existentes neste processo. Assim, indaga-se: o que se entende por dificuldades de aprendizagem? Quais as principais causas que estão na base dessas dificuldades? Que fatores dificultam o ensino/aprendizagem no contexto da química? (ROCHA; VASCONCELOS, 2016, p. 1).

É importante lembrar que a aprendizagem se dá a partir de um relacionamento entre professor, aluno e objeto de conhecimento, com o estabelecimento de um diálogo e confiança entre as partes, o que promove o desenvolvimento humano e crítico tanto do professor quanto do aluno (VYGOTSKY, 1987, *apud* ROCHA; VASCONCELOS, 2016). Além disso, “a educação é uma área interdisciplinar e aplicada por excelência, por isso se alimenta de formulações teóricas originárias de várias disciplinas construídas no plano da prática” (LABURÚ *et al.*, 2003, p. 256).

Uma vez que o objetivo da química é promover a compreensão da natureza e dos fenômenos tecnológicos, é imprescindível a realização de aulas práticas que promovam a compreensão das transformações que ocorrem no ambiente, além da relevância desses fenômenos para a sociedade. O

uso apenas de atividades defasadas, como a memorização de fórmulas, acabam por limitar a capacidade de compreensão do aluno, levando à desmotivação no processo de ensino e aprendizagem de química (ROCHA; VASCONCELOS, 2016).

A construção do conhecimento químico é feita por meio de manipulações orientadas e controladas de materiais, iniciando os assuntos a partir de algum acontecimento recente ou do próprio cotidiano ou ainda adquirido através deste ou de outro componente curricular, propiciando ao aluno acumular, organizar e relacionar as informações necessárias na elaboração dos conceitos fundamentais da disciplina, os quais são trabalhados através de uma linguagem própria dos químicos, como: símbolos, fórmulas, diagramas, equações químicas e nome correto das substâncias. Além disso, a cada nova unidade, são retomados para que fiquem solidamente incorporados à estrutura cognitiva dos alunos e no sentido de auxiliar a busca de novas explicações (ROCHA; VASCONCELOS, 2016, p. 8).

Não se deve questionar a importância do ensino teórico dentro da disciplina de química, uma vez que é o que dá embasamento para que o aluno compreenda os conteúdos. No entanto, a teoria deve ser, sempre que possível, aliada à prática, à experimentação. Essa junção teórico-prática faz com o ensino seja mais eficaz, uma vez que as aulas se tornam mais interessantes e atrativas (CARBO *et al.*, 2019).

As atividades práticas permitem aprendizagens que a aula teórica não consegue proporcionar totalmente. Fornecer aulas diferenciadas é compromisso do professor, e também da escola, sendo esta uma oportunidade para a formação do aluno. Deve-se ressaltar que a maioria dos alunos relaciona a área da química somente com fórmulas, cálculos e teorias, sendo ela considerada algo muito longe da realidade dos mesmos, podendo ser aplicada apenas em laboratórios. Esta visão deve ser melhor trabalhada pelo professor no intuito de desmistificar este pensamento, trazendo o aluno para o mundo da experimentação e metodologia científica (CARBO *et al.*, 2019, p. 63).

É importante lembrar que os alunos possuem preferências e motivações variadas em relação ao conhecimento e ao modo de aprender. Eles também aprendem em ritmos diferentes devido às suas distintas habilidades, experiências e interesse em conteúdos específicos. Esses fatores certamente interferem na qualidade da aprendizagem, devendo ser, portanto, levados em consideração pelo professor ao realizar seu planejamento e escolher as estratégias que serão empregadas. “Portanto, é questionável uma ação educacional baseada num único estilo didático, que só daria conta das necessidades de um tipo particular de aluno ou alunos e não de outros” (LABURÚ *et al.*, 2003, p. 251).

Ainda de acordo com Carbo e colaboradores (2019), deve-se sempre lembrar de que um dos objetivos da educação é proporcionar aos alunos a capacidade de aprender de forma eficaz, flexível e autônoma, além de estimular o desenvolvimento do raciocínio estratégico, diversificado e capaz de superar as barreiras. Nesse sentido, “uma excelente alternativa para facilitar o ensino-aprendizagem do aluno é relacionar o conteúdo que será trabalhado na aula com questões que podem ser vivenciadas no

dia a dia do mesmo (CARBO *et al.*, 2019, p. 63)”. Isto vai ao encontro com a proposta do presente trabalho.

O desenvolvimento da SD teve como objetivo propor uma forma de se trabalhar um assunto contemporâneo e relevante socialmente utilizando-se uma metodologia atraente para indivíduos em idade escolar – um *software*. A proposta parte de uma abordagem teórica, que constitui o primeiro momento necessário para embasar o tema que será discutido, e se propõe seguir com uma atividade prática que emprega recursos tecnológicos para estimular o engajamento dos alunos e, conseqüentemente, favorecer a compreensão do conteúdo. Por fim, são realizadas apresentações e discussões sobre o tema, nas quais deve-se estimular os alunos a expor suas próprias experiências e opiniões sobre o que foi estudado.

O dinamismo inerente às atividades práticas e educacionais pretende ser capaz de atrair a atenção dos alunos e auxiliar na contextualização do conteúdo ministrado. Por esse motivo, esse tipo de abordagem pode ser mais significativa na construção do conhecimento dos alunos, que participam ativamente do seu próprio processo de aprendizagem. Afinal, este tipo de atividade busca não só a simples compreensão do conteúdo, mas também a conscientização sobre uma questão sociocientífica importante: o uso racional de medicamentos. Espera-se que os alunos compreendam a importância do ensino de química de forma aplicada em situações vividas no cotidiano e façam uso desse conhecimento no processo de formação cidadã.

É importante ressaltar, no entanto, que uma aula com abordagem mais elaborada e dinâmica – que empregam o interativo como estratégia educacional – exige mais trabalho por parte do professor. Contudo, o retorno obtido por parte dos alunos pode ser recompensador. A participação e interação entre os alunos estimulam a formação do senso crítico, podendo também melhorar o desempenho cognitivo, motor e afetivo. Além disso, atividades educativas também instigam a imaginação e a criatividade (CARBO *et al.*, 2019).

Outro ponto a se levar em consideração é que:

É indispensável no processo de ensino-aprendizagem do aluno o incentivo a atitude de curiosidade, de respeito a diversidade de opiniões, heterogeneidade, a persistência na busca e compreensão das informações das provas obtidas e respeito à individualidade e a coletividade dos estudantes (CARBO *et al.*, 2019, p. 57).

De acordo com as novas tendências e demandas educacionais, o ensino deve ser cada vez mais contextualizado e dinâmico, visando possibilitar ao aluno um aprendizado por meio de ferramentas experimentais, com as seqüências didáticas, que propiciam a construção de um conhecimento que não é apenas amostral, mas científico e experimental.

Por este motivo, é fundamental que os professores não só compreendam a importância das SD no contexto educacional, mas também sejam capazes de elaborar estratégias mais atraentes (o que pode gerar mais engajamento por parte dos alunos), fugindo da abordagem puramente conceitual e

permitindo que os alunos associem o conhecimento científico aos acontecimentos do seu cotidiano (LEITE *et al.*, 2020).

Existem vários motivos para inserir SD entre nas práticas educacionais do ensino de química, pois trazem a oportunidade de abordar situações do cotidiano dos alunos dentro da sala de aula, estabelecendo-se um diálogo e promovendo o desenvolvimento do pensamento crítico. Quando se propõe um modelo de ensino no qual há participação, interação e discussão por parte dos alunos, estes podem se tornar multiplicadores do conhecimento no meio onde vivem, disseminando conhecimento e informações que são relevantes para a sua comunidade (LEITE *et al.*, 2020).

Diante do exposto:

[...] pode-se dizer que a motivação para estudar e aprender química, pode ser alcançada com a elaboração de um material didático que seja potencialmente significativo, permitindo a integração entre o conhecimento prévio do aluno, o chamado subsunçor, e a nova informação apresentada pelo professor, que juntos produzirão um conhecimento potencialmente significativo (ROCHA; VASCONCELOS, 2016, p. 8).

