

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BÁSICAS DA SAÚDE
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS “CIÊNCIA É 10!”

Márcia Regina Siqueira Cardoso

**A PANDEMIA E O ENSINO DE QUÍMICA POR INVESTIGAÇÃO: A FARSA DA
IVERMECTINA**

Porto Alegre

2021

Márcia Regina Siqueira Cardoso

**A PANDEMIA E O ENSINO DE QUÍMICA POR INVESTIGAÇÃO: A FARSA DA
IVERMECTINA**

Trabalho de conclusão de curso de especialização apresentado ao Instituto de Ciências Básicas da Saúde da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ensino de Ciências.

Orientadora: Prof. Dr^a. Marilisa Hoffmann

Coorientadora: Tutora Dr^a. Michele Pittol

Porto Alegre

2021

A PANDEMIA E O ENSINO DE QUÍMICA POR INVESTIGAÇÃO: A FARSA DA IVERMECTINA

THE PANDEMICS AND THE TEACHING OF CHEMISTRY BY RESEARCH: THE FARCE OF IVERMECTIN

Márcia Regina Siqueira Cardoso¹, Michele Pittol², Marilisa Hoffmann³

¹ Instituto Federal do Rio Grande do Sul, ² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, ³

Universidade Federal do Rio Grande do Sul

³ marilisa.ufrgs@gmail.com

RESUMO

O presente artigo originou-se de pesquisa qualitativa a partir de fontes bibliográficas e documentais onde através de uma análise criteriosa buscou-se ferramentas para a elaboração de uma sequência didática baseada no ensino de química por investigação com estratégias que contemplem a argumentação como fator primordial na construção do letramento científico. Para isso, a narrativa vale-se das polêmicas que acompanham o período pandêmico que estamos vivendo através da elaboração da sequência didática “*A farsa da Ivermectina*” como um modelo promissor no Ensino de Química Por Investigação voltado ao estudo das soluções, conteúdo sempre presente em diferentes eixos temáticos adotados pelos novos parâmetros curriculares na área das ciências da natureza e suas tecnologias. Na elaboração, priorizou-se estratégias para que os estudantes se apropriem de conceitos científicos, consigam gerar e usar dados para responder a questões investigativas, além de permitir que compreendam a química como parte do conhecimento humano e não apenas uma disciplina onde devem decorar fórmulas e repetir conceitos. A sequência apresentada, torna-se promissora para que cálculos de concentração de soluções sejam compreendidos de forma contextualizada e, não sejam mais vistos como uma parte da química onde se decoram fórmulas ou representações míticas ou inadequadas.

Palavras-chave: Ensino por Investigação; Ivermectina; Dosagem.

ABSTRACT

This article originated from qualitative research from bibliographical and documentary sources where, through a careful analysis, tools were sought for the elaboration of a didactic sequence based on the teaching of chemistry by investigation with strategies that consider argumentation as a primary factor in construction of scientific literacy. For this, the narrative makes use of the controversies that accompany the pandemic period that we are living through the elaboration of the didactic sequence "The farce of Ivermectin" as a promising model in the Teaching of Chemistry by Investigation focused on the study of solutions, content always present in different thematic axes adopted by the new curricular parameters in the area of natural sciences and their technologies. In the elaboration, strategies were prioritized for students to appropriate scientific concepts, to be able to generate and use data to answer investigative questions, in addition to allowing them to understand chemistry as part of human knowledge and not just a discipline where they must memorize formulas and repeat concepts. The presented sequence is promising for solution concentration calculations to be understood in a contextualized way and not to be seen any more as a part of chemistry where mythical or inappropriate formulas or representations are memorized.

Keywords: Teaching by investigation; Ivermectin; Dosage.

1 INTRODUÇÃO

Os resultados de 2018 do Programa Internacional de Avaliação de Alunos (PISA), coordenado pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE), revelam que 55% dos alunos brasileiros, com 15 anos de idade, não apresentam o nível básico de proficiência em ciências, considerado o mínimo para o pleno exercício da cidadania. Esses índices não progridem desde 2009 e especialistas defendem que tudo indica para um cenário de piora por conta dos efeitos da pandemia (CARVALHO; DE OLIVEIRA, 2021). Ainda segundo os autores, isso revela uma face amarga da nossa realidade social, pois indica que as pessoas, apesar de muitas já terem concluído a educação básica, não foram alfabetizadas cientificamente, assim como não desenvolveram o senso crítico esperado ao final dessa etapa da formação.

Apesar dos movimentos que vimos nos últimos anos, que tinham o objetivo de incorporar a natureza da ciência uma abordagem CTSA (Ciência - Tecnologia - Sociedade - Ambiente) e investigativa nos currículos de Ciências, no intuito de que os alunos pudessem, além de aprender Ciência, aprender sobre a Ciência e seus métodos, essa compreensão ainda parece ficar de fora do alcance da maioria dos alunos (Acevedo *et al.*, 2005, Munford & Lima 2007, Mendonça, 2020). Com a pandemia, vários conceitos comumente utilizados em pesquisas

científicas, passam a fazer parte do dia a dia das pessoas, fazendo com que a Ciência seja a protagonista ao noticiar pesquisas sobre a Covid-19 e seus potenciais tratamentos.

A pandemia impôs novos desafios e abriu espaço para a elaboração de novos materiais, desenvolvidos para atender às especificidades do ensino remoto emergencial, mas sem deixar de pensar no futuro, quando teremos uma retomada segura e progressiva das atividades presenciais. Claro a esse objetivo, o trabalho pretende contribuir através da elaboração de uma sequência didática a um ensino de química pautado no seguinte pressuposto “[...]todo conhecimento é resposta a uma pergunta. Se não há pergunta, não há conhecimento científico”. (BACHERLARD, 1996, p.18).

Na sequência será apresentada uma breve revisão bibliográfica que embasaram a construção da sequência didática apresentada neste estudo, a escolha do tema, a metodologia do trabalho e seus resultados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. ENSINO DE QUÍMICA POR INVESTIGAÇÃO

Diretrizes nacionais e internacionais apontam, desde mais de duas décadas, a necessidade de que o ensino de Ciências considere o crescente impacto das evoluções científicas e tecnológicas e abordam em sala de aula temas mais próximos à realidade dos estudantes (SASSERON; CARVALHO, 2018, p. 41). Neste sentido, cabe ao (a) docente uma reflexão do que realmente deve ser ensinado de forma a ser significativo para a formação do estudante como parte integrante da sociedade.

Segundo Sasseron *et al.* (2011), há muito tempo, a escola era tida como o espaço privilegiado de divulgação de conhecimento. A cultura escolar, bem delimitada, influenciava a abordagem de conteúdos em qualquer disciplina. Ainda segundo o autor, no atual momento, não apenas a cultura escolar influencia a abordagem dos conteúdos, mas também, e sobretudo, a cultura daqueles que estão na sala de aula influencia a cultura escolar e a abordagem dos conteúdos.

Para tal fim, os conteúdos abordados em sala de aula precisam ser mais que uma lista de conteúdos disciplinares e devem permitir também o envolvimento dos alunos com características próprias do fazer da comunidade científica; entre elas: **a investigação, as interações discursivas e a divulgação de ideias** (SASSERON; CARVALHO, 2018, p. 42).

2.1.1. Processos do Ensino por Investigação

Nesse momento é oportuno pensar o que é a Investigação Científica. É possível dizer que toda investigação científica envolve um problema, o trabalho com dados, informações e conhecimentos já existentes, o levantamento e o teste de hipóteses, o reconhecimento de variáveis e o controle destas, o estabelecimento de relações entre as informações e a construção de uma explicação.

Carvalho *et al.* (2018), afirmam que em uma investigação, diversas interações ocorrem simultaneamente: interações entre pessoas, interações entre pessoas e conhecimentos prévios, interações entre pessoas e objetos. Os autores ressaltam que uma investigação científica pode ocorrer de diversas maneiras, não estando condicionada a acontecer somente em aulas experimentais.

Assim, a leitura de um texto pode ser uma atividade investigativa tanto quanto um experimento de laboratório. Não importa a forma de atividade que venha a aparecer: o essencial é que **haja um problema a ser resolvido**; e as condições para resolvê-lo são muito importantes, havendo necessidade de se atentar para que se façam presente” (CARVALHO, et al., 2018, p. 43).

Ainda segundo os autores, o planejamento de uma investigação deve levar em consideração os conhecimentos prévios importantes para que a discussão ocorra, os problemas que nortearão a investigação e o incentivo a participação dos alunos nas atividades e discussões (CARVALHO, *et al.*, 2018).

2.1.2. Interações Discursivas

Carvalho *et al.* (2018), relatam que é por meio do debate entre os pares que, muitas vezes, os conhecimentos científicos são organizados. Em sala de aula, esses debates (interações discursivas) devem ser promovidos pelo professor e cuidados precisam ser tomados para que o debate não se transforme em uma conversa banal.

No livro, Ensino de Ciências por Investigação, os autores relatam:

O objetivo da atividade precisa, portanto, estar muito claro para o professor, de modo que ele faça perguntas, proponha problemas e questione comentários e informações trazidos pelos estudantes tendo como intuito o trabalho investigativo com o tema de aula” (SASSERON e CARVALHO, 2018, p.43).

Também faz parte da cultura científica a divulgação de ideias, podendo ocorrer por meio de interações verbais e orais entre as pessoas, mas também pode acontecer de modos diferentes.

Seja por meio de artigos escritos ou de apresentações orais, a divulgação do que é realizado tem importância no âmbito das Ciências.

2.1.3. Argumentação na prática científica

Sasseron e Carvalho (2018) abordam o surgimento da argumentação como um processo de extrema importância para a construção e explicação de ideias. Estabelecer a argumentação em sala de aula seria uma forma de aproximar os estudantes as características inerentes ao fazer científico anteriormente citadas. “Promover a argumentação em sala de aula permite que os alunos tenham contato com conteúdos científicos como com o fazer Ciência e as relações que esses saberes tem com a sociedade e o meio ambiente”. (CARVALHO, 2018, p. 47)

Assim, considerando a sala de aula como um ambiente complexo em que diferentes pessoas, com diferentes experiências de vida, encontram-se para debater sobre temas de diversas áreas de conhecimento humano, ao permitir e promover situações em que ocorram interações discursivas, o professor poderá oferecer condições para que a argumentação surja (SASSERON e CARVALHO, 2018).

