

Os Heterociclos do Contexto da COVID-19 (Parte 2): Aporte da Iniciação Científica Júnior para o Processo de (Re)significação de Conceitos Químicos

The Heterocycles of the Context of COVID-19 (Part 2): Contribution of Junior Scientific Initiation for the Process of (Re)signifying Chemical Concepts

Rosália Andrighetto,^{a,*} Vanessa Griebeler Sebastiani^b

^a Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Cerro Largo, CEP 97900-000, Cerro Largo-RS, Brasil.

^b Escola Estadual de Educação Básica Eugênio Frantz, CEP 97900-000, Cerro Largo-RS, Brasil.

*E-mail: rosalia.andrighetto@uffs.edu.br

Recebido em: 17 de Maio de 2021

Aceito em: 13 de Outubro de 2021

Publicado online: 17 de Março de 2022

The present writing composes the second part of clippings of the practice of a junior scientific initiation project and intends to highlight the contribution of the study of molecules correlated to the COVID-19 pandemic theme for the delimitation of fundamental concepts in the field of organic chemistry. The methodology adopted (supported by a virtual didactic workshop, scientific texts and teaching materials) involved high school students in a collective effort in the face of the debate on controversial aspects of the pandemic. As a result, we point out the possibility of addressing important structural chemical concepts and formulas that underlie the area of organic chemistry and, more specifically, heterocyclic chemistry. In this writing, we share a brief account of our experience regarding the use of this thematic in an investigative journey with the school students.

Keywords: Chloroquine; hydroxychloroquine; heterocyclic chemistry; COVID-19; PIBIC-EM.

1. Introdução

Em meio à necessidade da busca por um enfrentamento sensato da pandemia, diante do polêmico cenário instaurado em meio às discussões acerca de informações dúbias, a população brasileira direcionou considerável atenção ao que foi veiculado no universo midiático a esse respeito. Tal fato conduziu a inúmeros comentários, seja por meio de postagens nas redes midiáticas e sociais (como pode/pôde ser facilmente observado em uma breve pesquisa por meio da internet) ou por meio do popular “boca a boca”, que sempre existiu, mas, que no século da Tecnologia da Informação e Comunicação, é a própria consequência imediata do que é disseminado rapidamente por intermédio dessas redes sociais.

Apesar dos compostos químicos derivados quinolínicos – a quinolina (Q), a cloroquina (CQ) e a hidroxicloroquina (HCQ) – marcarem a história há longa data, o assunto que os incluiu intensamente no cotidiano, tanto científico quanto popular, nunca esteve tão em alta quanto neste momento em que o mundo enfrenta a pandemia da COVID-19. Contexto esse marcado por grandes debates, em escala nacional e internacional, acerca da utilização dos fármacos cujos princípios ativos são derivados quinolínicos – a CQ e a HCQ. Por meio de uma breve busca via internet, de caráter informal e especulativo, é possível encontrar postagens envolvendo as palavras referentes à Q, CQ e HCQ, as quais, embora tragam agregadas em si próprias (pela sua denominação) profundo significado químico, muitas vezes foram usadas de forma indiscriminada e equiparadas erroneamente.¹

Mas, “O que há em um nome? O que chamamos rosa teria o mesmo cheiro com outro nome” (p. 46).² Ao suscitarmos essa antiga questão, corroboramos com Li, salientando que “ao contrário da exclamação de Shakespeare, nomear heterociclos é uma parte integrante do nosso aprendizado de química heterocíclica. Eles são o jargão profissional que usamos rotineiramente para nos comunicarmos com nossos colegas” (tradução livre, p. 1).³ E, portanto, no estabelecimento da linguagem científica, cada molécula química, resguardada em suas particularidades físico-químicas, tem associada a ela uma denominação que lhe é própria. Assim, para nos referirmos a uma determinada estrutura química devemos nos apropriarmos do uso adequado da sua nomenclatura, seja ela a usual ou a oficial.

Aliada a essa essência, também enfatizamos a afirmativa de Giordan e colaboradores, ao fundamentar que:

Uma das principais preocupações concernentes ao ensino de Química é que os alunos compreendam seus processos e produtos bem como as formas de comunicação utilizadas para divulgá-los à população. Assim, compreender e problematizar o papel dos meios de comunicação quando do estudo de temas sociocientíficos é uma atividade que pode ser considerada na estruturação de planos de ensino (p. 327).⁴

Considerando essas premissas e o aspecto controverso gerado pelo expressivo emprego indiscriminado das terminologias Q, CQ e/ou HCQ como sendo definições equivalentes, diante de um cenário em que notável atenção tem sido dispensada pela população brasileira quanto às informações acerca do emprego desses fármacos no combate à COVID-19, em meio a ampla divulgação no universo midiático impulsionada pela rápida disseminação favorecida pelos compartilhamentos nas redes sociais, torna-se imprescindível colaborarmos com a escrita de textos científicos para desmistificar questões por trás desse assunto e fomentarmos a educação científica dos nossos estudantes, em especial, do Ensino Médio (EM).