Como exemplo do uso de SD, Alves (2021), em seu trabalho de conclusão de curso (licenciatura em química) propôs uma SD fundamentada em uma Questão Sociocientífica (QSC), voltada para uma educação sociopolítica. A base dessa proposta foi o cenário imposto pelos casos de rompimento de barragens de mineradoras e os problemas ambientais causados por essa situação. Essa SD foi enviada e implementada por professores de ciências, que posteriormente avaliaram o potencial da proposta de contribuir para o ensino de ciências, sob a ótica de pautas ambientais, políticas e sociais.

O autor discute que as SD podem contribuir para o ensino de ciências, química e biologia, auxiliando os alunos a desenvolver capacidades argumentativas e investigativas, contribuindo de forma relevante para a sua formação, atuação crítica, conscientização e envolvimento em questões sociocientíficas, políticas e ambientais.

De uma forma geral, o *feedback* dos professores foi positivo, que consideraram que a SD tem potencial de contribuir para a formação cognitiva, social e cidadã dos alunos. O autor também argumenta que é necessário ampliar a utilização de abordagens pedagógicas que envolvem QSC, abrangendo temas sociais, ambientais, políticos, culturais relacionadas à realidade dos indivíduos envolvidos nessas atividades (SILVA, 2021).

Diante disso, o autor conclui que as SD são

[...]um importante e necessário recurso didático para o Ensino de Ciências, e que pode contribuir de forma significativa para todos os envolvidos na execução desta atividade. Uma vez que a SDI objetiva uma educação para a cidadania, colocando os estudantes como sujeitos ativos durante o processo de aplicação, o que pode fazer com que eles repensem sobre suas posturas e decisões perante a sociedade (ALVES, 2021, p. 43).

Outro ponto importante de ser mencionado é o professor é um profissional que deve estar se atualizando de forma contínua. Nesse contexto, Ferreira (2019), em sua dissertação de mestrado, desenvolveu um livro para atualização docente a respeito de conceitos para enfrentar a obesidade, um tema muito relevante diante dos dados epidemiológicos atuais (inclusive em crianças e adolescentes). Além disso, a Lei 13.666/2018 (que altera a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional - LDB - Lei 9.394/1996) determina que o tema educação alimentar e nutricional (EAN) deve ser incluído nos currículos dos ensinos fundamental e médio das disciplinas obrigatórias de ciências e biologia.

A autora argumenta que o livro pode “auxiliar no despertar do interesse docente pelas inovações científicas e pelas atividades reflexivas e argumentativas no ensino de ciências (FERREIRA, 2019, p. vi)”. Este é um outro exemplo de proposta pedagógica que, assim com a SD, visa auxiliar os professores no planejamento didático, partindo de um tema que faz parte do cotidiano dos alunos e contribuindo para a sua formação cidadã.

Voltando à temática do presente trabalho, de acordo com Kramer (2020), estudos iniciais sugeriam que a hidroxicloroquina poderia ser efetiva contra o Coronavírus, pois apresentou resultados promissores *in vitro*. No entanto, vários estudos realizados na sequência em vários países do mundo revelaram resultados controversos. Logo, a droga não é indicada nem para tratamento nem para prevenção da Covid-19.

Nesse sentido, Silva (2021) fez uma análise sobre a utilização dos vermífugos ivermectina e nitazoxanida, que foram prescritos e usados em larga escala para o combate e prevenção (na maioria das vezes precocemente) contra a Covid19. O autor salienta que, apesar de serem fármacos geralmente bem tolerados, com baixos índices de efeitos colaterais, mesmo assim é importante que eles sejam usados para a finalidade para a qual foram desenvolvidos, até que pesquisas possam confirmar a sua eficácia e segurança no tratamento de viroses.

Entre os efeitos colaterais desses fármacos, pode-se citar: problemas renais e hepáticos, distúrbios neurológicos que podem levar a vômitos, tremores e convulsões, além de problemas de pele, inchaços e edemas. Também é importante chamar a atenção para o fato de que o uso indiscriminado desses fármacos pode levar ao desenvolvimento de resistência por parte dos parasitos, que podem perder a sensibilidade a tais fármacos. Logo, os fármacos podem deixar de ser eficazes como vermífugos devido ao seu uso impróprio e excessivo. Por fim, deve-se chamar a atenção para o fenômeno de interação medicamentosa, na qual o uso de um fármaco pode interferir na atividade de outro administrado concomitantemente, o que também pode favorecer a exacerbação de reações adversas.

Em consonância com o estudo de Silva (2021), Oliveira-Filho e colaboradores (2021) publicaram recentemente um estudo no qual alertam sobre o risco de o uso indiscriminado de ivermectina levar ao aumento da resistência de *Sarcoptes scabiei* (agente etiológico da escabiose, conhecida popularmente como sarna) ao fármaco. Surtos de escabiose podem comprometer, sobretudo, populações de baixo índice socioeconômico. O autor ainda aponta que “embora o consumo

deste antiparasitário tenha aumentado quase 10 vezes no Brasil, curvas de contaminação e morte relacionadas à COVID-19 não se alteraram” (OLIVEIRA-FILHO, *et al.*, 2021, p. 1).

Em oposição ao uso indiscriminado de medicamentos, o Ministério da Saúde publicou a Cartilha para a promoção do uso racional de medicamentos, que traz algumas definições interessantes, dentre elas:

Efeito indesejável causado pelo uso de medicamentos: é qualquer resposta a um medicamento que seja prejudicial, não intencional, e que ocorra nas doses normalmente utilizadas em seres humanos para profilaxia, diagnóstico e tratamento de doenças, ou para a modificação de uma função fisiológica (BRASIL, 2015, p. 25).

Uso racional de medicamentos: “existe uso racional quando os pacientes recebem os medicamentos apropriados à sua condição clínica, em doses adequadas às suas necessidades individuais, por um período de tempo adequado e ao menor custo possível para eles e sua comunidade.” (OMS, Conferência Mundial Sobre Uso Racional de Medicamentos, Nairobi, 1985) (BRASIL, 2015, p. 27).

Por fim, é importante discutir sobre medicamentos que atualmente são usados para propósitos diversos dos quais foram originalmente desenvolvidos, sendo os mais conhecidos: ácido acetilsalicílico, sibutramina e talidomida, descritos resumidamente a seguir.

O ácido acetilsalicílico (aspirina) é um anti-inflamatório não esteroidal (AINE), no entanto, para ser efetivo necessita ser administrado em altas doses. Por este motivo, atualmente o fármaco é mais utilizado na profilaxia de eventos tromboembólicos, uma vez que é um anti-agregante plaquetário, mesmo quando administrado em doses baixas (WHALEN *et al.*, 2016).

A sibutramina é um antidepressivo da classe dos inibidores seletivos da captação de serotonina/norepinefrina (ICSN). Contudo, foram encontradas evidências de que o fármaco aumentava o risco de ocorrência de eventos cardiovasculares, e com isso foi retirado do mercado. Atualmente, a sibutramina é receitada apenas para o tratamento da obesidade, uma vez que um de seus efeitos adversos é a inibição do apetite (RANG *et al.*, 2016; BRUNTON *et al.*, 2012).

A talidomida é um fármaco inicialmente indicado como antiemético, sedativo e hipnótico. Inicialmente acreditava-se que o fármaco era completamente atóxico, mas no decorrer dos anos o seu uso foi associado a defeitos congênitos. Hoje, sabe-se que a talidomida é teratogênica, por este motivo sua distribuição é rigorosamente controlada, sendo indicada principalmente para pacientes com hanseníase, HIV/AIDS, doenças crônicas degenerativas (como lúpus e doença do enxerto contra hospedeiro) e mieloma múltiplo (BRASIL, 2014).

