



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE  
VIÇOSA  
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E  
TECNOLÓGICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA  
MESTRADO PROFISSIONAL EM  
QUÍMICA**



**MÁRCIO VIEIRA MACHADO**

**A QUÍMICA MEDICINAL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA  
INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Daniele Cristiane Menezes

**VIÇOSA – MG  
2023**

**MÁRCIO VIEIRA MACHADO**

**A QUÍMICA MEDICINAL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA  
INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE QUÍMICA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Daniele Cristiane Menezes

**VIÇOSA – MG  
2023**

**Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da Universidade  
Federal de Viçosa - Campus Viçosa**

T

M149q  
2023 Machado, Marcio Vieira, 1984-  
A química medicinal como ferramenta didática  
interdisciplinar no ensino de Química / Marcio Vieira Machado.  
– Viçosa, MG, 2023.  
1 dissertação eletrônica (149 f.): il. (algumas color.).

Inclui apêndice.

Orientador: Daniele Cristiane Menezes.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa,  
Departamento de Química, 2023.

Referências bibliográficas: f. 81-89.

DOI: <https://doi.org/10.47328/ufvbbt.2024.050>

Modo de acesso: World Wide Web.

1. Química - Estudo e ensino. 2. Tecnologia da informação.  
I. Menezes, Daniele Cristiane, 1978-. II. Universidade Federal de  
Viçosa. Departamento de Química. Programa de Pós-Graduação  
em Química em Rede Nacional. III. Título.

CDD 22. ed. 540.71


# A QUÍMICA MEDICINAL COMO FERRAMENTA DIDÁTICA INTERDISCIPLINAR NO ENSINO DE QUÍMICA

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

Orientadora: Daniele Cristiane Menezes


APROVADA: 07 de dezembro de 2023.

Assentimento:

Documento assinado digitalmente  
 **MARCIO VIEIRA MACHADO**  
Data: 26/12/2023 23:02:15-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Márcio Vieira Machado  
Autor

Documento assinado digitalmente  
 **DANIELE CRISTIANE MENEZES**  
Data: 27/12/2023 19:02:34-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

---

Daniele Cristiane Menezes  
Orientadora

**VIÇOSA – MG**  
**2023**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico esse trabalho a todos os professores que por diversas vezes precisaram de aplicar aulas práticas e lhe faltaram ferramentas.

Também é uma obra dedicada aos alunos, que cada vez mais estão rodeados por tecnologia, mas com um uso inadequado à construção do conhecimento.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos colegas do ProfQui que sempre deram força, apesar da distância e dos encontros acontecerem apenas de modo virtual.

À agência de fomento CAPES pelo auxílio financeiro na realização desse trabalho.

Um agradecimento especial a professora Daniele Cristiane Menezes, que acreditou em mim e sempre me motivou, mesmo em momentos que até eu já havia desistido.

Por fim, agradeço a minha família, que teve momentos de convívio familiar e lazer preteridos, mas deram o suporte necessário para que eu chegasse ao fim dessa jornada.

*“Na vida, não existe nada a temer, mas a entender”.*  
(MarieCurie)

## RESUMO

MACHADO, Márcio Vieira, M.Sc, Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2023. **A Química Medicinal como Ferramenta Didática Interdisciplinar no Ensino de Química**. Orientadora: Daniele Cristiane Menezes.

O desenvolvimento educacional brasileiro foi tardio originando uma falta de equipamentos e de infraestrutura adequados ao ensino de ciências e química. Contudo as ferramentas educacionais trazidas pelo avanço da tecnologia propiciaram a introdução das chamadas *TICs* (Tecnologias da Informação e Comunicação) em sala de aula, possibilitando aos professores incorporarem em suas aulas metodologias de ensino alternativas e de mais baixo custo vinculadas à equipamentos tecnológicos e a recursos digitais e de multimídia. Neste contexto, ferramentas de cunho didático-pedagógico como oficinas temáticas e materiais paradidáticos podem ser implementadas sem a necessidade de uma estrutura física como um laboratório de química nas escolas. Desta forma, no presente trabalho foi desenvolvido um material paradidático na forma de apostila contendo uma proposta de cinco oficinas educacionais sob a luz da temática *Química Medicinal* as quais são intituladas: *Medicamentos; Proteínas; Vacinas; Exames e Metais; Glicose e Energia*. A criação da apostila visa apresentar uma oficina temática conforme Deleicov, com três momentos pedagógicos distintos, a problematização, a organização e a aplicação do conhecimento. Nesta proposta as oficinas temáticas possuem experimentos que são dispostos na apostila na forma de vídeos os quais foram gravados com auxílio de câmeras de celular, editados e disponibilizados no *Youtube* para visualização, com os respectivos endereços na forma de *link* ou *QRcode*. Assim este trabalho buscou trazer ferramentas que auxiliem o processo de ensino- aprendizagem de forma interdisciplinar em Química Medicinal, para apresentar elementos mais interessantes e presentes no dia a dia do aluno, no intuito de incentivá-lo a uma melhor participação na aula, como também a uma maior assimilação do conhecimento proposto. Por exemplo, a oficina de *medicamentos* traz através de um experimento de titulação ácido-base, uma discussão dos riscos da automedicação. Na segunda oficina é proposto o tema *proteínas*, macromoléculas que fazem parte da maioria dos processos bioquímicos no organismo, destacando-se o papel da identificação dessas moléculas biológicas em exames rotineiros que visam elucidar o quadro de saúde do