2.1.4. Problematização no ensino de Ciências

Capecchi e Carvalho (2018) afirmam que, tradicionalmente, os cursos de Ciências são voltados para o acúmulo de informações consideradas verdades absolutas descobertas pelos cientistas e, o principal foco de atenção passa a ser os produtos da Ciência e o desenvolvimento de habilidades estritamente operacionais, em que, o vocabulário formal, a linguagem simbólica e matemática (gráficos, digramas, tabelas) são apresentados sem nenhuma contextualização, dificultando a compreensão por parte dos alunos sobre o papel que essas diferentes linguagens representam na construção do conhecimento científico.

Ainda segundo os autores, o ensino realizado dessa forma gera um abismo entre curiosidade e rigor investigativo, pois cabe ao estudante uma atitude passiva diante da coleção de conhecimentos apresentados a ele prontos e acabados. Assim, mesmo que ele esteja inicialmente motivado a participar, esse ensino acaba por romper com suas curiosidades, tornando os alunos cada vez mais distantes e desmotivados (CARVALHO, et al., 2018, p. 23).

Segundo Freire (1996), a educação não deve visar a ruptura com a curiosidade ingênua, fundada na vivência cotidiana, em prol dos conhecimentos formais, mas sim sua superação. Assim, segundo o educador, é importante que a curiosidade ingênua, associada ao saber do senso comum, seja problematizada, aproximando-se cada vez mais de uma curiosidade

epistemológica (FREIRE, 1996). É preciso criar condições a fim de que o cotidiano seja problematizado em sala de aula, criando novas questões e ferramentas para respondê-las sejam apresentadas e experimentadas (CARVALHO, et al., 2018).

Nesse sentido, a problematização no ensino de Ciências visa construir um cenário (contexto) favorável à exploração de situações de uma perspectiva científica. Bachelard (1884 – 1962), cientista que, entre outros feitos, se dedicou à questão do ensino - aprendizagem de Ciências, destacava que o conhecimento científico se origina da busca de solução para problemas:

“Antes de tudo o mais, é preciso saber formular problemas. E seja o que for que digam, na vida científica, os problemas não se apresentam por si mesmos. É precisamente esse sentido do problema que dá a característica do genuíno espírito científico. Para um espírito científico, todo conhecimento é a resposta a uma questão. Se não houver questões, não pode haver conhecimento científico. Nada ocorre por si mesmo. Nada é dado. Tudo é construído” (BACHELARD, 1977, p. 148 apud DELIZOICOV, 2001).

Na afirmação, há destaque para a necessidade de (des)naturalização do mundo que nos cerca para que possamos considerá-lo cientificamente. Compreender cientificamente envolve buscar responder questões que não são dadas a priori, mas formuladas a partir de conhecimentos, valores, práticas e linguagens específicas e é preciso que sejam criadas condições para que os estudantes sejam inseridos nesse universo. Aqui, mais uma vez, a problematização aparece como um processo de transformação, de construção de um novo olhar sobre aquilo que, aparentemente, já nos é familiar, e não como o acesso a algo que já vem pronto (BACHELARD, 1977, p. 148 apud DELIZOICOV, 2001).

Arroio *et al.* (2006) afirmam que a maneira como a Química é abordada nas escolas pode ter contribuído para a difusão de concepções distorcidas dessa ciência, uma vez que os conceitos são apresentados de forma puramente teórico e entediante para a maioria dos alunos. A Química é vista como algo que se deve memorizar e que não se aplica a diferentes aspectos da vida cotidiana. Ainda segundo os autores, a influência da mídia entre os jovens faz com que estes mudem seus padrões de referência, alterem suas relações consigo mesmos e com as circunstâncias sociais em geral, criando outras necessidades, envolvimento, modelos de conduta e outros problemas que algumas escolas não estão preparadas para enfrentar.

Nessa perspectiva, e entendendo que o ensino das Ciências Básicas não desperta o interesse entre os jovens, a proposta apresentada pelos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio (PCNEM) se contrapõe à memorização de informações desligadas da realidade dos alunos visando uma apropriação de conhecimentos da Química, juntamente com a Física e a Biologia, como “[...]forma indispensável de entender e significar o mundo de modo

organizado e racional, e também de participar do encantamento que os mistérios da natureza exercem sobre o espírito que aprende a ser curioso, a indagar e descobrir”. (BRASIL, 1999, p. 93).

Esses estudos serão utilizados como suporte para o desenvolvimento do trabalho preconizando a elaboração de uma sequência didática pautada no ensino por investigação. Pretende-se reconhecer quais os potenciais para uma aplicação voltada ao ensino remoto, contribuindo para um maior entendimento e engajamento dos alunos.

2.2. A IVERMECTINA COMO TEMÁTICA NO ENSINO DE QUÍMICA POR INVESTIGAÇÃO

O marco zero da ivermectina na pandemia é março de 2020, quando cinco pesquisadores australianos publicaram um estudo (Caly *et al.*, 2020) relatando que o medicamento neutraliza o Sars-CoV-2 em 48 horas. Em seu artigo, afirmaram que o fármaco é um inibidor do vírus causador da Covid-19, apresentando através dos testes “*in vitro*” uma redução de 5.000 vezes do RNA viral em 48 horas, porém o estudo alertava sobre a necessidade de uma investigação mais aprofundada sobre possíveis benefícios em humanos.

Alguns meses mais tarde, pesquisadores dos Estados Unidos identificaram o suposto mecanismo de ação da ivermectina (Mody *et al.*, 2021). Segundo o estudo, o fármaco é capaz de inibir a atividade da enzima 3CLPro a qual serve para que o vírus consiga se replicar dentro da célula infectada. A ivermectina atua, portanto, como uma inibidora de protease, mecanismo semelhante aos fármacos usados para combater o HIV e o vírus da hepatite C. O estudo apontou o medicamento como promissor, através de **avaliação clínica adicional**, como parte das terapias para o tratamento de pacientes com Covid-19 e como **ponto de partida** para o desenvolvimento de novos medicamentos. Porém, dezenas de estudos foram realizados em pacientes de Covid, e nenhum deles conseguiu demonstrar a eficácia da ivermectina (GARATTONI, 2021).

O mais promissor, foi um estudo de pesquisadores indianos (PADHY *et al.*, 2020) que avaliou o desfecho clínico de 629 pacientes e encontrou queda de mortalidade entre os que receberam a ivermectina. Mas esse trabalho não era do tipo “duplo cego”, em que metade das pessoas recebe o medicamento e a outra metade placebo, deixando o estudo com evidências de baixa qualidade.

Os estudos de Momekov e Momekova (2020) apontam a partir de testes *in vitro*, que a ivermectina é eficaz na concentração de 2 a 5 micromols por litro de sangue ($\mu\text{mol}\cdot\text{L}^{-1}$). Na

prática, isso é inatingível, pois representa uma concentração 17 vezes maior do que a maior dosagem segura registrada na literatura médica (MOMEKOV; MOMEKOVA, 2020).

Diante das notícias veiculadas sobre medicamentos que contêm ivermectina para o tratamento da Covid-19, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), entidade reguladora vinculada ao Ministério da Saúde do Brasil, esclarece:

Inicialmente, é preciso deixar claro que não existem estudos conclusivos que comprovem o uso desse medicamento para o tratamento da Covid-19, bem como não existem estudos que refutem esse uso. Até o momento, não existem medicamentos aprovados para prevenção ou tratamento da Covid-19 no Brasil. Nesse sentido, as indicações aprovadas para a ivermectina são aquelas constantes da bula do medicamento. Cabe ressaltar que o uso do medicamento para indicações não previstas na bula é de escolha e responsabilidade do médico prescritor (BRASIL, Ministério da Saúde, ANVISA, 2021).

A edição on-line da Revista Veja, traz como destaque no caderno saúde: “Bolsonaro volta a defender ivermectina e nitazoxanida contra Covid-19” (VIDALE, 2021). Os dados apresentados pelo presidente, indicam a baixa mortalidade pela Covid-19 em nove países que integram o Programa Africano para Controle de Oncocercose. O presidente sugere que uma das possíveis causas para a baixa taxa é um programa da Organização Mundial da Saúde (OMS), desde 1995, de distribuição de ivermectina para combater a oncocercose, doença transmitida por um verme e também chamada de “cegueira do rio”.

Segundo o infectologista e especialista em saúde pública, Gerson Salvador, entrevistado na época, a associação da baixa taxa de morte na África e a Ivermectina não passa de especulação. A ivermectina funciona contra vermes. Ela funciona bem para lombriga, cegueira e piolho. Estudos em laboratório mostram que altas doses do medicamento reduziram a carga viral em culturas de células, mas até hoje não houve um estudo clínico randomizado, controlado, capaz de comprovar a eficácia da ivermectina contra a Covid-19. (VIDALE, 2021).

Sendo assim, baseado nestas evidências, a comunidade científica e as instituições especializadas em saúde salientam que a ivermectina não é eficaz contra o coronavírus, mas é um poderoso fármaco no combate a parasitas. Em 2015, estas conclusões já haviam proporcionado o Prêmio Nobel de Medicina aos cientistas Satoshi Omura (japonês) e William Campbell (americano), que na década de 1970 descobriram a avermectina, precursora da ivermectina. (FIOCRUZ, 2015).

Em suma, a ivermectina é um fármaco que tem ajudado milhares de pessoas nas últimas décadas, inclusive fazendo parte da lista de medicamentos essenciais da OMS (Organização Mundial da Saúde), mas, infelizmente, não tem eficácia comprovada contra a Covid-19.

Assim, por se tratar de um tema controverso, acreditamos que a escolha da ivermectina como tema gerador para um ensino de química por investigação vem a contribuir com as ações docentes na busca do envolvimento de estudantes em processos argumentativos e, desta forma, possa contribuir para o protagonismo estudantil, essencial na consolidação da aprendizagem.