Como última atividade da SD proposta no presente trabalho, espera-se que os alunos sejam capazes de discutir sobre o uso racional de medicamentos, unindo o que foi aprendido sobre a cloroquina e hidroxicloroquina no contexto do tratamento e profilaxia contra Covid e uma pesquisa sobre os fármacos supracitados.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo apresentar uma proposta de sequência didática (SD) sobre os medicamentos cloroquina e hidroxicloroquina a partir das estruturas químicas com o auxílio do *software* ChemSketch para favorecer a discussão sobre o combate à pandemia da COVID-19. Considera-se que o objetivo proposto foi atingido, com a elaboração de uma SD que inclui aulas teóricas, práticas e discussões em grupo.

O tema foi escolhido por ser um assunto atual e de grande relevância social. A metodologia envolvendo o uso de um *software* foi proposta por ser uma ferramenta educacional de grande aceitação pelo público jovem, uma vez que uma abordagem dinâmica é mais agradável e tem maiores chances de atrair a atenção dos alunos e motivá-los a participar das aulas de uma forma mais ativa. Além disso, a compreensão de um assunto se torna mais fácil quando se compreende a sua relevância em situações cotidianas.

Espera-se que as atividades propostas sirvam para estimular o desenvolvimento do raciocínio científico-tecnológico dos alunos, para que sejam capazes de interpretar, criticar e investigar informações obtidas de diversas fontes. Além disso, espera-se que os alunos sejam capazes de empregar os conhecimentos desenvolvidos em diferentes conteúdos para explicar os fenômenos que ocorrem no mundo e desenvolver intervenções práticas que possam ser aplicadas tanto no ambiente escolar quanto na vida como um todo.

Também é esperado que os alunos sejam capazes de tomar decisões com base na interpretação das informações obtidas e se conscientizem sobre a responsabilidade de se divulgar informações de forma correta.

A realização deste trabalho permitiu concluir que, para que o aprendizado ocorra, é importante que professores e alunos se assumam como sujeitos do processo educativo. Em nosso país, enfrentamos inúmeras dificuldades no campo da educação, no entanto, devemos buscar maneiras de vencer esses obstáculos, oferecendo aos nossos alunos um ensino de qualidade, com estratégias que visem não apenas difundir conhecimento, mas formar cidadãos comprometidos com a sociedade em que vivem.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACD Labs. **ACD/ChemSketch freeware for Microsoft Windows**. Tutorial: Drawing Chemical Structures and Graphical Image. Disponível em: <<https://www.yumpu.com/pt/document/read/12461234/acd-chemsketch-freeware>>. Acesso em: 21 nov. 2021.
- ALMEIDA, C. M. M.; COSTA, R. D. A.; LOPES, P. T. C. Contribuições de uma sequência didática eletrônica para o ensino e aprendizagem de patologia humana no ensino superior. **Revista Tecnologias na Educação**, v. 8, n. 14, p. 1-11, 2016.
- ALMEIDA, Caroline Medeiros Martins de; SANTOS, Maria João dos; LOPES, Paulo Tadeu Campos. Electronic Didactic Sequences to assist in the Process of Teaching and Learning in Higher Education in Brazil and Portugal. **Acta Scientiae**, v. 20, n. 5, 2018.
- ALVES, André Vicente. **Análise de uma proposta de sequência didática fundamentada em uma questão sociocientífica sobre a mineração e seus impactos socioambientais**. 2021. 108 f. Monografia (Graduação em Química) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.
- ARAUJO, Ronaldo Ferreira; OLIVEIRA, Thaianie Moreira de. Desinformação e mensagens sobre a hidroxicloroquina no Twitter: da pressão política à disputa científica. *Atoz: novas práticas em informação e conhecimento*, [S.L.], v. 9, n. 2, p. 196, 8 dez. 2020. Universidade Federal do Paraná. <http://dx.doi.org/10.5380/atoz.v9i2.75929>.
- BARREIRO, E. J. *et al.* **Modelagem molecular: uma ferramenta para o planejamento racional de fármacos em química medicinal**. *Química nova*, v. 20, n. 3, p. 300-310, 1997.
- BERTONI, Estêvão. **Qual a cronologia científica da cloroquina na pandemia**. 2021. Disponível em: <https://www.nexojournal.com.br/expresso/2021/05/24/Qual-a-cronologia-cient%C3%ADfica-da-cloroquina-na-pandemia>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Departamento de Assistência Farmacêutica e Insumos Estratégicos. **Cartilha para a promoção do uso racional de medicamentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2015.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância em Saúde. Departamento de Vigilância das Doenças Transmissíveis. **Talidomida: orientação para o uso controlado**. Brasília: Ministério da Saúde, 2014.
- BRASIL - SECRETARIA DE EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais (Ensino Médio)**. Acesso em: <<http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/ciencian.pdf>>. Acesso em: 24 de outubro de 2021.
- BRASIL. **Lei 13.666/2018**. Altera a Lei nº 9.394, de 20 de dezembro de 1996 (Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional), para incluir o tema transversal da educação alimentar e nutricional no currículo escolar. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/lei/L13666.htm>. Acesso em: 28 nov. 2021.

BRONZE, Giovanna. **Brasil chega à marca de 100 mil mortes por Covid-19**. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/2020/08/08/brasil-registra-100-mil-mortes-por-covid-19-mostra-levantamento-da-cnn>. Acesso em: 11 jul. 2021.

BRUNTON, L.L.; CHABNER, B.A.; KNOLLMANN, B.C. **Goodman & Gilman: As Bases Farmacológicas da Terapêutica**. 12ª edição. Rio de Janeiro, McGraw-Hill, 2012, 2112 p.

CARBINATTO, Bruno. **Coronavírus: para que servem as máscaras na pandemia? Leia mais em: <https://super.abril.com.br/saude/coronavirus-para-que-servem-as-mascaras-na-pandemia/>**. 2020. Disponível em: <https://super.abril.com.br/saude/coronavirus-para-que-servem-as-mascaras-na-pandemia/>. Acesso em: 11 jul. 2021.

CARBO, Leandro *et al.* Atividades práticas e jogos didáticos nos conteúdos de química como ferramenta auxiliar no ensino de ciências. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 10, n. 5, p. 53-69, 2019.

CORRÊA, Marilena Cordeiro Dias Villela; VILARINHO, Luiz; BARROSO, Wanise Borges Gouvea. Controvérsias em torno do uso experimental da cloroquina / hidroxicloroquina contra a Covid-19: **no magic bullet**. **Physis: Revista de Saúde Coletiva**, [S.L.], v. 30, n. 2, p. 1-1, 2020. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/s0103-73312020300217>.

COUTINHO, Francisco Angelo; FIGUEIREDO, K. L.; Rodrigues; SILVA, Fábio Augusto. Proposta de uma configuração para o ensino de Ciências comprometido com a ação política democrática. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**, v. 9, p. 380-406, 2016

COUTINHO, Francisco Ângelo; SILVA, Fábio. **Sequências didáticas**: propostas, discussões e reflexões teórico-metodológicas. Belo Horizonte: FAE/UFMG, 2016.

FARIAS, Renata Cláudia Claudiano de. **Construção de modelos moleculares para o ensino de Química utilizando bolinhas de isopor na representação tridimensional das cadeias carbônicas**. 2015. 42f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Fundamentos da Educação: Práticas Pedagógicas Interdisciplinares EAD) – Universidade Estadual da Paraíba, Pró-Reitoria de Ensino Técnico, Médio e Educação a Distância, 2016.

FERREIRA, Cyntia Silva. **Desenvolvimento de livro sobre enfrentamento da obesidade para atualização docente**. 2019. 73 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2019.

FIGUEIREDO, Carolina. **Brasil ultrapassa a marca de 200 mil mortos pela Covid-19**. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/2021/01/07/brasil-ultrapassa-a-marca-de-200-mil-mortos-pela-covid-19>. Acesso em: 11 jul. 2021.

GOMES, B. R. **Uso de softwares no processo de ensino-aprendizagem de isomeria no contexto da química orgânica**. 88 p. Dissertação (Mestrado em Química) - Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista, São Paulo, 2020.

JUCÁ, Julyanne. **Brasil ultrapassa 300 mil mortes por Covid-19**. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/2021/03/24/brasil-ultrapassa-300-mil-mortes-por-covid-19>. Acesso em: 11 jul. 2021.