A respeito desse panorama e sendo a Universidade um espaço provedor de conhecimentos e de incentivo à educação científica qualificada, ofereceu-se a uma estudante do EM um espaço-tempo para a pesquisa investigativa, orientada por professor universitário, e promoveu-se (inter)ações para que os conhecimentos também se repercutissem no espaço escolar entre seus pares. Tendo-se partindo da incitante questão que envolve(u) o interesse dos cientistas na CQ e na HCQ, a concepção, a organização e a execução do projeto de Iniciação Científica Júnior (IC-Jr), foram norteadas pela problematização cerne da pesquisa primária: quais são os vínculos, históricos e científicos, que envolvem a Q, a CQ e HCQ no contexto da COVID-19?

Para tal, em um primeiro momento, explorou-se o contexto histórico e as publicações decorrentes da pandemia da COVID-19, enquanto temática geradora e fio condutor, para construir um texto profícuo aos distintos leitores em potencial.¹ Subsequentemente, intencionando-se contribuir para suscitar esclarecimentos do ponto de vista do conhecimento científico químico, esta pesquisa descritiva e exploratória, de abordagem qualitativa, recorreu à prática didático-pedagógica para explorar aspectos da química orgânica, contrapondo-os com a polêmica dos fármacos CQ e HCQ nos holofotes da pandemia para desmistificar junto aos estudantes do EM questões concernentes ao debate que virou questão nacional. E, diante desse cenário, em prol da ciência, é imperativo destacar a relevância do fomento à IC-Jr e as suas contribuições para uma mobilização acadêmico-científica que visa estimular a alfabetização científica já no nível médio de escolarização.

2. Objetivos

Os nossos objetivos, pertinentes à execução de um projeto de IC-Jr, consistiram em apresentar as substâncias Q, CQ e HCQ – exaltadas nos holofotes polêmicos da pandemia da COVID-19, como ‘objetos químicos’ de investigação contextualizada, para explorar os conceitos de química heterocíclica e instigar o estudo da química orgânica por meio de um processo de (re)significação científica dos conteúdos e dos conceitos correlatos pelo estudante do EM. E, por meio do compartilhamento da nossa experiência, intencionamos exaltar a relevância do fomento à IC-Jr para estimular a alfabetização científica já no nível médio de escolarização.

3. Metodologia e Material Didático-Pedagógico

Para o desenvolvimento metodológico, inicialmente, convidou-se uma estudante do 3º ano do EM, de uma escola estadual pública, para desenvolver as atividades de Iniciação de Pesquisa Científica previstas em um projeto fomentado pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o EM (PIBIC-EM/CNPq/2020-2021). Foram delineadas ações conjuntas entre orientador e bolsista que visaram, especificamente, o auto processo de formação continuada aliado à IC-Jr, com pretensões para desenvolver conexões entre conceitos científicos (envolvendo o reconhecimento das estruturas moleculares químicas de núcleos heterocíclicos, de funções orgânicas e de propriedades farmacológicas) e a realidade do atual cenário mundial que estamos vivenciando.

Durante o percurso, neste período de isolamento imposto pela pandemia da COVID-19, os diferentes meios de redes de comunicação e tecnologias digitais foram fundamentais, tanto para o colhimento quanto para o compartilhamento de informações entre orientador e bolsista, em um contexto emergente de aprendizagem *online*[#]. Tendo-se utilizado diversas fontes metodológicas, tanto de natureza dialógica (textos de divulgação científica, estudos dirigidos e oficina didática) quanto operacional (software ChemSketch®). Especificamente, para a realização da oficina didática, os estudantes realizaram duas chamadas de videoconferência com duração de duas horas e meia cada uma.

Para o conhecimento por parte do leitor quanto aos procedimentos metodológicos específicos das atividades, está preconizado no Quadro 1 o percurso metodológico desenvolvido junto à bolsista júnior que envolveu, especificamente, as seguintes ações: *i*) construção de uma revisão teórica, desde as primeiras descobertas pelo uso popular e científico até o presente momento pandêmico, com ênfase nas expectativas a partir do que a ciência já confirmou sobre o uso das substâncias CQ e HCQ contra o SARS-CoV-2 no combate à COVID-19,¹ *ii*) levantamento e identificação dos principais fármacos destacados

Quadro 1. Síntese das principais ações empreendidas no decorrer do projeto.**Cenário formativo 1: educação científica no ambiente universitário**

Ação 1 – Estudos dirigidos, sistematizados e orientados por revisões da literatura científica: exploração de conceitos científicos.

Ação 2 – Elaboração de material e planejamento de uma oficina didática.

Ação 3 – Colaboração na escrita de artigos científicos.

Ação 4 – Apresentação do trabalho desenvolvido em evento da universidade.

Cenário formativo 2: aplicação e disseminação de conhecimentos entre seus pares no âmbito escolar

Ações indiretas – Interações dialógicas para a disseminação e multiplicação de conhecimentos.