3 METODOLOGIA

Para o desenvolvimento deste trabalho, foi adotado um caminho metodológico de cunho qualitativo do tipo análise documental. A investigação documental permitiu o estabelecimento de categorias a fim de torná-las significativas e válidas na proposição de parâmetros para pensar o ensino de química por investigação, resultando em uma proposta didática para modalidade de ensino remoto. Para tanto, contará com as seguintes etapas:

1. **Análise documental das perspectivas sobre Ensino de Química por investigação no Ensino Médio, presentes nos documentos e propostas oficiais governamentais:** esta investigação foi realizada nos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs, 1996), nas Diretrizes Curriculares Nacionais da educação básica (DCN, 2013), no Referencial Curricular Gaúcho da área de Ciências da Natureza (2018) e na Base nacional comum curricular (BNCC, 2020).
2. **Estabelecimento de categorias:** a partir dos dados levantados na etapa de investigação documental, foi realizada a leitura atenta dos textos selecionados com auxílio metodológico da Análise de Conteúdo (BARDIN, 2011).

A análise de conteúdo, segundo a perspectiva de Bardin (2011), designa um conjunto de técnicas de análise das comunicações visando a obter, por procedimentos sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens (BARDIN, 2011, p. 48).

A utilização da análise de conteúdo prevê três fases fundamentais: pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados (GODOY, 1995). A pré -análise pode ser identificada como uma fase de organização e, tem por objetivo, tornar operacionais e sistematizar as ideias iniciais, de maneira a conduzir a um esquema preciso do desenvolvimento das operações sucessivas, num plano de análise (BARDIN, 2011, p. 123). Será o exame inicial da documentação, que nos permitirá definir, quais são os documentos mais promissores para analisar esse problema, quais os objetivos da pesquisa, algumas hipóteses provisórias, assim como a especificação do campo no qual devemos fixar nossa atenção.

Já na segunda fase, exploração do material, caberá ao pesquisador ler os documentos selecionados, adotando, nessa fase, procedimentos de codificação, classificação e categorização. Assim, num movimento contínuo da teoria para os dados e vice-versa, as categorias vão se tornando cada vez mais claras e apropriadas aos propósitos do estudo, confirmando ou modificando aqueles presentes nas hipóteses e referenciais teóricos inicialmente propostos (BARDIN, 2011, p. 131).

Na terceira e última fase, apoiado nos resultados brutos, o pesquisador procurará torná-los significativos e válidos. Utilizando técnicas quantitativas e/ou qualitativas, condensado tais resultados em busca de padrões, tendências ou relações implícitas. O analista, tendo à sua disposição resultados significativos e fiéis, pode então propor inferências e adiantar interpretações a propósito dos objetivos previstos (BARDIN, 2011, p. 131).

3. Parâmetros para pensar o Ensino de Química por investigação no Ensino Médio:

A partir das categorias de análise evidenciadas nos textos com auxílio da Análise de Conteúdo, esta investigação propôs parâmetros para pensar didaticamente o Ensino de Química por investigação no Ensino Médio, no intuito de colaborar tanto no âmbito da produção quanto na utilização destes materiais por professores de Química.

4. Proposição didática sobre o Ensino de Química por investigação no Ensino Médio

A partir das leituras, categorizações e dos parâmetros estabelecidos no item 3, foi elaborada uma proposta didática, visando o Ensino de Química por investigação no Ensino Médio, no ensino remoto.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir, serão apresentados os principais padrões e/ou tendências identificados através da análise criteriosa dos mesmos, que regem o ensino-aprendizagem das ciências da natureza nos documentos norteadores da educação básica brasileira com o intuito de definir os parâmetros que levaram ao planejamento da sequência didática pautada em um ensino de química por investigação.

4.1 A BASE NACIONAL COMUM CURRICULAR: CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS

A RESOLUÇÃO CNE/CP Nº 2, DE 22 DE DEZEMBRO DE 2017 institui e orienta a implantação da Base Nacional Comum Curricular (BNCC). A BNCC é um documento de

caráter normativo que define o conjunto orgânico e progressivo de aprendizagens essenciais que todos os alunos devem desenvolver ao longo das etapas e modalidades da Educação Básica, de modo que tenham assegurados seus direitos de aprendizagem e desenvolvimento, em conformidade com o que preceitua o Plano Nacional de Educação (BRASIL, 2018).

No que diz respeito ao ensino fundamental, a BNCC coloca que nos anos iniciais, as experiências e vivências dos estudantes devem ser o ponto de partida para a **sistematização do conhecimento científico**. O aprendizado da ciência deve acontecer de forma natural com realização de experiências, com elementos concretos, aguçando a curiosidade e incentivando a formulação de perguntas e o protagonismo dos estudantes e uso de tecnologias digitais e experimentais (RIO GRANDE DO SUL, 2018, p. 50).

Já para os anos finais do ensino fundamental, a Base coloca que é importante desafiar os estudantes para a resolução de problemas e construção de soluções, inclusive tecnológicas, pois esses já estabelecem relações mais complexas por serem mais autônomos no pensamento e na ação.

Para a etapa do ensino médio, o documento coloca que a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias deve estar comprometida com a formação dos jovens para o enfrentamento dos desafios da contemporaneidade, na direção da educação integral e da formação cidadã. Ainda conforme o documento, nessa etapa os estudantes com uma maior vivência e maturidade, tem condições para aprofundar o exercício do pensamento crítico, realizando novas leituras do mundo tomando decisões responsáveis, éticas e consistentes (BRASIL, 2018, p. 537).

Especificamente no contexto da Educação Básica brasileira, na BNCC encontra-se a indicação de dez competências relacionadas à formação cidadã e às transformações sociais que os estudantes devem desenvolver ao longo de seu processo formativo. Neste conjunto de competências, devido ao foco deste artigo, destaca-se a sétima, segundo a qual estudantes devem ser capazes de:

“Argumentar com base em fatos, dados e informações confiáveis para formular, negociar e defender ideias, pontos de vista e decisões comuns que respeitem e promovam os direitos humanos, a consciência socioambiental e o consumo responsável em âmbito local, regional e global, com posicionamento ético em relação ao cuidado de si mesmo, dos outros e do planeta”. (Brasil, 2018, p. 9).

Nesse cenário, a BNCC da área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias – integrada por Biologia, Física e Química – propõe ampliar e sistematizar as aprendizagens essenciais desenvolvidas até o 9º ano do Ensino Fundamental. Isso significa, em primeiro lugar, focalizar a interpretação de fenômenos naturais e processos tecnológicos de modo a possibilitar aos

estudantes a **apropriação de conceitos**, procedimentos e teorias dos diversos campos das Ciências da Natureza. Significa, ainda, criar condições para que eles possam explorar **os diferentes modos de pensar e de falar da cultura científica**, situando-a como uma das formas de organização do conhecimento produzido em diferentes contextos históricos e sociais, possibilitando-lhes **apropriar-se dessas linguagens específicas**.

Conforme o Quadro 1, no Ensino Médio a área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias deve garantir aos estudantes o desenvolvimento de **competências** específicas e, relacionadas a cada uma delas.

Quadro 1. Competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio.

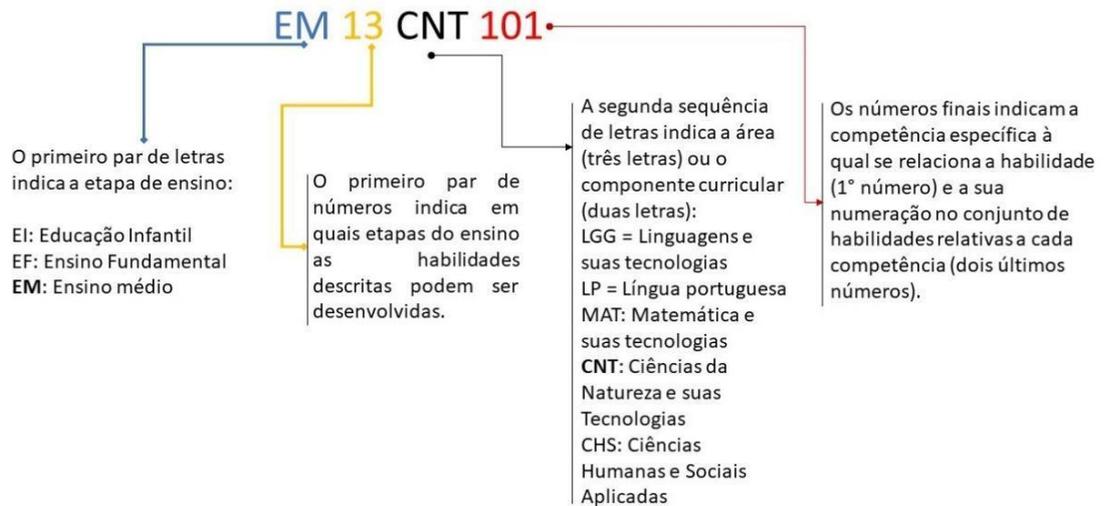
COMPETÊNCIA 1.
Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e/ou global.
COMPETÊNCIA 2.
Construir e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar decisões éticas e responsáveis.
COMPETÊNCIA 3.
Analisar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC).

Fonte: Produção da autora (adaptado de BRASIL, p. 539), 2021.

O Quadro 2 mostra o conjunto de habilidades relacionadas a cada uma das competências específicas da área, representando as aprendizagens essenciais a serem garantidas no âmbito da BNCC a todos os estudantes do Ensino Médio na área de Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

A Figura 1 mostra um exemplo de um código alfanumérico utilizado na identificação de cada uma das habilidades.

Figura 1 – Identificação das habilidades relacionadas a cada uma das competências específicas.



Fonte: Produção da autora (adaptado da BNCC, p. 26), 2021.

Quadro 2. Habilidades relacionadas às competências específicas das Ciências da Natureza e suas Tecnologias.

Habilidades
(EM13CNT101) Analisar e representar as transformações e conservações em sistemas que envolvam quantidade de matéria, de energia e de movimento para realizar previsões em situações cotidianas e processos produtivos que priorizem o uso racional dos recursos naturais.
(EM13CNT102) Realizar previsões, avaliar intervenções e/ou construir protótipos de sistemas térmicos que visem à sustentabilidade, com base na análise dos efeitos das variáveis termodinâmicas e da composição dos sistemas naturais e tecnológicos.
(EM13CNT103) Utilizar o conhecimento sobre as radiações e suas origens para avaliar as potencialidades e os riscos de sua aplicação em equipamentos de uso cotidiano, na saúde, na indústria e na geração de energia elétrica.
(EM13CNT104) Avaliar potenciais prejuízos de diferentes materiais e produtos à saúde e ao ambiente, considerando sua composição, toxicidade e reatividade, como também o nível de exposição a eles,

posicionando-se criticamente e propondo soluções individuais e/ou coletivas para o uso adequado desses materiais e produtos.