KEYAERTS, Els; VIJGEN, Leen; MAES, Piet; NEYTS, Johan; VAN RANST, Marc. In vitro inhibition of severe acute respiratory syndrome coronavirus by chloroquine. **Biochemical And Biophysical Research Communications**, [S.L.], v. 323, n. 1, p. 264-268, out. 2004. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.bbrc.2004.08.085>.

- KRAMER, Dany Geraldo; JUNIOR, Geraldo Barroso Cavalcanti; DE SENA PEREIRA, Nathalie. Hidroxicloroquina: uso potencial em coronavíruses?. **Revista Contexto & Saúde**, v. 20, n. 38, p. 16-21, 2020.
- LEITE, Luciana Rodrigues *et al.* O uso de seqüências didáticas no ensino de Química: proposta para o estudo de modelos atômicos. **Revista Brasileira de Extensão Universitária**, v. 11, n. 2, p. 177-188, 2020.
- LISBOA, Lucas A.; FERRO, João Victor R.; BRITO, José Rubens S.; LOPES, Roberta Vilhena V. A Disseminação da Desinformação Promovida por Líderes Estaduais na Pandemia da COVID-19. **Anais do Workshop Sobre As Implicações da Computação na Sociedad (Wics 2020)**, [S.L.], p. 1-1, 30 jun. 2020. Sociedade Brasileira de Computação. <http://dx.doi.org/10.5753/wics.2020.11042>.
- MÉHEUT, Martine. Teaching-learning sequences tools for learning and/or research. In: **Research and the quality of science education**. Springer, Dordrecht, 2005. p. 195-207.
- MEHRA, Mandeep R; DESAI, Sapan s; RUSCHITZKA, Frank; PATEL, Amit N. RETRACTED: hydroxychloroquine or chloroquine with or without a macrolide for treatment of covid-19. **The Lancet**, [S.L.], p. 1-1, maio 2020. Elsevier BV. [http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)31180-6](http://dx.doi.org/10.1016/s0140-6736(20)31180-6).
- MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Guia prático de tratamento da malária no Brasil**. 2010. Disponível em < https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/guia_pratico_malaria.pdf >. Acesso em: 11 jul. 2021.
- OLIVEIRA-FILHO, Alfredo Dias de *et al.* Aumento do consumo de ivermectina no Brasil e o risco de surtos de escabiose. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 10, p. e414101018991-e414101018991, 2021.
- PULLIAM, Juliet RC *et al.* Increased risk of SARS-CoV-2 reinfection associated with emergence of the Omicron variant in South Africa. **medRxiv**, 2021.
- RANG, H.P. *et al.* **Rang & Dale Farmacologia**. 8ª edição. Rio de Janeiro, Elsevier Brasil, 2016.
- RIBEIRO, Diogo M.; TERRA JÚNIOR, André Tomaz; CAVALCANTE, Edson Rodrigues. **Cloroquina: mecanismos de ação, efeitos colaterais e revisão de estudos sobre seu uso contra o sars-cov-2**. South American Sciences Issn 2675-7222, [S.L.], v. 2, n. 1, p. 1-1, 18 nov. 2020. South American Sciences. <http://dx.doi.org/10.17648/sas.v2i1.47>.
- ROCHA, Joselayne Silva; VASCONCELOS, Tatiana Cristina. Dificuldades de aprendizagem no ensino de química: algumas reflexões. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**, v. 18, 2016.
- ROCHA, Lucas. **Brasil ultrapassa a marca de 500 mil mortos pela Covid-19**. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/2021/06/19/brasil-ultrapassa-a-marca-de-500-mil-mortos-pela-covid-19>. Acesso em: 11 jul. 2021.
- RODRIGUES, L. P. **A controvérsia científica em torno da cloroquina e hidroxicloroquina no tratamento da Covid-19: a importância dos estudos sociais da ciência na sociedade complexa**. Simbiótica Revista Eletrônica, V.7 n. 1, 147–171. (2020).
- ROSA, André. **Brasil ultrapassa 400 mil mortes por Covid-19**. 2021. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/2021/04/29/brasil-ultrapassa-400-mil-mortes-por-covid-19>. Acesso em: 11 jul. 2021.

ROSA, André; ALECRIM, Giulia; FURONI, Evandro. **Brasil ultrapassa a marca de 600 mil mortos pela Covid-19**. 2021. <https://www.cnnbrasil.com.br/saude/brasil-ultrapassa-a-marca-de-600-mil-mortes-pela-covid-19-segundo-dados-da-cnn>. Acesso em: 11 jul. 2021.

SANTOS, Wildson Luiz Pereira dos. Contextualização no ensino de ciências por meio de temas CTS em uma perspectiva crítica. **Ciência & Ensino (ISSN 1980-8631)**, v. 1, 2008.

SANTOS, W. L. P., & SCHNETZLER, R. P. Função social: O que significa ensino de Química para formar o cidadão? **Química Nova na Escola**, v. 2, n. 4, p. 28-34, 1996.

SANTOS-PINTO, Cláudia Du Bocage; MIRANDA, Elaine Silva; OSORIO-DE-CASTRO, Claudia Garcia Serpa. O “kit-covid” e o Programa Farmácia Popular do Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, [S.L.], v. 37, n. 2, 2021. FapUNIFESP (SciELO). <http://dx.doi.org/10.1590/0102-311x00348020>.

SILVA, Hesley. Vermífugos contra o Sars-CoV-2: sociedade brasileira em risco. **Revista Portuguesa de Ciências e Saúde**, v. 2, n. 01, p. 24-36, 2021.

SILVA, Marcio Evaristo da. **Estratégias e ferramentas digitais na aprendizagem da Química**. 2020. 45f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Práticas Educacionais de Ciências e Pluralidade) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2020.

SOUSA, Polliane Santos de; GEHLEN, Simoni Tormöhlen. Questões Sociocientíficas no Ensino de Ciências: algumas características das pesquisas brasileiras. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 19, 2017.

SOUZA, Nicolli Bellotti de. **Antimaláricos a partir de moléculas obtidas por síntese como análogos de cloroquina e compostos naftoquinoidais**. 2015. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências da Saúde com concentração em Doenças Infecciosas e Parasitárias) -Fundação Oswaldo Cruz. Centro de Pesquisa René Rachou. Programa de Pós-graduação em Ciências da Saúde. Belo Horizonte.

TORJESSEN, Ingrid. Covid-19: Omicron may be more transmissible than other variants and partly resistant to existing vaccines, scientists fear. **BMJ**, v. 375, n. 29432021.

WHALEN, Karen; FINKEL, Richard; PANAVELIL, Thomas A. **Farmacologia Ilustrada-6ª Edição**. Artmed Editora, 2016.

APÊNDICE

DESENVOLVIMENTO DA SEQUÊNCIA DIDÁTICA

Apresentação do tema

Em dezembro de 2019 um surto de uma doença respiratória causada por Coronavírus iniciou-se na China. Logo a doença se espalhou por todo o mundo, sendo por fim, em 11 de março de 2020, considerada uma pandemia pela Organização Mundial de Saúde (OMS). O vírus e a doença por ele causada foram chamados de SARS-CoV-2 (Coronavírus da síndrome respiratória aguda grave 2) e COVID-19 (do inglês *Coronavirus Disease 2019*), respectivamente. De uma forma geral, todo o mundo sofreu com impactos nas áreas de saúde, social e econômica. O Brasil foi particularmente atingido, chegando a atingir mais de 3 mil em um único dia no mês de abril de 2021. Mais de 5 milhões de pessoas em todo o mundo morreram pela doença, sendo mais de 600 mil apenas no Brasil.