Ação direta – Desenvolvimento da oficina didática com o subsídio de tecnologias digitais, mediada pela temática central “as moléculas da pandemia”.

nas divulgações midiáticas como tendo potencial ação farmacológica no combate à COVID-19; *iii*) análises das representações estruturais bi- e tridimensional (2D e 3D) dos derivados quinolínicos, em particular a Q, CQ e HCQ, mediante a exploração do modus operandi do software ChemSketch®; *iv*) realização de um estudo sistemático para a articulação entre o (re)conhecimento das estruturas químicas e de seus grupos funcionais dentro do universo de significados químicos orgânicos; *v*) acompanhamento da evolução das recentes pesquisas e compilação dos principais resultados científicos para atualizar, elucidar dúvidas e desmistificar questões sobre o assunto que gerou grande curiosidade e alarido entre a população brasileira.

Primeiramente, inseriu-se a estudante do EM no espaço universitário, promovendo-se a iniciação científica e o aperfeiçoamento de conhecimentos iniciais, qualificando-a no âmbito da pesquisa científica para a elaboração de trabalhos/artigos científicos e materiais/recursos didático-pedagógicos e informativos. A partir de um primeiro olhar para o contexto inicial da pandemia no Brasil, percebemos o significativo volume de dúvidas e controvérsias suscitadas, dado o escasso nível de evidências no ponto de vista de publicações científicas preliminares. Diante do panorama delineado pelo cenário inicial da pandemia, escolheu-se como alvo de investigação o papel de derivados quinolínicos como alvos farmacológicos, tomando-se por base o estudo estrutural da Q, CQ e HCQ aliado ao ponto de vista histórico e científico (químico e farmacológico).

Para a exploração da miscelânea de informações veiculadas e o confronto científico, a estratégia inicial de pesquisa consistiu, inicialmente, no acompanhamento e levantamento informais de questões vinculadas à temática da pandemia da COVID-19 e suas facetas (em um olhar panorâmico por meio do universo midiático e das redes sociais). E, posteriormente, procedeu-se a revisão sistemática da literatura (utilizando bases de dados indexadas) em plataformas digitais de divulgação científica (nacionais e internacionais). Para as análises estruturais bi- e tridimensional (2D e 3D) das moléculas orgânicas e estudo das funções orgânicas foi utilizado o software ChemSketch® e o material complementar de apoio visual (em partes explicitado na Figura 1), construído com base na literatura especializada.⁵⁻⁹

4. (Re)Construindo Conhecimentos: Breve Relato da Nossa Prática

Não é de agora, durante este período de pandemia, que as inquietações, os desafios e as esperanças provocam-nos enquanto professores. Desde o início do milênio vivenciamos o nascimento de novos paradigmas, modelos e processos de comunicação educacional em novos cenários de ensino e de aprendizagem. Experimentamos a passagem do modelo convencional para o modelo “*onlife*” (online e offline)^{10,11} e, entendendo a importância do compartilhamento com o público que busca um ensino de qualidade cada vez melhor a todos, neste artigo, delineamos os recortes de ações formativas emergentes em um contexto universitário que, por estabelecer laços entre o orientador (professor universitário, o instigador cognitivo) e o bolsista (estudante do EM, o protagonista), mediante o fomento do PIBIC-EM/CNPq, conecta-se ao contexto escolar e à realidade do estudante.

Deste modo, ao considerarmos projetos desta natureza como sendo uma ‘via de mão dupla’ (de integração), temos por intenção ancorar-nos em um processo de aprendizagem colaborativa que prima pela simetria invertida,¹² oportunizando a (re)construção e consolidação dos conhecimentos tanto acerca dos saberes e fazeres docentes (no sentido da atualização e qualificação da práxis) quanto do aprofundamento de conteúdos escolares (no sentido de familiarização do estudante com os vínculos estabelecidos entre os conteúdos específicos à área de química e às pesquisas científicas).

Ressaltamos que a nossa expectativa, ao explicitar a nossa motivação, é compartilhar o conhecimento científico suscitado ao estudante e exortar a comunidade acadêmica a realizar ações de natureza similar, as quais tiveram evidentemente, sob nossos olhares enquanto protagonistas, resultados qualitativos prósperos. Em especial, destacamos que o texto ora apresentado apresenta, intencionalmente, apenas resultados qualitativos oriundos das nossas reflexões mediadas pela investigação da temática da COVID-19 no estudo da Química Orgânica, não dando destaque a qualquer teoria de ensino e aprendizagem ou metodologia estatística de quantificação de resultados. Ratificamos que

The figure consists of several interconnected educational components:

- Top Slides:** Multiple instances of an 'Introdução à Química Orgânica' slide. One slide defines 'Inorgânicas (ou minerais)' as substances originating from minerals and 'Orgânicas' as those originating from living organisms. It notes that both 'Atualmente' contain carbon.
- Left Slide:** Focuses on '1 - Tetravalência do carbono', explaining that carbon has four valence electrons and four equivalent valences. It shows the electronic configuration $C_6: 1s^2 2s^2 2p^2$.
- Bottom-Left Slide:** Discusses 'Compostos Heterocíclicos - Essenciais para a vida', listing 'Ácidos Nucleicos', 'Alcalóides', 'Fármacos', and 'Vitaminas' as examples.
- Right Slide:** Defines the 'Objeto de estudo' as organic compounds containing carbon and other elements like oxygen, nitrogen, halogens, phosphorus, and sulfur.
- Central Diagram:** A thought bubble asks 'Como se chegou até essa classificação?' and 'Porque se chama Química Orgânica?'. Below it is a word cloud with terms like 'DNA', 'proteínas', 'células', 'CH3', and 'benzeno'.
- Chemical Structures:** A DNA double helix and the structures of nucleic acid bases: Adenina, Timina, Guanina, and Citosina.

Figura 1. Ilustração contendo alguns exemplos do material complementar ao estudo

a quantificação é necessária e maiores aprofundamentos em novas pesquisas tornam-se fundamentais para a construção de proposições metodológicas aplicáveis aos mais diversos contextos da educação básica brasileira.

Especificamente, em termos da abordagem de conteúdo, entendendo a importância do (re)conhecimento das estruturas químicas, de grupos funcionais orgânicos e associações às respectivas nomenclaturas, ancoramos o percurso formativo da IC-Jr na exploração da investigação de questões históricas e científicas integrada ao conceito da química heterocíclica, exemplificada pelos compostos quinolínicos que estiveram nos holofotes da pandemia da COVID-19. Evidenciamos que, enquanto a história do desenvolvimento do conhecimento permite estabelecer a intrínseca curiosidade humana em qualquer tempo e associá-la às diversas questões de época, a química, por sua vez, requer o estabelecimento e o uso adequado de uma linguagem padrão, universal, capaz de possibilitar que se comunique de forma precisa e inequívoca. Assim, a compreensão do passado que gerou o presente fornece os caminhos para entender as questões atuais e construir o futuro com esforço e prosperidade.

Enfatizamos ainda que, ao oportunizar a (participação) ativa da estudante do EM e incentivar o seu engajamento

autônomo para administrar e gerenciar seus compromissos e atividades, percebemos a profunda relevância deste processo, cujos resultados vão além de possibilitar novos conhecimentos, pois, também, oferecemos ao estudante um caminho para o processo de autodescoberta sobre suas habilidades e áreas de interesse, conforme seguem destacados alguns dos trechos do depoimento autoral: *[...] esta bolsa de estudos, oferecida a mim, foi de suma importância, não apenas como algo a acrescentar ao meu currículo, mas pelo fato de ter vivenciado conhecimentos que ainda não tinham sido oferecidos ou ensinados a mim. [...] posso dizer que este projeto é intenso e incrível! Ao mesmo tempo que muitas vezes me via desesperada por não saber de algo, ao final do trabalho, quando eu conseguia compreender e saber de onde tudo aquilo surgiu me sentia feliz, feliz por saber que eu consegui e que, sim, a sabedoria conjunto a prática é a base de tudo. Eu adorei participar deste projeto, porque de certo modo ele abriu meus olhos para novos conhecimentos e a ter gosto por estudar química.*

Deste modo, por meio do fomento à IC-Jr, proporcionamos desafios que podem contribuir para a autonomia no processo de aprendizagem e para a formação de um estudante protagonista, capaz de gerenciar a sua maneira de aprender,

de forma crítica e consciente, e de fazer o uso estratégico e criativo das possibilidades que lhes estão disponíveis, como as mídias digitais, a fim de atuar também como um multiplicador do conhecimento entre os seus pares (Quadro 2). [...] *Para complementar quero dizer que eu acho fascinante isso tudo, este projeto, pelo fato de poder proporcionar conhecimento a pessoas que tem gosto por estudar, de querer conhecer, de saber como e o porquê das coisas, [...] claro que para muitos esse só vai ser mais um projeto, mas para alguns, para “aquelas pessoas”, terá grande significado!* Neste sentido, diante do atual contexto e da nossa experiência, julgamos importante demonstrar à sociedade e à comunidade acadêmica a relevância da inserção de jovens nas Ciências.

O fato de os estudantes estarem interessados na temática proporcionou um retorno positivo quanto a participação e o envolvimento destes nas atividades desenvolvidas, conforme seguem os depoimentos: *“Obtivemos resultados incríveis quanto ao aumento do nosso conhecimento, tanto eu [bolsista] quanto eles [participantes voluntários]. Lemos artigos imensos, alguns nem faziam sentido, mas com a nossa troca de ideias chegamos em um consenso. Para responder as perguntas, todos precisavam ter uma base do contexto e com isso na nossa primeira chamada fizemos leituras de artigos, e na segunda respondemos os questionários com alguns debates, que envolviam risadas e discussões. Conversamos bastante sobre a hidroxiclороquina e a cloroquina, em diálogos envolvendo destaques aos seus*

efeitos, usos indevidos de tais medicamentos e mortes durante a pandemia que poderiam ser evitadas com o conhecimento adequado sobre tais medicamentos. Essa experiência foi bem divertida e com certeza ampliou nossos conhecimentos”.