(EM13CNT105) Analisar a ciclagem de elementos químicos no solo, na água, na atmosfera e nos seres vivos e interpretar os efeitos de fenômenos naturais e da interferência humana sobre esses ciclos, para promover ações individuais e/ou coletivas que minimizem consequências nocivas à vida.

(EM13CNT106) Avaliar tecnologias e possíveis soluções para as demandas que envolvem a geração, o transporte, a distribuição e o consumo de energia elétrica, considerando a disponibilidade de recursos, a eficiência energética, a relação custo/ benefício, as características geográficas e ambientais, a produção de resíduos e os impactos socioambientais.

Habilidades

(EM13CNT201) Analisar e utilizar modelos científicos, propostos em diferentes épocas e culturas para avaliar distintas explicações sobre o surgimento e a evolução da Vida, da Terra e do Universo.

(EM13CNT202) Interpretar formas de manifestação da vida, considerando seus diferentes níveis de organização (da composição molecular à biosfera), bem como as condições ambientais favoráveis e os fatores limitantes a elas, tanto na Terra quanto em outros planetas.

(EM13CNT203) Avaliar e prever efeitos de intervenções nos ecossistemas, nos seres vivos e no corpo humano, interpretando os mecanismos de manutenção da vida com base nos ciclos da matéria e nas transformações e transferências de energia.

(EM13CNT204) Elaborar explicações e previsões a respeito dos movimentos de objetos na Terra, no Sistema Solar e no Universo com base na análise das interações gravitacionais.

(EM13CNT205) Utilizar noções de probabilidade e incerteza para interpretar previsões sobre atividades experimentais, fenômenos naturais e processos tecnológicos, reconhecendo os limites explicativos das ciências.

(EM13CNT206) Justificar a importância da preservação e conservação da biodiversidade, considerando parâmetros qualitativos e quantitativos, e avaliar os efeitos da ação humana e das políticas ambientais para a garantia da sustentabilidade do planeta.

(EM13CNT207) Identificar e analisar vulnerabilidades vinculadas aos desafios contemporâneos aos quais as juventudes estão expostas, considerando as dimensões física, psicoemocional e social, a fim de desenvolver e divulgar ações de prevenção e de promoção da saúde e do bem-estar.

Habilidades

(EM13CNT301) Construir questões, elaborar hipóteses, previsões e estimativas, empregar instrumentos de medição e representar e interpretar modelos explicativos, dados e/ou resultados experimentais para construir, avaliar e justificar conclusões no enfrentamento de situações-problema sob uma perspectiva científica.

(EM13CNT302) Comunicar, para públicos variados, em diversos contextos, resultados de análises, pesquisas e/ou experimentos – interpretando gráficos, tabelas, símbolos, códigos, sistemas de classificação e equações, elaborando textos e utilizando diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) –, **de modo a promover debates em torno de temas científicos e/ou tecnológicos de relevância sociocultural.**

(EM13CNT303) Interpretar textos de divulgação científica que tratem de temáticas das Ciências da Natureza, disponíveis em diferentes mídias, considerando a apresentação dos dados, a consistência dos argumentos e a coerência das conclusões, visando construir estratégias de seleção de fontes confiáveis de informações.

(EM13CNT304) Analisar e debater **situações controversas** sobre a aplicação de conhecimentos da área de Ciências da Natureza (tais como tecnologias do DNA, tratamentos com células-tronco, produção de armamentos, formas de controle de pragas, entre outros), com base em argumentos consistentes, éticos e responsáveis, **distinguindo diferentes pontos de vista.**

(EM13CNT305) Investigar e discutir o uso indevido de conhecimentos das Ciências da Natureza na justificativa de processos de discriminação, segregação e privação de direitos individuais e coletivos para promover a equidade e o respeito à diversidade.

(EM13CNT306) Avaliar os riscos envolvidos em atividades cotidianas, aplicando conhecimentos das Ciências da Natureza, para justificar o uso de equipamentos e comportamentos de segurança, visando à integridade física, individual e coletiva, e socioambiental.

(EM13CNT307) Analisar as propriedades específicas dos materiais para avaliar a adequação de seu uso em diferentes aplicações (industriais, cotidianas, arquitetônicas e tecnológicas) e/ou propor soluções seguras e sustentáveis.

(EM13CNT308) Analisar o funcionamento de equipamentos elétricos e/ou eletrônicos, redes de informática e sistemas de automação para compreender as tecnologias contemporâneas e avaliar seus impactos.

(EM13CNT309) Analisar questões socioambientais, políticas e econômicas relativas à dependência do mundo atual com relação aos recursos fósseis e discutir a necessidade de introdução de alternativas e novas tecnologias energéticas e de materiais, comparando diferentes tipos de motores e processos de produção de novos materiais.

(EM13CNT310) Investigar e analisar os efeitos de programas de infraestrutura e demais serviços básicos (saneamento, energia elétrica, transporte, telecomunicações, cobertura vacinal, atendimento primário à saúde e produção de alimentos, entre outros) e identificar necessidades locais e/ou regionais em relação a esses serviços, **a fim de promover ações que contribuam para a melhoria na qualidade de vida e nas condições de saúde da população.**

Fonte: Produção da autora (adaptado da BNCC, p.545), 2021.

Ao longo da contemplação do documento, percebe-se um discurso voltado para a formação de cidadãos **curiosos, investigativos, reflexivos, críticos, imaginativos, criativos, autores, protagonistas**. Cidadãos responsáveis, aptos a interagir e criar tecnologias voltadas à resolução de problemas pessoais e coletivos. Os estudantes devem ser motivados para ir além do conjunto de etapas predefinidas, exercitar a observação, a experimentação e a investigação. A ciência instiga os estudantes a questionar e divulgar seus conhecimentos, utilizando-se de tecnologias existentes ou mesmo desenvolvendo-as para aplicação no seu cotidiano e na sociedade como um todo (BRASIL, 2018, p. 537).

4.2 QUÍMICA E A REFORMA DO ENSINO MÉDIO

No ano de 2017 foi publicada a Lei nº 13.415/2017, conhecida como lei da reforma do Ensino Médio (BRASIL, 2017), a qual alterou em vários pontos a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (BRASIL, 1996). Dentre esses pontos, houve a inserção dos Itinerários Formativos, inclusive da formação técnica e profissional, além do atrelamento da organização curricular do Ensino Médio à Base Nacional Comum Curricular (BNCC), homologada em 2018 em sua terceira versão. Apesar de muitas polêmicas e descontentamentos, a reforma será implementada nas redes públicas e sistemas privados de ensino a partir de 2022, o que está gerando uma série de discussões em âmbito estadual e nacional, intensificadas a partir da

proposição dos currículos em cada um dos estados brasileiros, sem ampla discussão com os profissionais envolvidos em sua implementação (GONÇALVES, 2017).

Zanatta *et al.* (2018) afirmam que, considerando a carga horária total do Ensino Médio, haverá uma redução de 2.400 horas para 1.800 horas, referente à BNCC, isso implica uma redução considerável dos conteúdos a serem abordados, promovendo o esvaziamento e precarização do ensino. Somando-se a isso, pelas alterações promovidas pela Lei Nº 13.415/2017, somente Matemática e Língua Portuguesa serão disciplinas obrigatórias nos três anos do Ensino Médio.

Os autores ainda ressaltam que os estudos serão complementados por itinerários formativos, entre eles a formação técnica e profissional. Desse modo, possivelmente ocorrerá uma formação precária, por levar em consideração que parte das escolas não apresentam infraestrutura mínima adequada, e também, porque a Emenda Constitucional Nº 95/2026 limita os gastos públicos por vinte anos, o que impediria altos investimentos necessários para adequar as escolas às novas demandas, devido aos novos arranjos curriculares, como os que estão sendo propostos (ZANATTA, 2018).

De acordo com Lino (2017), a Lei Nº 13.415/17 é:

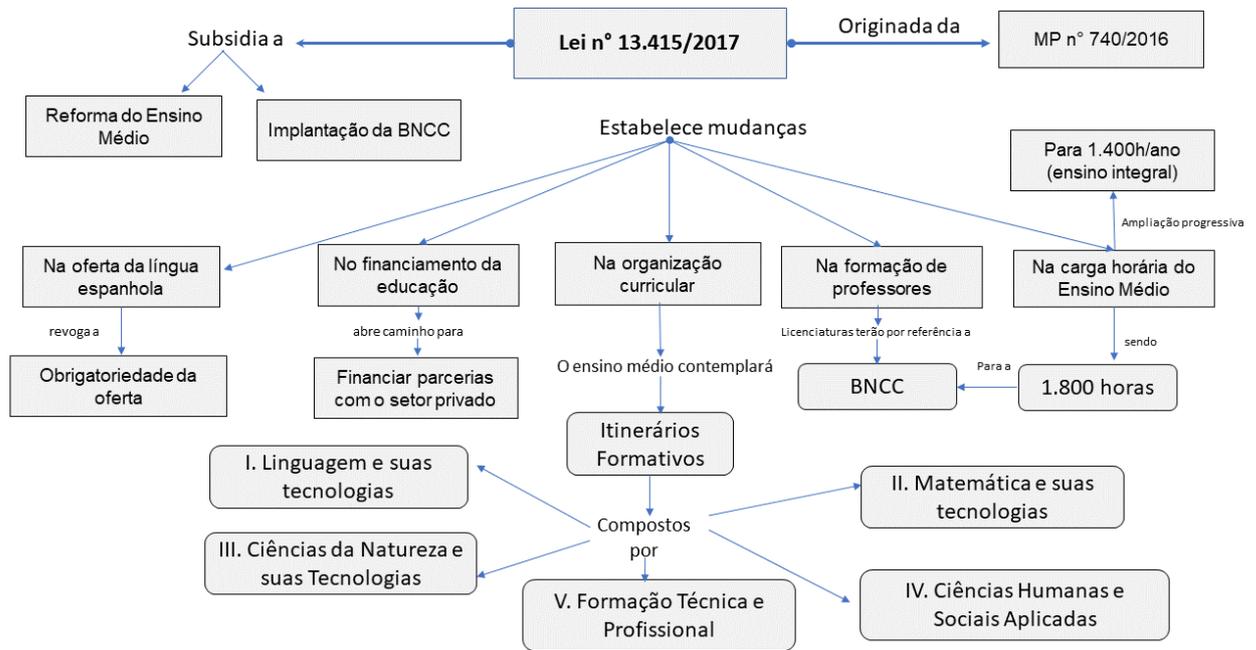
[...]uma ameaça concreta à oferta de qualidade do ensino médio e configura a redução do direito à educação. A formação integral, crítica e cidadã, que assegura aos alunos o pleno desenvolvimento intelectual, afetivo, físico, estético, moral e social, com base em princípios éticos e políticos que oportunizem sua emancipação, era a utopia a perseguir no ensino médio, hoje descartada. (LINO, 2017, p. 82).