Como era de se esperar, a comunidade científica em todo o mundo voltou seus esforços para desenvolver uma vacina e um tratamento específico para a doença. Vários medicamentos preexistentes foram testados *in vitro* e *in vivo*, visando avaliar sua eficácia e segurança para prevenir e tratar a doença. Nesse contexto, foram testados os medicamentos cloroquina e hidroxicloroquina, originalmente empregados no tratamento de malária, amebíase extraintestinal e doenças reumáticas. Resultados preliminares foram promissores, no entanto, pesquisas mais avançadas descartaram a possibilidade do seu uso em pacientes com Covid-19. Contudo, começou a ser veiculada na mídia e nas redes sociais a informação de que tais medicamentos seriam eficazes contra o vírus, inclusive para prevenir a infecção. Essa informação ganhou força ao ser propagada também por autoridades políticas, como os presidentes do Brasil – Jair Bolsonaro – e dos Estados Unidos – Donald Trump.

Inspirados por tal situação, surgiu a ideia de elaborar uma sequência didática, que envolve o uso de um *software* (ChemSketch), para auxiliar os alunos a compreenderem os mecanismos de ação dos medicamentos cloroquina e hidroxicloroquina contra protozoários e vírus e discutir sua correta indicação. Também são propostas discussões em grupo na sala de aula, para favorecer a compreensão por parte dos alunos de que a química está presente em várias situações da vida cotidiana, buscando a formação de cidadãos conscientes do mundo em que vivem, capazes de intervir no mundo atual, ou, pelo menos, fazer uma reflexão sobre os seus comportamentos que têm implicações diretas econômicas, ambientais, sociais e políticas.

Expectativas de aprendizagem

A sequência didática foi elaborada em consonância com os objetivos deste trabalho, visando desenvolver uma ferramenta para evidenciar que existe uma diferença estrutural entre as moléculas de cloroquina e hidroxicloroquina, o que pode se constituir em uma oportunidade para a discussão sobre o uso racional de medicamentos.

Espera-se que as atividades propostas sirvam para estimular o desenvolvimento do raciocínio científico-tecnológico dos alunos, para que sejam capazes de interpretar, criticar e investigar informações obtidas de diversas fontes. Além disso, espera-se que os alunos sejam capazes de empregar os conhecimentos desenvolvidos em diferentes conteúdos para explicar os fenômenos que ocorrem no mundo e desenvolver intervenções práticas que podem ser aplicadas tanto no ambiente escolar quanto na vida como um todo.

Também é esperado que os alunos sejam capazes de tomar decisões com base na interpretação das informações obtidas e se conscientizem sobre a responsabilidade de se divulgar informações de forma correta.

Público-alvo: alunos do 3º ano do ensino médio.

Objetivos da sequência:

- Analisar a aplicação dos medicamentos (cloroquina e hidroxicloroquina), ou seja, a finalidade para que foram desenvolvidos e a real eficácia para tratamento da Covid-19;
- Discutir sobre o mecanismo de ação do fármaco e se sua eficácia é considerada satisfatória contra diferentes classes de microrganismos (protozoários e vírus);
- Analisar as implicações da utilização dos medicamentos em pacientes que não possuem previamente a doença para o qual ele foi projetado para ser utilizado.
- Esclarecer para os alunos ferramentas de bioinformática (como o ChemSketch, que será utilizado ao longo da SD) podem ser empregadas para outras investigações científicas e estimulá-los a utilizá-las em outros contextos, numa perspectiva interdisciplinar.
-

Desenvolvimento da Sequência Didática

O Quadro abaixo traz uma proposta de estrutura e organização da SD, dividida em quatro momentos.

Quadro 1. Sequência didática

Momentos	Número de aulas	Atividades	Recursos didáticos
1: Estruturas químicas	2	Aulas teóricas: Introdução a estruturas químicas	– Quadro negro e giz e/ou datashow
2: Cloroquina e hidroxiclороquina	2	Aulas teóricas sobre: – Estruturas da cloroquina e hidroxiclороquina – Indicações dos medicamentos (malária, amebíase, doenças reumáticas) – Mecanismos de ação – Efeitos colaterais	– Quadro negro e giz e/ou Datashow – Bulas dos medicamentos cloroquina e hidroxiclороquina
3: ChemSketch	3	Aulas práticas: – Uso do ChemSketch – Visualização das estruturas da cloroquina e hidroxiclороquina – Simulação dos mecanismos de ação	– Computadores com o <i>software</i> ChemSketch instalado
4: Discussões	3	– Fazer uma roda para discutir sobre o emprego dos fármacos contra a covid (eficácia e efeitos colaterais) – Discutir sobre uso racional de medicamentos – Apresentações em grupo sobre uso racional de medicamentos	– Cartilha para a promoção do uso racional de medicamentos do Ministério da Saúde – Bulas dos medicamentos

Detalhamento das atividades

Momento 1: Estruturas químicas

Esse momento será importante para introduzir os alunos ao universo das estruturas químicas, para que eles sejam capazes de compreender os assuntos que serão estudados nas próximas aulas.

Duração: 2 aulas

Recursos didáticos:

- Quadro negro e giz
- Datashow

Aulas 1 e 2: Aulas teóricas: Introdução a estruturas químicas

Metodologia: Nessas aulas, o professor fará uma introdução sobre estruturas químicas, para que os alunos tenham uma noção sobre geometria molecular. Espera-se que os alunos aprendam como desenhar e interpretar uma fórmula eletrônica (fórmula de Lewis), além da fórmula estrutural plana e da fórmula molecular. Alguns conceitos devem ficar claros, tais como: ligações covalentes, valência, regra do octeto.

Momento 2: Cloroquina e hidroxicloroquina

O objetivo das aulas no momento 2 é apresentar conhecimentos teóricos aos alunos sobre os fármacos cloroquina e hidroxicloroquina.

Duração: 2 aulas

Recursos didáticos:

- Quadro negro e giz
- Datashow
- Bulas dos medicamentos

Aula 3: Aula teórica introdutória sobre os fármacos cloroquina e hidroxicloroquina

Metodologia: O professor distribuirá entre os alunos bulas dos dois fármacos e irá, junto a eles, extrair informações importantes, tais como indicações (tratamento de malária, amebíase e doenças reumáticas), posologia, e efeitos colaterais.

Aula 4: Segunda aula teórica sobre cloroquina e hidroxicloroquina

Metodologia: Nessa aula, o professor apresentará aos alunos as estruturas químicas dos fármacos e explicar, com embasamento na química, os mecanismos de ação que permitem que eles sejam eficazes contra as patologias para as quais eles são indicados, além dos riscos do uso indiscriminado e da superdosagem.

Ao final dessas duas aulas, os alunos deverão escrever um resumo sobre o que aprenderam.

Momento 3: ChemSketch

Durante as três aulas deste momento, os alunos aprenderão a utilizar o *software* ChemSketch.

Duração: 3 aulas

Recursos didáticos:

- Computadores com o *software* ChemSketch instalado

Aula 5: Uso do ChemSketch

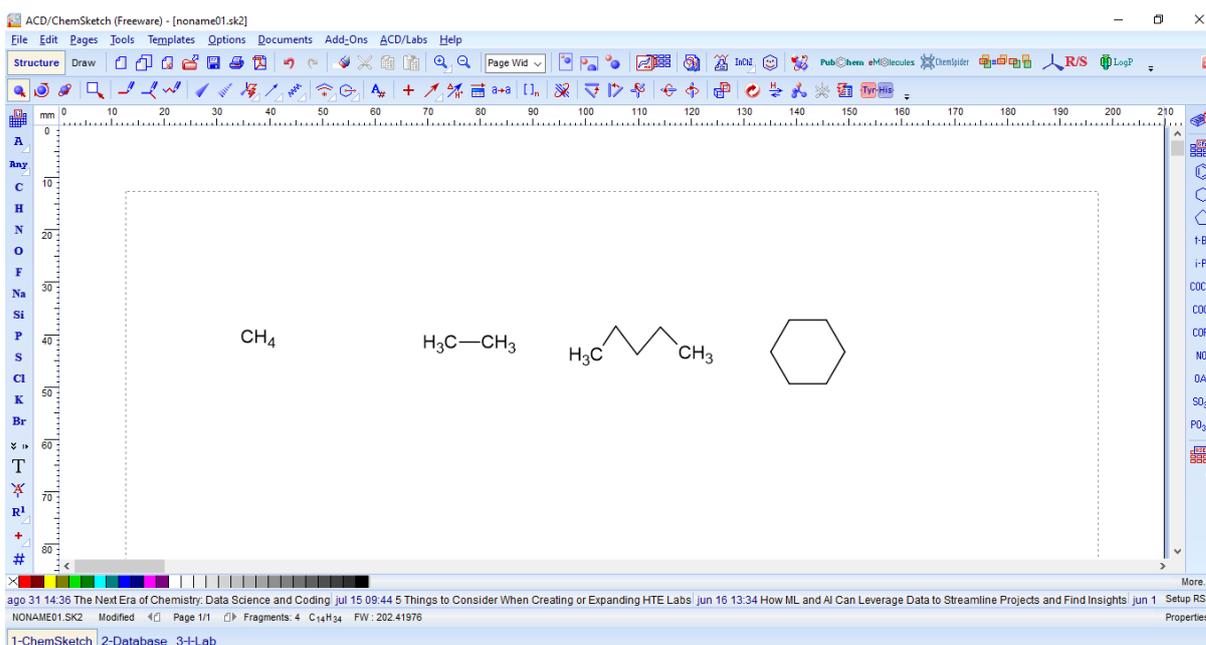
Metodologia: Os alunos aprenderão os comandos básicos para se utilizar o ChemSketch. Ao final da aula, é esperado que eles saibam como desenhar estruturas químicas variadas e realizar simulações por meio do *software*.