Ao serem questionados quanto ao que eles (os estudantes) perceberam e relacionaram sobre os assuntos abordados e o que lhes foram novidades, eles deram alguns destaques como: *“Inúmeras coisas foram novidades, pois pouco sabíamos sobre a água tônica, cloroquina e hidroxiclороquina. Agora percebemos que coisas utilizadas como remédios podem ser associadas com bebidas ingeridas no nosso cotidiano sem que percebamos. Nem tudo que vemos na internet é verdade. Para a obtenção de resultados corretos é necessário uma série de pesquisas para não ocorrer precipitação e mortes por conta do uso inadequado de medicamentos. Também aprendemos a reconhecer e a diferenciar a estrutura de moléculas heterocíclicas e que cada qual, de acordo com os seus substituintes, tem a sua nomenclatura específica”.*

Considerando os questionamentos inspirados em posts e comentários que circularam no contexto midiático e nas redes sociais (muitas vezes de forma irônica), ilustramos na Figura 2 algumas das perguntas e respostas em torno da temática central. Salientamos que, embora não se tenha pretendido entrar em um assunto complexo, é preciso observar que os fármacos, em suas particularidades, exibem farmacodinâmica (mecanismo de ação) e farmacocinética

Quadro 2. Descrição da oficina alicerçada nos textos-guias compilados no artigo Parte 1.¹

Atividade didática – As moléculas da pandemia da COVID-19: reconhecendo funções orgânicas e nomenclaturas de compostos heterocíclicos					
Duração: 8 horas		Número de participantes: 15 estudantes do ensino médio			
Descrição: Tendo em vista a pandemia e os novos hábitos que surgem deste contexto a serem inseridos no cotidiano de maneira geral, planejou-se, desenvolveu-se e avaliou-se um conjunto de atividades remotas, realizadas com estudantes que tiveram por interesse participar voluntariamente dos compartilhamentos das informações suscitadas do projeto desenvolvido.					
Textis-guias: Medição teórica		Atividades: Aplicação do conhecimento		Observações: Resultados imediatos	
Textos que tecem os laços históricos e científicos para uma breve contextualização dos fatos, para compreender, esclarecer e compartilhar os pontos chave que levaram ao atual contexto	Texto-guia 1: Os heterociclos: contextualização conceitual	Analisar – refletir – agir	Incitamento ao debate por meio de reflexões costuradas por questionamentos pilares (e seus derivados):	Diálogos – Novidades – Reconstrução do conhecimento	A oficina com os estudantes do EM, ancorada nos textos apresentados na estrutura organizacional deste artigo, agregou novos conhecimentos relacionados à química orgânica por meio da introdução aos conceitos da química heterocíclica.
	Texto-guia 2: Investigando a quinina e seus sucedâneos em 5 séculos de história: um pouco de química, de biodiversidade e de geografia		<i>O que são os heterociclos?</i>		
	Texto-guia 3: Endemia, surto, epidemia, pandemia: o que são?		<i>Qual é a relação da água tônica com a hidroxiclороquina?</i>		
	Texto-guia 4: Cloroquina e hidroxiclороquina: do que se conhecia a algumas dos (novos) conhecimentos em meio a pandemia		<i>Por que a quinino está presente na composição da água tônica e qual é o seu papel?</i>		
	Texto-guia 5: Os apontamentos recentes		<i>Quais as diferenças entre as moléculas de cloroquina e de hidroxiclороquina?</i> <i>O que os cientistas já sabiam antes da pandemia (até 2019) e o que já se sabe após o início da pandemia?</i>		
Observamos que a cada desafio lançado, seja por meio de um simples diálogo, a fim de fomentar a troca de informações e o compartilhamento de opiniões, para além da rotina de sala de aula, proporcionamos experiências que são úteis ao estudante e contribuem com o seu percurso formativo.					