Outras questões acerca da Lei nº 13.415/2017 que devem ser ressaltadas: (i) a redução de conteúdos face à diminuição da carga horária das disciplinas; (ii) a (re) configuração de disciplinas que passarão a ser contempladas como estudos e práticas (Educação Física, Arte, Sociologia e Filosofia); (iii) a organização e oferta dos Itinerários Formativos, conforme a relevância para o contexto local e a possibilidade dos sistemas de ensino, o que evidencia que a escola pública tende a ofertar aquele que demande menos investimentos e recursos humanos especializados; (iv) a regulamentação do “notório saber” dos profissionais que poderão atuar na formação técnica e profissional, sem uma formação didática/pedagógica necessária; (v) a subordinação e adequação das licenciaturas à BNCC; (vi) o estabelecimento de padrões de desempenho esperados para o Ensino Médio, que serão referência nos processos nacionais de avaliação, a partir da BNCC; (vii) a política de fomento para o Ensino Médio Integral, prevendo

repasse de recursos pelo MEC para escolas por apenas 10 anos e somente para aquelas que se enquadrarem nos requisitos exigidos; entre outros (ZANATTA, 2018, p. 64).

A Figura 2 apresenta uma síntese das principais implicações da Lei nº 13.415/17 a partir dos estudos e análises apresentados pelos autores.

Figura 2. Principais mudanças estabelecidas pela Lei N° 13.415/2017.



Fonte: Adaptado de Zanatta *et al.*, (2018), 2021.

Diante do exposto, percebe-se que há entre vários estudiosos e pesquisadores na área, uma inquietação em relação aos efeitos gerados pela aprovação da Lei N° 13.415/2017 na história da educação nacional. São preocupantes a possível precarização e o esvaziamento do ensino, com a supressão de conhecimentos historicamente organizados pela humanidade, promovendo ainda mais a perda da qualidade da educação (ZANATTA 2018).

Nesse contexto, situa-se a Química como componente curricular que será extinguido pela reforma e fará parte do Itinerário Formativo Ciências da Natureza e Suas Tecnologias, juntamente com os componentes curriculares Física e Biologia. E, se há tempos já não corresponde às expectativas de alunos, professores e sociedade em geral, os quais enxergam a Química como algo sem sentido, com a reforma, professores e pesquisadores na área, alegam que isso levará há um retrocesso no ensino da Química, formando jovens cada vez menos protagonistas nas questões sociais.

Diante desse cenário, a Sociedade Brasileira de Química em nota publicada em sua página oficial, afirma compreender a necessidade de mudanças e melhorias no Ensino Médio, principalmente:

[...]no que se refere a transformações que o mundo vem apresentando nos últimos anos, que podem levar parte da sociedade brasileira a ansiar por novas perspectivas para a escola básica, principalmente no que se refere ao Ensino Médio. Segundo a nota, a mudança pretendida por essa reforma não foi satisfatoriamente discutida no âmbito dos vários segmentos envolvidos, tais como os professores, pesquisadores, entidades profissionais, sociedades científicas, dentre outros (SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2021).

Ainda segunda a nota, a diminuição da carga horária da disciplina de Química, acarretará lacunas no **letramento e conhecimento escolar científico** dos estudantes. Isto causará sérios danos, tendo em vista a importância do conhecimento científico químico no atual cenário em que nossa sociedade se encontra imersa. Aponta também que mediante um cenário escolar que ignora o papel da Química na produção do conhecimento e como parte da cultura da humanidade, causará uma baixa procura por carreiras profissionais na área. (SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2021).

4.3. PROGRAMA NACIONAL DO LIVRO DIDÁTICO 2021

A revista Química Nova na Escola, em sua edição de maio de 2021, dedica o seu editorial ao Programa Nacional do Livro Didático (PNLD) apontando que, para o Ensino Médio, o programa pela primeira vez traz as modificações introduzidas pela Base Nacional Comum Curricular (BNCC) homologada no final de 2018. São propostas fundamentadas na aprendizagem baseada em projetos, que exigem formas de trabalhar que não têm sido as mais comuns nas escolas (PORTO; QUEIROZ, 2021).

De acordo com o artigo, os “Projetos Integradores” preveem o trabalho conjunto de professores de diferentes disciplinas. Em relação aos profissionais da Química, a colaboração seria principalmente com os colegas das demais Ciências da Natureza, mas também com os da área de Humanidades, em abordagens com caráter inter ou multidisciplinar. Os autores ressaltam ainda, a necessidade da readequação de espaços e horários, bem como a valorização dos docentes, pois idealmente seria necessário que a equipe de professores dedicasse seu tempo a uma única escola (PORTO; QUEIROZ, 2021).

Entre os Projetos Integradores, incluem-se propostas nas quais os projetos buscam desenvolver o letramento midiático, oferecendo ao jovem a oportunidade de aprender sobre a produção, circulação e apropriação de informações nas diversas mídias que existem contemporaneamente. Porém, os autores do Guia reconhecem que

[...]estudantes que frequentam escolas públicas, às quais se destinam as obras dos Projetos Integradores, muitas vezes, têm dificuldades de acesso à internet, assim como as próprias escolas brasileiras ainda não têm estruturas para proporcionar o acesso à internet a seus estudantes. E isso precisa ser considerado na elaboração e concretização de propostas pedagógicas para que estas não se caracterizem como propostas excludentes (PNLD 2021, MEC, p. 30).

4.4 SEQUÊNCIA DIDÁTICA

A sequência didática que será proposta foi planejada com o intuito de priorizar o surgimento da argumentação. A metodologia está fundamentada em três momentos caracterizados por um incessante questionamento no decorrer dos mesmos, de tal modo que seja possível analisar observações feitas e/ou hipóteses levantadas e contrapor situações.

O Quadro 3 traz um resumo dos três momentos idealizados para que a sequência didática proposta leve a um objetivo principal: investigar as informações referentes ao uso de medicamentos para a prevenção da Covid-19, com foco na ivermectina.

Quadro 3. Esquema da sequência didática - “A farsa da Ivermectina”.

MOMENTO	TÍTULO	AULAS	ATIVIDADES	CONCEITOS
1	Checagem dos conhecimentos prévios	1 e 2	Pedir que os estudantes relatam diferentes conhecimentos adquiridos através do senso comum	O que é Ciência; Qual a diferença entre conhecimento cotidiano e conhecimento científico; o método científico
2	Contextualização	3	Apresentação de pesquisa realizada pelos estudantes; reprodução de vídeos.	O histórico da ivermectina, a importância da ética na pesquisa científica, estudo randomizado, duplo-cego, placebo, grupo de controle.
3	Construindo a base teórica	4 e 5	Reprodução de vídeos, aplicação de uma enquête, aula	Conceito de soluções; a importância da concentração de soluções na administração

			expositiva dialogada; trabalho em grupo	de fármacos e de agentes desinfetantes; cálculo de concentração de soluções.
4	Sistematizando os conhecimentos	6	Cada grupo fará a apresentação de suas argumentações a partir do uso da ivermectina no combate a Covid- 19	Esquematisando os conhecimentos e aferindo os objetivos alcançados.

Fonte: Produção da autora, 2021.

Momento 1: checagem dos conhecimentos prévios.

Composto por duas aulas em que a figura do professor(a) será descentralizada, para que os (as) alunos (as) assumam o protagonismo e exponham seus conhecimentos sobre o que é Ciência? Qual a diferença entre conhecimento científico e senso comum? Qual o mais importante? Com a finalidade de valorizar os conhecimentos prévios e não partir do pressuposto que os mesmos desconhecem o tema. Esta etapa é fundamental, pois a partir das respostas obtidas o (a) professor (a) será capaz de planejar suas aulas futuras de maneira mais proveitosa, evitando repetições e oferecendo maior enfoque em tópicos mais questionados.

Aula 1: Compreendendo as diferentes posições

A primeira etapa, realizada nos primeiros minutos do encontro síncrono, deverá ser a aplicação de uma enquete através de um aplicativo, sugere-se o MindMeister (acesso em: <https://www.mindmeister.com/pt/>) que não faça a identificação dos estudantes, mas apenas um percentual de escolhas. Sugere-se que a enquete possua apenas uma pergunta de múltipla escolha, como o exemplo abaixo:

Marque apenas uma alternativa que defina o que a palavra ivermectina representa e depois justifique a sua escolha. Obs.: Caso você tenha outra definição, acrescentá-la no campo “outra resposta”.

Sugestões de alternativas: *i*) é um fármaco usado no tratamento de vários tipos de infestações por parasitas (piolhos, sarnas, oncocercose); *ii*) faz parte da lista de medicamentos essenciais da organização mundial de saúde; *iii*) Possui eficácia comprovada contra o vírus causador da Covid-19 (Sars-Cov-2); *iv*) as lesões provocadas por esse medicamento no fígado deixam o órgão mais vulnerável aos efeitos do coronavírus e *v*) outra resposta (a ser justificada).

Trata-se de um momento crítico no processo, pois é a partir dos dados coletados que estratégias serão lançadas. Já se torna oportuno neste momento, provocar que alguns estudantes argumentem a sua escolha. Posteriormente, na segunda etapa da aula, o (a) docente deverá explorar com os (as) alunos (as) seus conhecimentos prévios sobre o que é Ciência e a diferença

entre o conhecimento científico e o conhecimento cotidiano e explicando aos (as) alunos (as) o objetivo geral da sequência didática, que é envolvê-los com características próprias do “fazer ciências”. O (a) docente atuará apenas como mediador das conversas através da proposição de perguntas instigadoras, como as seguintes: *i) O que é ciência? ii) leite com manga faz mal? iii) tomar remédio com leite, pode? iv) O espelho atrai um raio? v) Qual a recomendação para acabar com o soluço? vi) Uma receita caseira para acabar com o coronavírus, você conhece?*

Enfim, neste momento pretende-se que muitos estudantes exponham suas crenças e saberes populares, que são passados de geração a geração. Para contribuir com a aula, o (a) docente, deverá solicitar que os alunos habilitem seus microfones ou utilizem o chat para enviar suas contribuições.