De acordo com o desenvolvedor, o ChemSketch

[...] é um pacote de desenho que permite desenhar estruturas químicas, incluindo compostos orgânicos e organometálicos, polímeros entre outras estruturas e desenhos. Também inclui as funcionalidades tais como o cálculo de propriedades moleculares (por exemplo, o peso molecular, densidade, refratividade molar, etc), visualização e animação de estruturas 2D e 3D, funcionalidade para nomear as estruturas (com menos de 50 átomos e 3 anéis), e previsão de logP (ACD Labs).

O *software* está disponível na versão *freeware* (gratuita) e comercial e um tutorial em português pode ser acessado pelo *link* <https://www.yumpu.com/pt/document/read/12461234/acd-chemsketch-freeware>. As figuras a seguir trazem exemplos de estruturas desenhadas no ChemSketch.

Figura 5. Figuras em 2D no ChemSketch

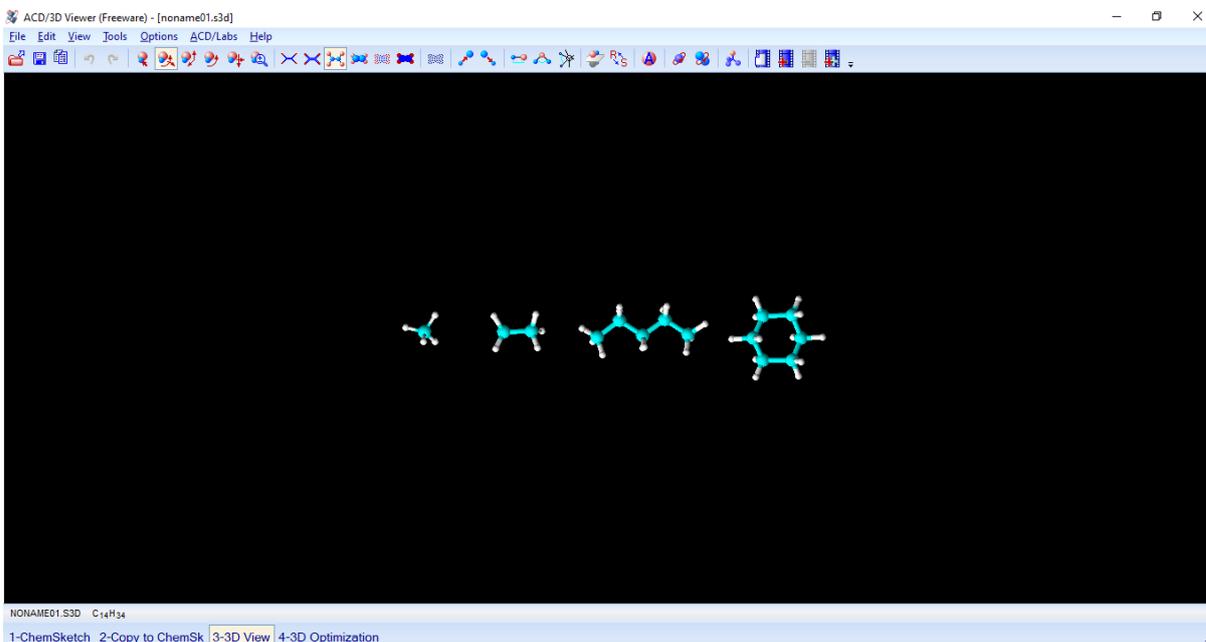


Fonte: o autor (2021)

Aula 6: Visualização das estruturas da cloroquina e hidroxicloroquina

Metodologia: Nessa aula, os alunos aprenderão a desenhar as estruturas dos fármacos cloroquina e hidroxicloroquina no *software* ChemSketch. A vantagem do desenho no ChemSketch sobre o desenho em papel é que no *software* é possível visualizar as estruturas químicas de forma tridimensional, o que traz uma visão mais ampla e clara sobre estruturas químicas para os alunos.

Figura 6. Figuras em 3D no ChemSketch

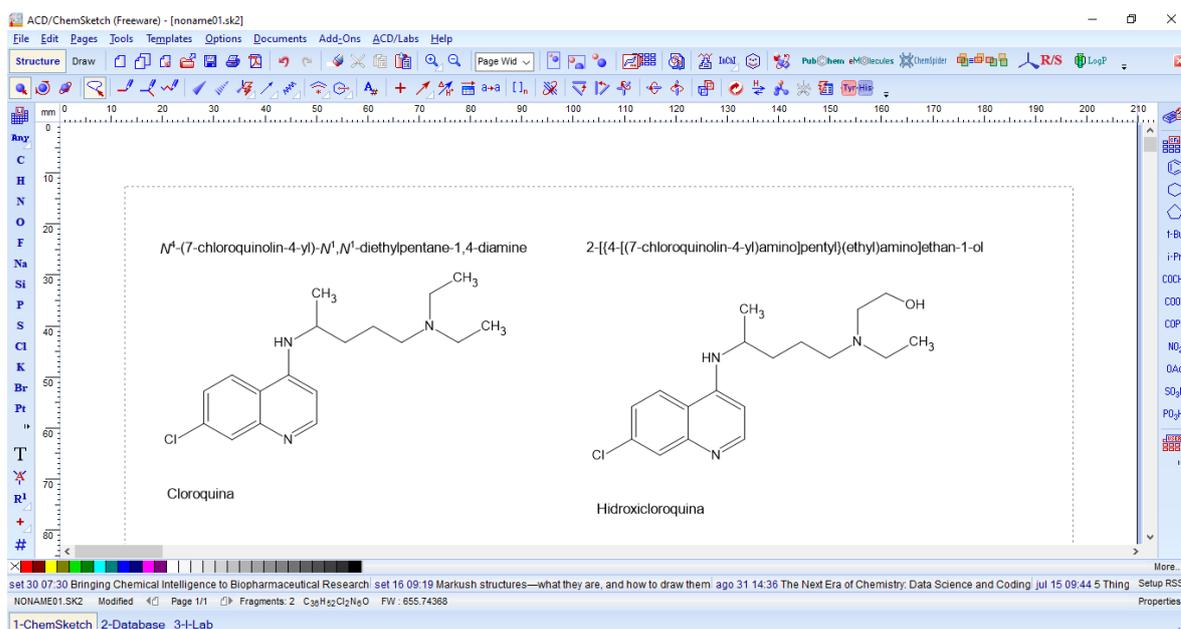


Fonte: o autor (2021)

Aula 7: Simulação dos mecanismos de ação

Metodologia: Com o auxílio do professor, os alunos aprenderão a simular interações e mecanismos de ação dos fármacos no *software* ChemSketch. Essa simulação é importante para auxiliar na compreensão do mecanismo de ação dos fármacos sobre os agentes etiológicos de doenças para as quais eles são indicados.