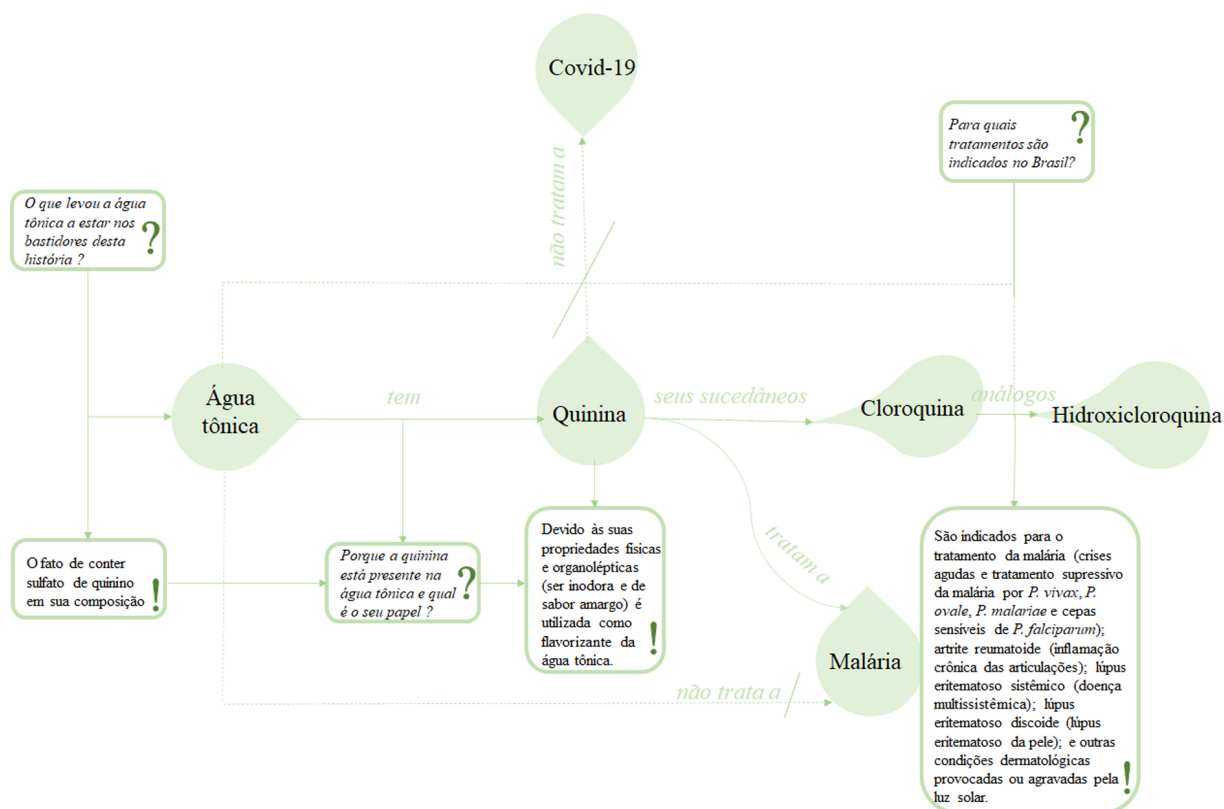


Figura 2. Mapa conceitual da temática central

(processos e efeitos no corpo) com atuações farmacológicas específicas que são consideradas nos protocolos de pesquisa e devem ser levados em conta para uma administração correta para cada situação em particular.

Como resultados imediatos, depreendemos que abordar tais questões possibilitou-nos subsidiar e estruturar o processo de (re)construção e consolidação de conhecimentos ao estudante do EM, não somente específicos à área de química, em especial da química orgânica, com destaque aos heterociclos, mas, agregado aos mais diversos aspectos contextuais atrelados (direta ou indiretamente) à temática, em complemento aos conteúdos escolares. De modo que essa abordagem favoreceu o desenvolvimento de uma visão interdisciplinar acerca do contexto como um todo. Tendo sido um processo de extrema relevância por proporcionar ao estudante do EM caminhos para (re)formular respostas cientificamente corretas a questionamentos como os levantados no decorrer deste artigo (como tantos outros que derivam deste assunto, como por exemplo os relacionados ao conceito de tempo de meia-vida dos fármacos e aspectos que estão vinculados às etapas de liberação dos fármacos para o consumo).

Para especificar alguns dos detalhes oriundos da nossa análise qualitativa dos resultados positivos com os estudantes, apontamos que a realização do estudo sistemático contextualizado (por meio dos atos primários de desenhar – à mão livre e no ChemSketch®), de contabilizar a quantidade de cada elemento constituinte e de extrair a fórmula molecular) favoreceu a exploração do

significado das ligações no contexto abstrato e factual da Química, possibilitando ao estudante a leitura precisa das expressões químicas (relativas à composição química, às ligações simples, duplas e triplas, aos ciclos homogêneos e heterogêneos, à aromaticidade, ao número de ligações por átomos, à geometria e aos comprimentos de ligações, enfim, às simbologias padrão para a Química) (Figura 3).

Por se tratar do estímulo à representação do abstrato em uma linguagem visual, percebemos que foi imprescindível o exercício autoral do ato de (re)desenhar diferentes estruturas heterocíclicas para descobrir o que está implícito, seja na representação estrutural (percepção referente aos carbonos e hidrogênios comumente omitidos), seja na expressão molecular (percepção relativa ao número subscrito como sendo a quantidade de elementos presentes nas estruturas), para (re)direcionar a compreensão referente ao pertinente (re)conhecimento de estruturas e distinção de moléculas químicas e seus grupos funcionais.