Aula 2: O docente deverá juntamente com os (as) alunos (as), classificar todos os relatos em **conhecimento do cotidiano, senso comum** ou **saber popular**.

Na etapa final, o professor deverá encaminhar uma problematização para a próxima aula: O que é o conhecimento científico? Qual a diferença entre esse conhecimento e os que foram discutidos na aula?

Sugestão: para uma melhor compreensão da condução dessa aula, é sugerido **ao docente** uma série de quatro vídeos do canal **Meu orbital** disponível no link: https://www.youtube.com/channel/UCmDxU9VHKey_LGki5R_T4Tw.

No primeiro vídeo, “O que é a Ciência? Parte 1 - O conhecimento cotidiano e o conhecimento científico”, o apresentador, de uma maneira muito didática e descontraída, faz uma abordagem do que é o **senso comum** e o **conhecimento cotidiano**. No segundo vídeo, o que é o **método científico** e qual a diferença entre uma teoria, lei, postulado, entre outros. Já no terceiro vídeo, é discutido como o **conhecimento científico** é produzido. E no quarto e último vídeo da série, há uma retomada dos assuntos apresentados para que sejam utilizados para explicar como a **Ciência** é produzida atualmente.

Momento 2: Contextualização

Momento reservado para apresentar fatos de como dados puseram o vermífugo como um dos protagonistas do “*Kit covid*”, como foi a aceitação por parte de alguns governantes e pela população e as consequências causadas pela falta de informação.

Aula 3: Explorando o histórico da ivermectina

O (a) Professor (a) deverá solicitar anteriormente que os alunos se organizem em grupos, de no máximo 5 pessoas, para pesquisarem como atividade assíncrona, o uso do “*Kit covid*” como tratamento precoce contra a COVID-19: onde surgiu, quais eram as recomendações médicas, o posicionamento da Organização Mundial da Saúde (OMS) e Ministério da Saúde;

títulos de manchetes dos principais meios de comunicação no início da pandemia e também, organizar gravações de no máximo 10 minutos para serem exibidas durante o encontro síncrono. As apresentações podem ser realizadas da maneira que os grupos se sintam mais confortáveis, apenas com as falas, apresentação de slides, desenhos, entre outros.

O professor poderá avaliar a qualidade do trabalho através das fontes realizadas para a pesquisa, a desenvoltura durante a apresentação e o cuidado com o tempo estipulado.

É sugerido como fonte de pesquisa o artigo “*A farsa da Ivermectina*” onde relata de uma maneira cronológica como um vermífugo descoberto nos anos 1970 surgiu como mito no tratamento precoce da COVID-19. Desde a publicação do primeiro artigo científico relatando que o medicamento neutraliza o SARS - Cov 2 em 48 horas (CALY *et al.*, 2020) até a fraude cometida por um médico americano, tornando-se o centro de um equívoco internacional, com políticos e pacientes defendendo um tratamento ineficaz e perigoso (GARATTONI, 2021).

Momento 3: Construindo a base teórica

Neste momento, o (a) professor (a) deverá fornecer bases teóricas que corroborem na compreensão de que mesmo pesquisas apontando um suposto mecanismo de ação da ivermectina na inibição enzimática utilizada para que o vírus consiga se replicar dentro da célula infectada, dezenas de estudos foram realizados em pacientes de Covid, e nenhum deles conseguiu demonstrar a eficácia da ivermectina. **Duração:** duas aulas de cinquenta e cinco minutos cada.

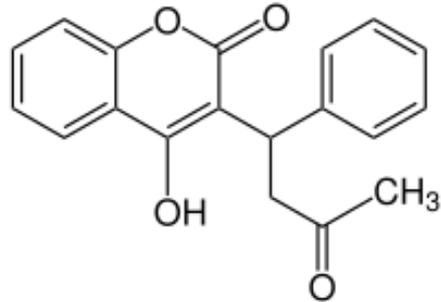
Aulas 4: Situação - problema

As atividades propostas para a **aula 4** deverão ser realizadas em um momento síncrono e serão desenvolvidas em duas etapas. Para a primeira etapa, o (a) professor (a) deverá compartilhar uma situação-problema, que consiste em simular a prescrição de um fármaco (princípio ativo medicamentoso) que deverá ser administrado em um paciente por via endovenosa. O professor deverá estimular os estudantes a responder e a registrar suas respostas. E, retornar a elas após a intervenção pedagógica na segunda etapa, no qual se apresentará o raciocínio que conduz à resposta. É válido ressaltar que são apenas sugestões de perguntas, cada docente poderá adaptar a partir da sua realidade e de quais objetivos pedagógicos pretende alcançar.

A varfarina (Figura 3), fórmula molecular $C_{19}H_{16}O_4$ e massa molar igual a 308,33 g/mol é um fármaco utilizado desde a década de 50 e, registrado pela ANVISA como agente anticoagulante para o tratamento e prevenção de doenças tromboembólicas (Franco et al, 2021),

mas uma superdosagem pode causar sangramentos fatais, característica que levou à introdução da droga como pesticida contra roedores na década de 1950.

Figura 3 - Fórmula estrutural plana da varfarina.



Fonte: FRANCO *et al.*, 2021

Sua ação anticoagulante é potencializada desde que esteja presente no plasma sanguíneo, com uma concentração superior a 1,0 mg/L. Entretanto, concentrações plasmáticas superiores a **4,0 mg/L** podem desencadear hemorragias. As moléculas desse fármaco ficam retidas no espaço intravascular e dissolvidas exclusivamente no plasma, que representa aproximadamente 60% do sangue em volume. Em um medicamento, a varfarina é administrada por via intravenosa na forma de solução aquosa, com concentração de **3,0 mg/mL**. Um indivíduo adulto, com volume sanguíneo total de 5,0 L, será submetido a um tratamento com solução injetável desse medicamento (**Adaptado** – ENEM 2013 – CIÊNCIAS DA NATUREZA E SUAS TECNOLOGIAS)

Perguntas:

- Qual a concentração máxima no plasma sanguíneo para que seja mantida a administração segura do fármaco, evitando riscos de hemorragias e como consequência o óbito do paciente? **4,0 mg/L**
- Qual o volume aproximado, em litros, de plasma sanguíneo, em um indivíduo adulto? **3,0 L (60% do sangue em volume).**
- Qual a quantidade máxima, em mg, do fármaco que deve ser administrada sem correr riscos de hemorragia em um indivíduo adulto? **12 mg**
- Qual é o máximo volume da solução do medicamento que pode ser administrado a esse indivíduo, pela via intravenosa, de maneira que não ocorram hemorragias causadas pelo anticoagulante? **4,0 mL**

No **APÊNDICE A**, encontra-se um material suplementar com a resolução de cada uma das questões e também, sugestões de como desenvolver os cálculos na perspectiva de aumentar o engajamento dos estudantes.

Na segunda etapa da aula, o (a) professor (a) poderá elaborar uma apresentação de slides para que os principais pontos envolvendo o estudo e cálculo de concentração possam ser discutidos através de uma abordagem didática e interativa. Para encaminhar o encerramento da aula, o (a) docente deve retornar às questões que foram sugeridas na situação-problema e incentivar os (as) alunos (as) a apresentar suas respostas e principalmente se houve correções em relação aos resultados prévios após a aula do(a) docente. Espera-se que o (a) aluno (a) já tenha condições de respondê-las e verificar seus equívocos. Para a preparação da aula sugere-se como bibliografia complementar o capítulo 1 - Estudo das Soluções do livro didático de Ricardo Feltre, 7ª Edição.

Aula 5: Aplicando o conhecimento

Consiste na divisão da turma em grupos pequenos, no máximo 3 alunos, para discutirem durante 20 minutos a questão baseada no seguinte trecho:

A dose impossível

O marco zero da Ivermectina na pandemia é março de 2020, quando cinco pesquisadores australianos publicaram um artigo relatando que o medicamento neutralizava o Sars-CoV-2 em 48 horas. (...) os testes *in vitro*, em que a Ivermectina é aplicada diretamente em células, mostram que ela inibiu a replicação viral do Sars - CoV-2 na concentração de **2 a 5 micromols** por litro de sangue. (GARATTONI, 2021, p. 34, grifo da autora).

Considerando que, comercialmente, o fármaco para uso humano é vendido em comprimidos de 6 mg e na literatura (GUZZO *et al*, 2002) a dose de máxima tolerabilidade em indivíduos adultos e saudáveis é de **247,8 ng/mL** de sangue, faça uma estimativa de quantos comprimidos seriam necessários para atingir a dose com potencial ação contra o coronavírus em um indivíduo adulto, com volume sanguíneo total de **5 litros**. Para o cálculo, leve em consideração a concentração de **5 µmol/L**, que, segundo a literatura, demonstrou nos testes *in vitro* a erradicação total da carga viral (MOMEKOV; MOMEKOVA, 2021).

Após os 20 minutos estabelecidos, todos os (as) alunos (as) deverão retornar para a primeira chamada/reunião aberta pelo (a) professor (a). Para o encerramento, um integrante do grupo deverá relatar para a turma o que foi discutido nas reuniões separadas. A consonância de ideias poderá ser um dos critérios para avaliação, favorecendo o empenho de todos e não apenas daqueles que já costumam se destacar nas atividades que são propostas. Uma sugestão é utilizar o aplicativo wordwall (disponível no link: <https://wordwall.net/pt/myactivities>) para o sorteio

dos grupos e também para definir no retorno das discussões, qual o integrante que fará a defesa das ideias do grupo.

No **APÊNDICE B**, é apresentada uma sugestão de como o(a) professor(a) poderá conduzir a sequência de cálculos para que os grupos consigam chegar na estimativa esperada (em torno de **17 vezes maior** a dose necessária em relação ao máximo tolerável por um organismo adulto e sadio).

Momento 4: Sistematizando os conhecimentos

Sistematização dos conhecimentos incorporados ao longo da sequência didática, para que o(a) professor(a) identifique se os objetivos iniciais foram concluídos com êxito ou se alguns tópicos necessitam ser revisados novamente em momento oportuno.

- **Duração:** uma aula assíncrona, sendo assim, o tempo é variável.