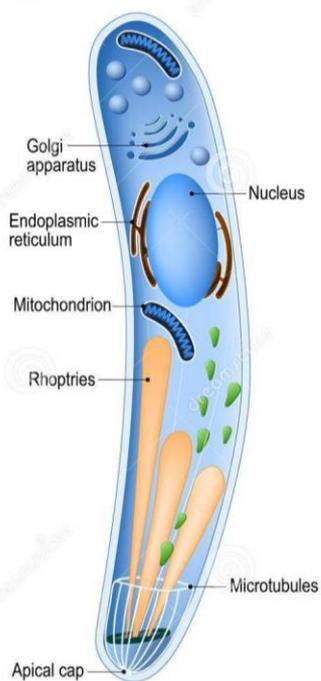
Figura 7. Imagem cloroquina e hidroxicloroquina



Fonte: o autor (2021)

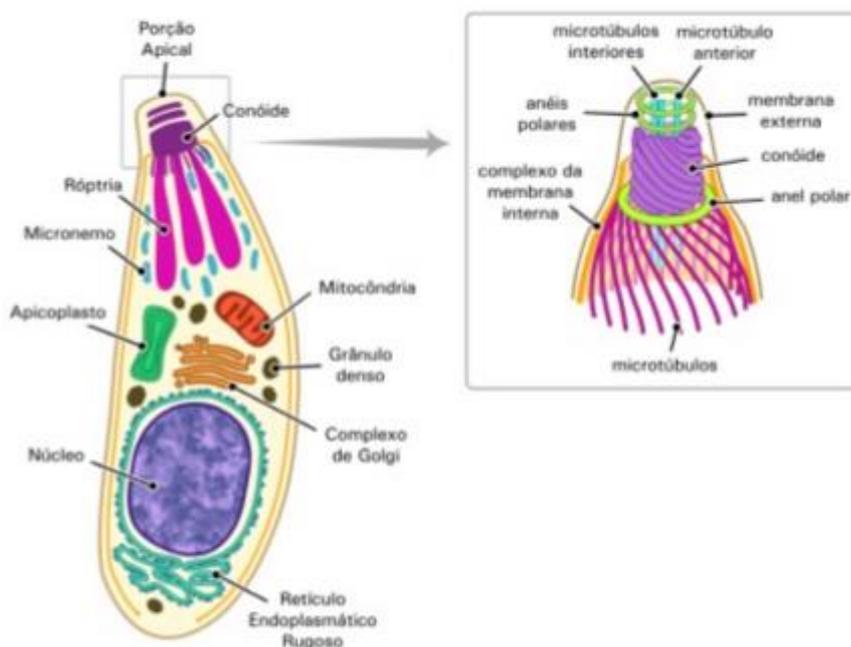
Figura 8. Parasita *Plasmodium* spp.

Plasmodium



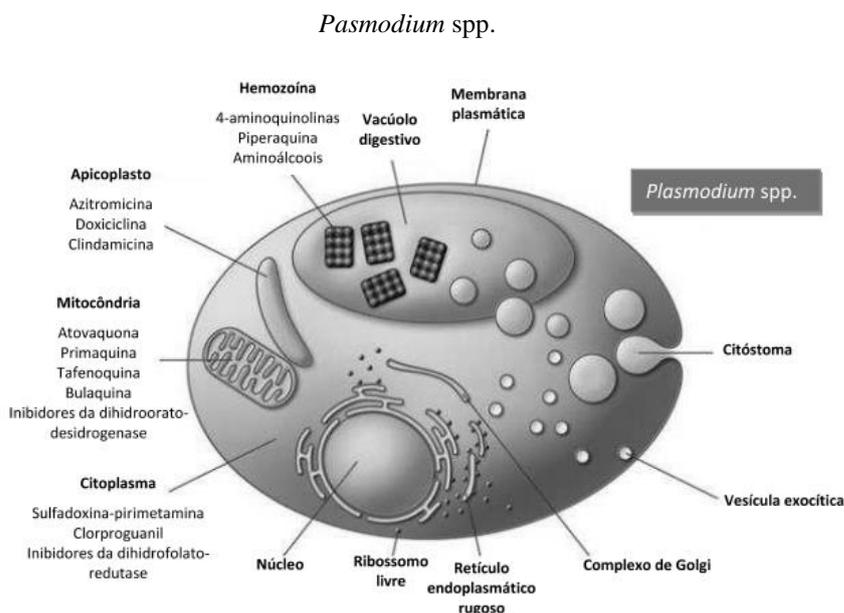
Fonte: https://pt.dreamstime.com/diagrama-da-estrutura-do-plasmodium-image122322767#_

Figura 9. Estrutura parasita Plasmodium



Fonte: <https://baseresumosbiologicos.blogspot.com/2012/08/apicomplexa-plasmodium-vivax.html>

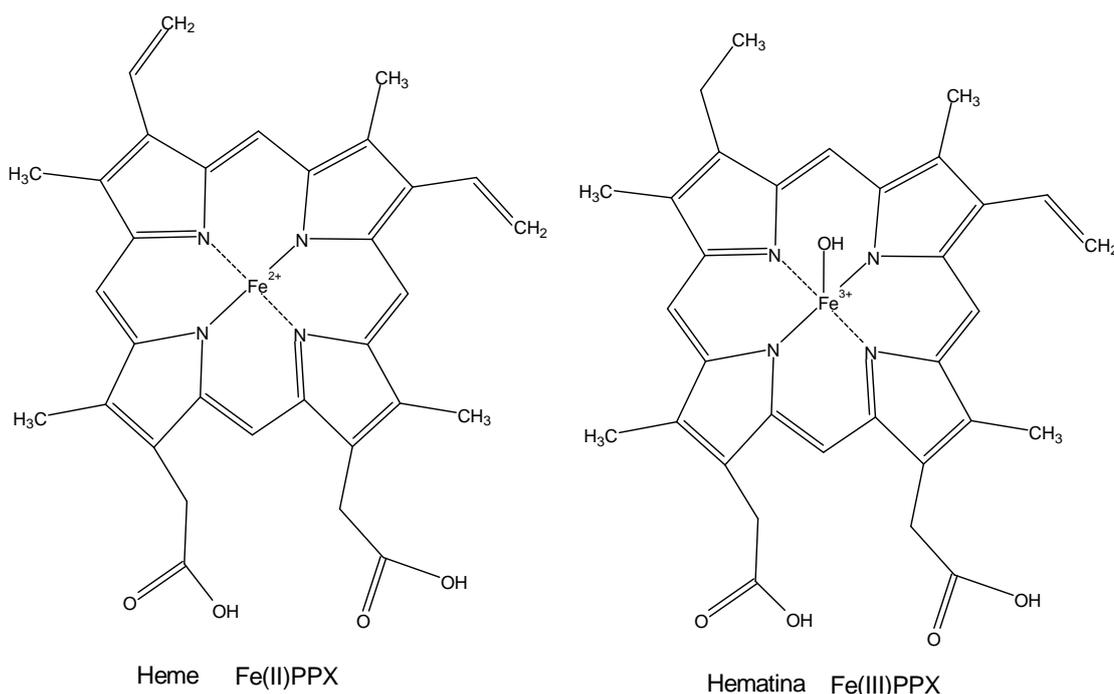
Figura 10. Representação esquemática dos alvos dos principais antimaláricos esquizotocidas em parasitos



Fonte: http://www.cpqrr.fiocruz.br/texto-completo/T_79.pdf

O principal alvo da cloroquina e hidroxicloroquina (classes da 4-aminoquinolonas) são as hemozoínas do *Plasmodium spp* – que têm a função de eliminar as toxinas de combate ao parasita da hemoglobina –, quando as aminoquinolonas se ligam à heme em suas formas monoméricas ou diméricas, inibem a formação de hemozoína do parasita, resultando em apoptose (SOUZA, 2015).