Ao articular esse universo de significados químicos orgânicos dentro do contexto sociocientífico pandêmico e oportunizar o conhecimento do *modus operandi* do software ChemSketch®, esta metodologia, abordada de uma forma contextualizada, possibilitou o domínio gradual, passo a passo, da representação da expressão estrutural química (assunto esse tão abstrato e, geralmente, de difícil compreensão por parte dos estudantes),¹³ conforme um dos comentários em destaque: ‘As atividades extracurriculares contribuíram para me tornar uma estudante mais bem preparada para articular os conteúdos de química orgânica

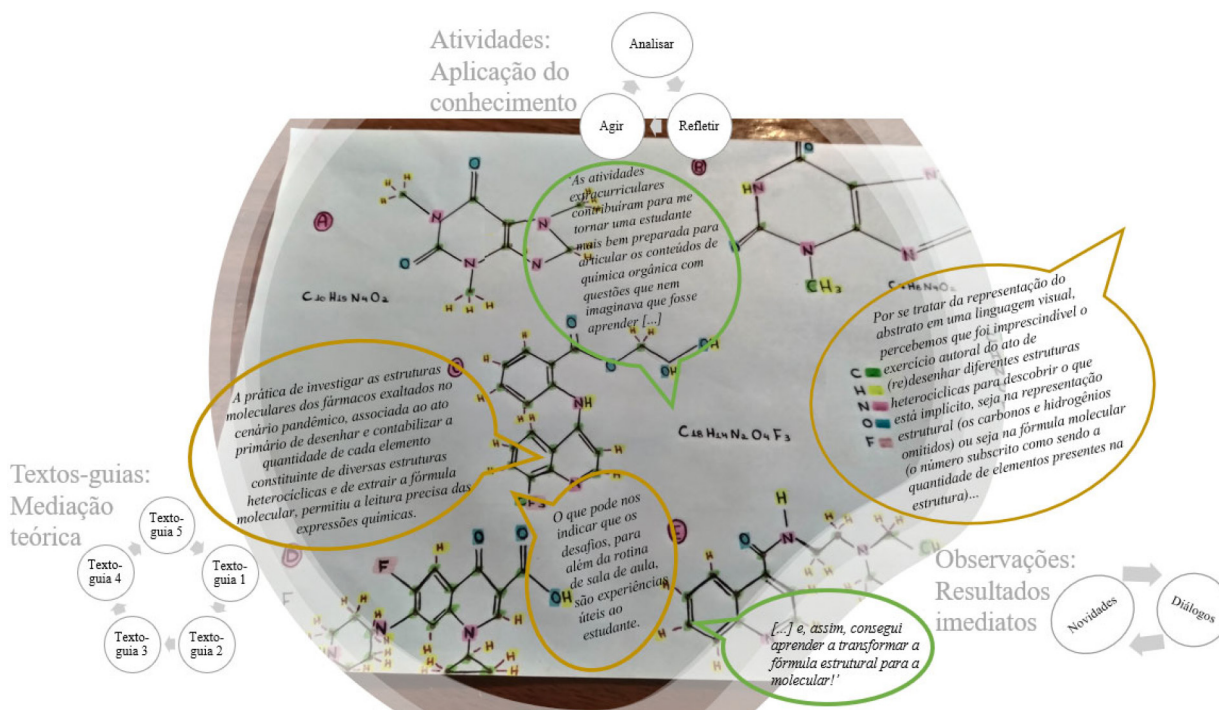


Figura 3. Exemplo de representações estruturais de diferentes heterociclos e síntese das principais observações positivas

com questões que nem imaginava que fosse aprender [...] e, assim, consegui aprender a transformar a fórmula estrutural para a molecular (e vice e versa)!

Resultados esses que em linhas gerais podem nos indicar que os desafios, lançados para além da rotina da sala de aula, são experiências úteis ao estudante. Ressaltamos, portanto, a relevância desta mobilização, mediada por um percurso formativo subsidiado pela IC-Jr, no sentido de contribuir para fomentar a alfabetização científica em um processo de (re)significação do conteúdo da química heterocíclica e dos conceitos correlatos pelo estudante.

5. Considerações Finais

Desenvolvemos um percurso formativo norteado pelo estímulo à autonomia do estudante do EM e, por meio dele, atestamos a importância do investimento na pesquisa e do incentivo à inserção de jovens em projetos de IC-Jr, por meio do PIBIC-EM, que tem incentivado a atividade científica júnior no Brasil e levado a resultados imediatos promissores. E, para além da relevância particular, evidenciada enquanto indivíduos que a protagonizaram, em meio aos desafios dos tratamentos das doenças já conhecidas que são ainda agravados pelo surgimento de novas doenças, enfatizamos a importância do incentivo constante às pesquisas científicas para o estudo, a síntese e a produção de (novos) compostos orgânicos como potenciais agentes farmacológicos.

Especificamente, a despeito da nossa experiência, chamamos a atenção para o aproveitamento das pesquisas em torno da química de heterociclos (aqui exemplificada pelas moléculas quinolinicas exaltadas no cenário

pandêmico) como um tema estruturante para a abordagem acerca de conceitos científicos, aplicações e processos da química orgânica, já no nível básico de escolarização. E, exortamos a inserção da pandemia da COVID-19, quer sob seus aspectos social, econômico, sanitário, científico e/ou de saúde pública, até mesmo geográfico e político, como uma relevante temática no contexto do processo de ensino e aprendizagem no EM.