Aula 6: Produção de um vídeo

A aula 6, que encerra a sequência didática, tem por objetivo identificar se os conceitos e as discussões foram bem incorporados. Para isto, o(a) professor (a) deverá solicitar aos (as) alunos (as), que, em momento assíncrono, usem os resultados para produzir um vídeo que explique o problema à comunidade, que se posicione criticamente em relação às diversas implicações que a falta do conhecimento científico podem acarretar e proponha medidas individuais e coletivas para alertar a população sobre os riscos que uma superdosagem de medicamentos pode causar.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Se antes a área de educação em Ciência já se mostrava relevante, agora ela assume uma importância imensurável, uma vez que muitas das informações extensivamente veiculadas nos meios de comunicação, dizem respeito a conceitos científicos básicos, porém, comumente incompreendidos.

Na atualidade, o exercício da docência em Química não pode mais restringir-se a uma transmissão passiva de informações. Cabe ao(a) professor(a) além do desenvolvimento dos conteúdos específicos, agir como orientador de seus alunos na busca de informações e no desenvolvimento de projetos de projetos de interesse social, contribuindo para a formação de indivíduos aptos a exercer plenamente sua cidadania.

A sequência didática apresentada pode contribuir para que os professores repensem suas práticas, ou a maneira como conduzem discussões em sala, de forma a favorecer o engajamento dos estudantes na prática científica de argumentar.

A partir da análise documental realizada pode-se inferir que não há uma orientação única e pronta para proporcionar um ensino de qualidade que efetivamente contribua para as competências e habilidades previstas na Lei das Diretrizes e Bases da Educação Nacional. São vários os caminhos que podem ser trilhados, e caberá ao (a) professor(a) encontrar aquele que considera mais adequado, em face da realidade da sua escola e da comunidade em que ela está inserida. Por isso, a sequência didática apresentado como principal resultado deste trabalho, deve ser vista apenas como uma sugestão, elaborada com o propósito de contribuir com o trabalho docente na busca de estudantes mais engajados e participativos na sociedade em que vivem.

Como perspectivas futuras, destaca-se a aplicação para coleta de dados quantitativos no âmbito do ensino remoto e presencial, em especial, uma metodologia que leve a conclusões do grau argumentativo produzido pela sequência didática.

E para finalizar, afirma-se que a sequência proposta é apenas uma das leituras possíveis dos dados da bibliografia consultada, sem pretensões de apontar conclusões definitivas. Ficamos a certeza de que venha a contribuir para fomentar o diálogo e práticas docentes que priorizem a argumentação e o protagonismo discente.

REFERÊNCIAS

ARROIO, A *et al.* **O Show da Química**: motivando o interesse científico. *Química Nova*, V. 29, n. 1, p. 173-178, 2006. Disponível em: <http://quimicanova.s bq.org.br>. Acesso em: 08 jun. 2021.

BACHELARD, G. **Ensaio sobre o conhecimento aproximado**. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Agência Nacional de Vigilância Sanitária**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/nota-de-esclarecimento-sobre-a-ivermectina>. Acesso em: 18 nov. 2021.

BRASIL. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília: Ministério da Educação, 2018.

BRASIL. **Lei nº 13.415, de 16 de fevereiro de 2017**. Altera as Leis nºs 9.394, de 20 de dezembro de 1996, que estabelece as diretrizes e bases da educação nacional, e 11.494, de 20 de junho 2007, que regulamenta o Fundo de Manutenção e Desenvolvimento da Educação Básica e de Valorização dos Profissionais da Educação, a Consolidação das Leis do Trabalho - CLT, aprovada pelo Decreto-Lei nº 5.452, de 1º de maio de 1943, e o Decreto-Lei nº 236, de 28 de fevereiro de 1967; revoga a Lei nº 11.161, de 5 de agosto de 2005; e institui a Política de Fomento à Implementação de Escolas de Ensino Médio em Tempo Integral. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2017/lei/L13415.htm. Acesso em: 27 out. 2021.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília, Brasil: MEC, SEMTEC.; 1999. Disponível em: <http://portal.mec.gov.br/seb/arquivos/pdf/blegais.pdf>. Acesso em: 06 jan. 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. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9394.htm. Acesso em: 06 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Educação; Secretaria de Educação Básica; Secretaria de Educação Continuada, Alfabetização, Diversidade e Inclusão; Secretaria de Educação Profissional e tecnológica. Conselho Nacional de Educação; Câmara de Educação Básica. **Diretrizes Curriculares Nacionais da Educação Básica**. Brasília: MEC; SEB; DICEI, 2013. Disponível em: http://portal.mec.gov.br/index.php?option=com_docman&view=download&alias=13448-diretrizes-curriculares-nacionais-2013-pdf&Itemid=30192. Acesso em: 16 out. 2021.

CALY, L *et al.* **The FDA-approved drug ivermectin inhibits the replication of SARS-CoV-2 in vitro**. *Antiviral Research*. 178(2020). Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.antiviral.2020.104787>. Acesso em: 28 out. 2021.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de Ciências por Investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2018.

CARVALHO, A. M. P. *et al.* **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática.** São Paulo: Cengage Learning, 2016.

COUTINHO, F.A.; DE OLIVEIRA, F. S. **Ciências na Escola: o novo coronavírus como tema gerador de sequências didáticas.** São Paulo: Na Raíz, 2021.

FRANCO, D. *et al.* A importância das cumarinas para a química medicinal e o desenvolvimento de compostos bioativos nos últimos anos. *Quim. Nova*, v. 44, n. 2, p. 180-197, 2021. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20170654>. Acesso em: 13 nov. 2021.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: Saberes necessários à prática educativa.** São Paulo: Paz e Terra, 1996.

FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Agência Fiocruz de notícias. Cientista Colaborador da Fiocruz Ganha Prêmio Nobel de Medicina e Fisiologia de 2015. Disponível em: <https://portal.fiocruz.br/noticia/cientista-colaborador-da-fiocruz-ganha-premio-nobel-de-medicina-e-fisiologia-de-2015>. Acesso em: 18 nov. 2021.

GARATTONI, B. A farsa da Ivermectina. **Superinteressante**, São Paulo, n. 426, p. 32-39, abr.2021.

GONÇALVES, S. R. V. Interesses mercadológicos e o “novo” ensino médio. **Revista Retratos da Escola**, Brasília, v. 11, n. 20, p. 131-145, jan./jun. 2017. Disponível em: <<http://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/753>>. Acesso em: 14 jan. 2022.

GUZZO, C. A. *et al.* **Safety, tolerability, and pharmacokinetics of escalating high doses of ivermectin in healthy adult subjects.** *J Clin Pharmacol.* 2002;42(10):1122–1133. Crossref. PubMed.

KUENZER, A. Z. Trabalho e escola: a flexibilização do ensino médio no contexto do regime de acumulação flexível. **Educ. Soc.**, Campinas, v. 38, n. 139, p.331-354, abr./jun. 2017.

LINO, L. A. **As ameaças da reforma: desqualificação e exclusão.** *Revista Retratos da Escola*, Brasília, v. 11, n. 20, p. 75-90, jan./jun. 2017. Disponível em: <http://retratosdaescola.emnuvens.com.br/rde/article/view/756>. Acesso em: 21 out. 2021.

MODY, V., HO, J., WILLS, S. *et al.* **Identification of 3-chymotrypsin like protease (3CLPro) inhibitors as potential anti-SARS-CoV-2 agents.** *Commun Biol* 4, 93 (2021). Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s42003-020-01577-x>. Acesso em: 08 out. 2021.

MOMEKOV, G.; MOMEKOVA, D. **Ivermectin as a potential COVID-19 treatment from the pharmacokinetic point of view: antiviral levels are not likely attainable with known dosing regimens.** Disponível em: <https://doi.org/10.1101/2020.04.11.20061804>. Acesso em: 06 out. 2021.

PADHY, B. M. *et al.* **Therapeutic potential of ivermectin as add-on treatment in COVID 19: A systematic review and meta-analysis.** *J Pharm Pharm Sci*, v. 23, p. 462-469, 2020.

PNLD 2021. Projetos Integradores e Projetos de Vida – Ciências da Natureza e suas Tecnologias. Disponível em:

https://pnld.nees.ufal.br/assets/pnld/guias/Guia_pnld_2021_proj_int_vida_pnld2021-didatico-ciencias-da-natureza-e-suas-tecnologia.pdf. Acesso em: 05 nov. 2021.

PORTO, P., QUEIROZ, S. L. **Novidades no PNLD 2021**. Quím.nova esc. v. 43, n. 2, p. 147, maio de 2021. Disponível em: http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc43_2/02-Editorial-43-2.pdf. Acesso em: 05 nov. 2021.

RIO GRANDE DO SUL. **Referencial Curricular Gaúcho: Ciências da Natureza**. Porto Alegre, v. 1, 2018. Disponível em: <http://curriculo.educacao.rs.gov.br/sobre/index>. Acesso em: 04 abr. 2021.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: Uma revisão bibliográfica. *Investigação em Ensino de Ciências*, v. 16, n. 1, p. 59-77, 2011.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA – SBQ. **Nota sobre a implementação do novo ensino médio**. São Paulo, 26 de julho de 2021. Disponível em: <http://www.sbq.org.br/ensino/mocoos/nota-da-sociedade-brasileira-de-quimica-sobre-implementacao-do-novo-ensino-medio-partir-da>>. Acesso em: 04 nov. 2021.

VIDALE, G. Bolsonaro voltou a defender a ivermectina e nitazoxanida contra Covid-19. **Revista Veja, edição on-line, jan.2021**. Disponível em:

<https://veja.abril.com.br/saude/bolsonaro-volta-a-defender-ivermectina-e-nitazoxanida-contra-covid-19/>. Acesso em: 12 nov. 2021.

ZANNATTA, S. C *et al.* **Uma Visão Crítica sobre a Implantação da Base Nacional Comum Curricular em Consonância com a Reforma do Ensino Médio**. *Debates em Educação*. Vol. 10, Nº 21. 2018.