Figura 11. Heme e hematina

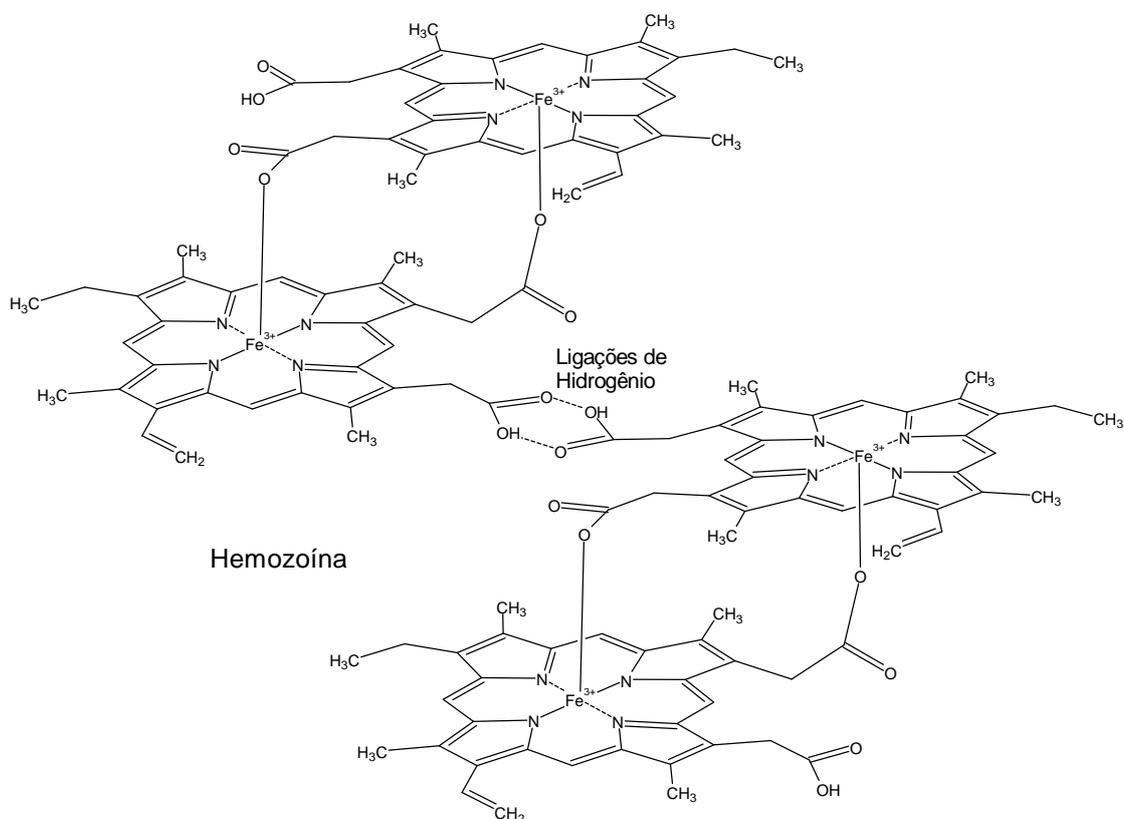


Fonte: o autor (2021)

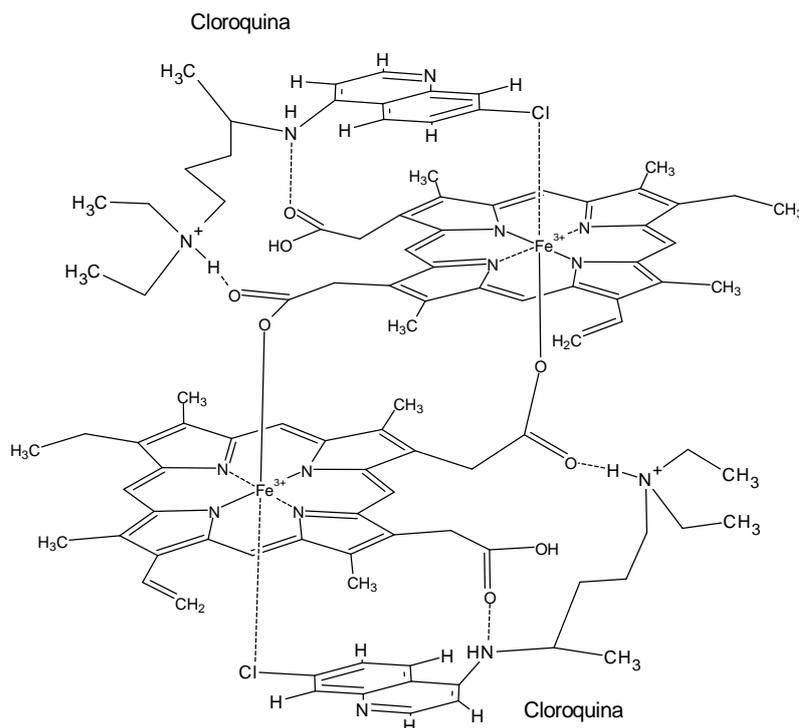
O Fe (II)PPx (heme) é oxidado e convertido a Fe (III)PPX (hematina), que podem se ligar (Figura 12) e formar a hemozoína. A cloroquina age inibindo a formação da hemozoína antes de sua oxidação e conversão em hematina, dessa forma, ocasiona a morte do parasito, conforme Figura 13.

Pela Figura 13 pode-se perceber que as ligações de hidrogênios formadas reduzem a formação de sítios de ligações para formação de hemozoína, com isso, as hemes das hemácias ficam livres para contribuir na morte do parasita. Além de outros mecanismos de ação, contribuem no aumento da acidez do vacúolo, que por sua vez reduz a formação de β -hematina, impedindo também a formação de hemozoína e favorecendo a ação do fármaco.

Figura 12. Estrutura da Hemozoína



Fonte: o autor (2021)

Figura 13. Proposta de mecanismo de ação da cloroquina

Fonte: o autor (2021)

Momento 4: Discussões

Este é o momento de unir tudo o que foi aprendido durante a sequência didática e fazer uma análise crítica sobre a aplicabilidade desses conteúdos.

Duração: 3 aulas

Recursos didáticos:

- Cartilha para a promoção do uso racional de medicamentos do Ministério da Saúde
- Bulas dos medicamentos

Aula 8: Roda de discussão sobre utilização de cloroquina e hidroxicloroquina

Metodologia: O professor e os alunos formarão um círculo com as carteiras e discutir sobre a possibilidade do uso de cloroquina e hidroxicloroquina no tratamento da Covid. Devem ser abordados tópicos como a eficácia e os possíveis efeitos colaterais dessa prática.

Aula 9: Roda de discussão sobre uso racional de medicamentos

Metodologia: Nessa aula, o professor deve apresentar aos alunos a cartilha para a promoção do uso racional de medicamentos do Ministério da Saúde e esclarecer sobre a responsabilidade em se usar fármacos de forma indiscriminada. Os alunos devem participar da discussão, relatando experiências de que tem conhecimento sobre efeitos colaterais relacionados ao uso de medicamentos variados.

Aula 10: Apresentações em grupo

Metodologia: Os alunos serão divididos em grupos e devem realizar uma apresentação oral (com auxílio do quadro-negro ou de Data show) para a turma sobre o que aprenderam durante as aulas. As apresentações terão como tema central o uso racional de medicamentos e os alunos devem ser estimulados a trazer informações novas, que não foram abordadas durante as aulas.

Os grupos serão responsáveis, também, por trazer informações sobre medicamentos que atualmente são empregados para finalidades diferentes das que foram originalmente desenvolvidos, tais como aspirina, sibutramina e talidomida. Cada grupo deverá falar sobre um desses medicamentos, discutindo sobre o emprego original e o atual, os efeitos colaterais relatados e os riscos do uso indiscriminado de cada um deles.

Formas de avaliação:

- Resumo sobre características dos fármacos cloroquina e hidroxicloroquina;
- Participação nas aulas teóricas e práticas;
- Participação na discussão sobre eficácia dos medicamentos contra Coronavírus;
- Trabalho final: apresentação sobre uso racional de medicamentos.