Atestamos a sua importância para além de uma questão da atualidade, como um enfrentamento coletivo que servirá de exemplo às próximas gerações e que, especificamente, para o ensino de conteúdos da área de química, torna-se relevante a estratégia metodológica de articulações entre o estudo de estruturas moleculares de fármacos, a comunicação em massa e os apontamentos da comunidade científica.

Para finalizar o nosso relato, dada as tratativas aqui desveladas, atestamos que a utilização desse caso (a COVID-19) como proposta de ensino para esclarecimentos de questões que envolvem, em específico, o ensino da química orgânica por meio dos heterociclos, pode ser de grande valia para a educação científica dos nossos estudantes, em especial, do EM. Sendo assim, recomendamos que se pense no potencial da COVID-19 como um tema de interface entre interesses de cunho social, cultural, econômico e científico, e em seus vínculos que nos deixam marcas históricas, para suscitar discussões sobre como aspectos da comunicação midiática e científica podem ser articulados aos conteúdos tratados no processo de ensino-aprendizagem no nível médio de escolarização e, em especial, da área da química orgânica.

Notas

#Onlife é uma terminologia cunhada pelo filósofo italiano Luciano Floridi, que significa a vivência em parte no mundo digital (online) e em parte no mundo analógico (offline). O filósofo explica isso em seu livro “Infosfera”, no qual interpreta a sociedade contemporânea como sendo um conjunto de organismos informacionais interconexos e interdependentes. A Iniciativa Onlife, da Comissão Europeia, procurou compreender o que significa ser humano na realidade contemporânea hiper conectada.¹¹

Agradecimentos

Os autores agradecem à agência de fomento pela concessão da bolsa e possibilidade de inserção/imersão de estudantes do Ensino Médio, pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica para o EM (PIBIC-EM/CNPq/2020-2021), em projetos de iniciação científica no ambiente universitário, o que é extremamente relevante aos envolvidos (orientador e estudante) e contribui profundamente para a disseminação e a multiplicação de conhecimentos.

Referências Bibliográficas

1. Andrighetto, R.; Sebastiani, V. G.; Os heterociclos do contexto da COVID-19 (Parte 1): uma revisão com destaques da pandemia. *Revista Virtual de Química* **2021**, no prelo. [[Crossref](#)]
2. Shakespeare, W.; *Romeu e Julieta*, Tradução de Barbara Heliodora, Nova Fronteira: Rio de Janeiro, 2011.
3. Li, J. J.; *Heterocyclic Chemistry in Drug Discovery*. John Wiley and Sons: Hoboken, 2013. [[Crossref](#)]
4. Giordan, M.; Gomes, G.; Dourado, I. L. A.; Romeu, J. G. F.; A Polêmica da Fosfoetanolamina no Ensino de Química: Articulações entre o Planejamento de Ensino e a Comunicação Científica. *Química Nova na Escola* **2019**, *41*, 327. [[Crossref](#)]
5. Nylund, K.; Johansson, P.; *Heterocyclic Compounds: Synthesis, Properties and Applications*, Nova Science Publishers Inc, 2010.
6. Katritzky, A. R.; Ramsden, C. A.; Joule, J. A.; Zhdankin, V. V.; *Handbook of Heterocyclic Chemistry*, 3a. ed, Elsevier: Amsterdam, 2010.
7. Melo, J.; Donnici, C.; Augusti, R.; Ferreira, V.; Souza, M. C.; Ferreira, M. L.; Cunha, A.; Heterociclos 1,2,3-triazólicos: histórico, métodos de preparação, aplicações e atividades farmacológicas. *Química Nova* **2006**, *29*, 569. [[Crossref](#)]
8. Baker, H. G.; *Plants e Civilization*, 2a. ed., Wadsworth Publishing Company, Inc., Belmont, California, 1970. [[Crossref](#)]
9. de Oliveira, A. R. M.; Szczerbowski, D.; Quinina: 470 anos de história, controvérsias e desenvolvimento. *Química Nova*, **2009**, *32*, 1971. [[Crossref](#)]
10. Moreira, A. J.; Schlemmer, E.; Por um novo conceito e paradigma de educação digital *onlife*. *Revista UFG* **2020**, *20*, 63438. [[Crossref](#)]
11. Floridi, L.; The Onlife Manifesto – Being Human in a Hyperconnected Era. Springer, **2015**.
12. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *PCN+Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos parâmetros curriculares nacionais – ciências da natureza, matemática e suas tecnologias*. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002. [[Link](#)]
13. Andrighetto, R.; Cardoso, E. M. R.; Luchese, T.; A Ciência e os Esportes: explorando a aerodinâmica com o auxílio artístico de nanoPutianos por meio de tirinhas. *Química Nova na Escola* **2020**, *43*, 216. [[Link](#)]