APÊNDICE A - SUGESTÕES DIDÁTICAS - AULA 4

No começo da **aula 4**, é colocada a situação-problema envolvendo a prescrição de um fármaco (princípio ativo medicamentoso) que deverá ser administrado por via intravenosa em uma dose segura de no máximo **4,0 mg/L**, pois no plasma sanguíneo, concentrações superiores a essa podem desencadear hemorragias. O medicamento está disponível em solução aquosa cuja concentração é de **3,0 mg/L**. Estimule os estudantes a responder e registrar suas respostas permitindo verificar quais ideias prévias, cientificamente plausíveis ou não, os estudantes têm sobre **o tema concentração das soluções**, o que ajudará a planejar a intervenção pedagógica necessária ao seu desenvolvimento. Na retomada dessa problemática inicial (após segunda etapa da aula), espera-se que os estudantes associem a concentração do fármaco no plasma sanguíneo como fator de administração segura do mesmo.

As questões norteadoras deverão ser respondidas na seguinte sequência:

- a) Concentração máxima no plasma sanguíneo para que seja mantida a administração segura do fármaco: _____

Espera-se como resposta o valor de **4,0 mg/L**, pois o mesmo já se encontra presente no texto. Nesse momento é oportuno verificar se o(a) aluno(a) já reconhece o termo concentração, a partir das práticas do dia a dia e até mesmo através da interpretação de uma informação.

- b) Volume do plasma sanguíneo: _____

Espera-se como resposta **3,0 L**, pois, segundo as informações, o plasma constitui 60% do volume total de sangue. **Volume do plasma sanguíneo = 5 L x 0,6 = 3,0 L**

Na retomada dos resultados, é provável que muitos alunos não tenham chegado a esse resultado, por diferentes motivos, ainda com problemas de interpretação ou até mesmo em conteúdos básicos de matemática. Caberá ao(a) professor(a) quando detectar essas falhas, intervir através de estratégias pedagógicas para suprir essas defasagens na aprendizagem, podendo até propor uma atividade interdisciplinar com o(a) professor(a) de matemática.

- c) Qual a quantidade máxima, em mg, do fármaco que deve ser administrada **sem correr riscos de hemorragia** em um indivíduo adulto? **12 mg**

Esse item formaliza a ideia de que, em uma dada solução, há uma relação constante entre a quantidade de soluto e a quantidade de solução, possibilitando chegar ao resultado desejado através de uma fórmula matemática ou até mesmo por uma regra de três.

Um exemplo de como conduzir o cálculo:

Dados:

Concentração segura = 4,0 mg/L

Volume em litros = 3,0 L (volume do plasma sanguíneo já calculado anteriormente).

massa em mg = valor a ser encontrado

Utilizando a fórmula matemática da concentração em massa:

$C = m_1 / V$, onde, m_1 refere-se a massa do soluto (valor procurado), V é o volume da solução, no caso os 3,0 L de plasma sanguíneo e C a concentração em massa, que segundo os dados, é o valor de 4,0 mg/L. Logo, a massa em mg será:

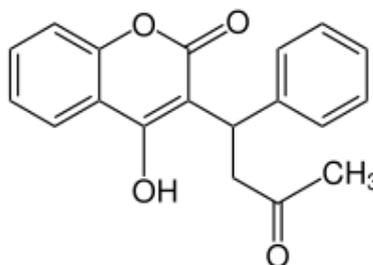
$$m_1 = C \times V$$

$$m_1 = 4,0 \text{ mg/L} \times 3,0 \text{ L} = \mathbf{12 \text{ mg}}$$

Através de uma regra de três:

Soluto	Solução
4,0 mg -----	1 L
m₁ -----	3 L
m₁ = 12 mg	

Ao critério do(a) professor(a), sugere-se mostrar aos estudantes todas as relações em massa, sendo convertidas para número de mols, através do uso da massa molar do fármaco e também, uma interpretação da sua fórmula estrutural plana conforme apresentada na sequência didática. Mostrar qual a relação existente entre a estrutura plana apresentada abaixo (Figura A1) e os dados de fórmula molecular, $C_{19}H_{16}O_4$ e massa molar igual a 308,33 g/mol. **Motivo:** a abordagem da ivermectina se dará em concentração molar (mol/L).

Figura A1 - Estrutura plana da Varfarina

Fonte: Franco *et al.*, 2021

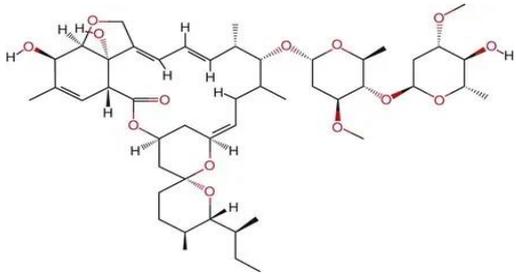
Proponha aos estudantes que recordem as relações existentes entre as principais unidades de massa (mg, g, kg, t) e registrem- -nas no caderno; depois, peça-lhes que façam o mesmo para as principais unidades de volume (mL, cm³, L, dm³, m³). Essas relações serão importantes para todo o desenvolvimento da sequência didática.

Retorne a elas após trabalhar a segunda etapa da aula no qual se apresenta através da exposição dos conteúdos o raciocínio que conduz à resposta. Entre as metas a serem alcançadas após a exposição do conteúdo, destacam-se: *(i)* método de preparo de uma solução aquosa; *(ii)* expressar a concentração de uma solução em massa do soluto por volume da solução; *(iii)* interpretar corretamente informações de concentração presentes em soluções do dia a dia (água mineral); *(iv)* operacionalizar cálculos fundamentais envolvendo concentração de soluções.

APÊNDICE B – SUGESTÕES DIDÁTICAS - AULA 5

Nessa aula, os estudantes analisarão um problema real (a dose impossível), e para chegar à resposta será necessário pesquisar dados que não foram fornecidos no enunciado. Antes de iniciar a atividade, oriente-os a ler a questão sugerida e listar quais são as informações necessárias para resolver o problema. Em seguida, devem identificar quais informações não foram fornecidas (a fórmula da ivermectina para obter sua massa molar). Eles devem pesquisar essas informações e efetuar os cálculos necessários para obter a resposta. Fica a critério do(a) professor(a), explorar diferentes situações, como por exemplo, a dosagem de cada comprimido para uso veterinário e humano. Podendo trazer à tona, várias discussões durante a pandemia referente ao uso indiscriminado do medicamento. No quadro a seguir (Quadro B1), exemplos de informações que podem ser sugeridas ao estudante a investigação das mesmas.

Quadro B1 - Exemplos de informações a serem investigadas em relação a ivermectina

Sugestões de pesquisa	Informação
Dose para uso veterinário	
Dose para uso em humanos	
Fórmula estrutural do princípio ativo (avermectina B1a) ¹	
Fórmula molecular	C ₄₈ H ₇₄ O ₁₄
Massa molar (g · mol ⁻¹)	875,1

¹ A ivermectina é uma mistura sólida que contém no mínimo 90% de 22,23 - dihidroavermectina (B1a), fórmula C₄₈H₇₄O₁₄ e menos de 10% de 22,23 - dihidroavermectina (A1a), fórmula C₄₇H₇₂O₁₄. Para fins de cálculos, consideramos apenas o seu principal constituinte, a fórmula B1a.

Fonte: Produção da autora, 2021.

A partir das informações já coletadas, a etapa seguinte será a estruturação do cálculo: O trecho “a dose impossível” traz como concentração eficaz 2 a 5 micromols por litro de sangue (2 a 5 $\mu\text{mol/L}$). Para fins de cálculo, sugere-se o valor de máxima eficiência relatada pela literatura, **5 $\mu\text{mol/L}$** .

1° passo: encontrar a relação entre quantidade de matéria (número de mols) com massa (g). Para isso, utiliza-se a massa molar do principal constituinte da ivermectina (B1a).

1 mol ----- 875,1 g

1 micromol ----- X g

$$X = 1 \times 10^{-6} \text{ mol} \times 875,1 \text{ g} / 1 \text{ mol} = \mathbf{875,1 \times 10^{-6} \text{ g ou } 875 \mu\text{g}/\mu\text{mol}}$$

2° Passo: encontrada a relação entre massa e nº de mol, transforma-se a concentração ideal em g/mL:

$$\text{Concentração ideal} = 5 \mu\text{mol/L} \times 875 \mu\text{g}/\mu\text{mol}$$

= 5 x 875 $\mu\text{g/L}$ ou 5 x 875 $\mu\text{g}/1000 \text{ mL} = \mathbf{5 \times 875 \times 10^{-6} \text{ g} / 10^3 \text{ mL}}$ (opta-se por deixar as potências de base dez e a não finalização das multiplicações para facilitar na simplificação de valores durante as etapas a seguir).

3° Passo: a partir de uma proporção compara-se os dois valores relatados na literatura, a concentração ideal e a concentração real (máximo tolerável).

$$C_{\text{ideal}} = 5 \times 875 \times 10^{-9} \text{ g/ml (testes } \textit{in vitro})$$

$$C_{\text{máx}} = \mathbf{250 \text{ ng/mL} = 250 \times 10^{-9} \text{ g/mL (máximo tolerado por um indivíduo adulto e sadio)}$$

Proporção entre a concentração ideal e a máxima reportada pela literatura

$$C_{\text{ideal}} / C_{\text{máx}} = 5 \times 875 \times 10^{-9} \text{ g/ml} : 250 \times 10^{-9} \text{ g/mL}$$

$$C_{\text{ideal}} / C_{\text{máx}} = 5 \times 875 / 250 = 875 / 50 = \mathbf{17,5 \text{ vezes maior}}$$

Conclusão principal:

Na prática, isso é inatingível, pois para atingir o pulmão com essa concentração que inibiu a replicação viral seria necessário a ingestão em uma dose 17 vezes maior do que a maior dosagem segura registrada na literatura médica. Estimativas indicam que seria preciso tomar até 100 comprimidos de uma vez para tentar alcançar o nível necessário de ivermectina.

Os dados farmacocinéticos disponíveis para a ivermectina indicam que nas doses rotineiramente usadas para o tratamento de doenças parasitárias, **as concentrações inibitórias da SARS-CoV-2 praticamente são inatingíveis**. Atualmente, qualquer tratamento empírico com ivermectina ou sua inclusão em protocolos terapêuticos não são cientificamente justificáveis. A própria consideração da droga como um agente antiviral de amplo espectro é incorreta porque não demonstrou efeitos antivirais além do nível *in vitro*. Enquanto não houver dados confiáveis de estudos controlados, a

aplicação de ivermectina em pacientes com Covid-19 deve ser decididamente desencorajada (Momekov e Momekova, 2020, tradução e grifo da autora).