indivíduo. A terceira oficina intitulada *Vacinas* aborda um tema importantíssimo para a saúde coletiva, pois é através de vacinas que conseguimos prevenir diversas doenças virais, e a prática proposta buscou elucidar pontos importantes sobre a segurança e eficácia das vacinas, como também demonstrar o tipo de reação química que ocorre entre anticorpos e antígenos na resposta imune. A oficina sobre o metal bário (*Exames e Metais*) destaca o uso de metais para o diagnóstico de doenças e o aspecto químico fundamental para todo medicamento, a segurança quanto à sua toxicidade, ou seja, basta uma troca do ânion que compõe o produto para o mesmo poder causar sérios riscos à saúde. Por fim, foi proposta uma oficina que enfatizou a relação entre *glicose e energia*, abordando o diabetes, doença de alta incidência na população. Portanto as oficinas temáticas com abordagem de temas diversos em Química Medicinal podem trazer discussões pertinentes ao dia a dia dos discentes, tendo potencial de serem usadas para iniciar ou complementar conteúdos do currículo escolar, de uma forma prática e estimulando a reflexão por parte deles.

Palavras-chave: Química Medicinal, oficinas temáticas, TICs, apostila.

## ABSTRACT

MACHADO, Márcio Vieira, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, december, 2023.  
**Medicinal Chemistry as an Interdisciplinary Didactic Tool in Chemistry Teaching.**  
Adviser: Daniele Cristiane Menezes.

The Brazilian educational development was late leading to a lack of equipment and infrastructure suitable for teaching sciences and chemistry. However, the educational tools brought by the advancement of technology have promoted the introduction of the so-called ICTs (Information and Communication Technologies) in the classroom, enabling teachers to incorporate in their classes alternative and low cost teaching methodologies linked to technological equipment and digital and multimedia resources. In this context, tools of didactic-pedagogical purpose such as thematic workshops and paradisiac materials can be implemented without the need for a physical structure such as a chemistry laboratory in schools. Thus, in the present work a paradisiac material in the form of apostille was developed containing a proposal of five educational workshops in the light of the theme Medicinal Chemistry which are entitled: Medicines; Proteins; Vaccines; Exams and Metals; Glucose and Energy. The creation of the apostille aims to present a thematic workshop according to Deleicov, with three distinct pedagogical moments, the problematization, the organization and the application of knowledge. In this proposal the thematic workshops have experiments that are arranged on the apostille in the form of videos which were recorded with the help of mobile cameras, edited and made available on Youtube for viewing, with the respective addresses in the shape of a link or QRcode. Thus this work sought to bring tools that assist the teaching-learning process in an interdisciplinary way in Medicinal Chemistry, to present more interesting and present elements in the day-to-day of the student, in order to encourage him to a better participation in the class, as well as to a greater assimilation of the proposed knowledge. For example, the drug workshop brings through an acid-base titration experiment, a discussion of the risks of self-medication. The second workshop proposes the theme proteins, macromolecules that are part of most biochemical processes in the body, highlighting the role of identifying these biological molecules in routine examinations aimed at elucidating the health picture of the individual. The third

workshop entitled Vaccines addresses an important topic for collective health, because it is through vaccines that we manage to prevent various viral diseases, and the proposed practice sought to elucidate important points about the safety and effectiveness of vaccines, as well as to demonstrate the type of chemical reaction that occurs between antibodies and antigens in the immune response. The workshop on the barium metal (Exams and Metals) highlights the use of metals for the diagnosis of diseases and the fundamental chemical aspect for any medicine, the safety as to its toxicity, that is, it is enough a replacement of the anion that makes up the product for the same to cause serious health risks. Finally, a workshop was proposed that emphasized the relationship between glucose and energy, addressing diabetes, a disease of high incidence in the population. Thus the thematic workshops with approach to various topics in Medical Chemistry can bring relevant discussions to the day-to-day of the students, having the potential to be used to initiate or complement contents of the school curriculum, in a practical way and stimulating the reflection on their part.

Keywords: Medicinal Chemistry, thematic workshops, ICTs, handout.

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO.</b> .....	11
1.1. Contexto histórico. ....	11
1.2. Experimentação, materiais paradidáticos e oficinas temáticas no ensino de química como ferramentas didático-pedagógicas.....	12
1.3. Novas Tecnologias no Ensino de Ciências. ....	14
<b>2. REFERENCIAL TEÓRICO – QUÍMICA MEDICINAL COMO TEMA GERADOR EM AULAS DE QUÍMICA.</b> .....	17
2.1. A motivação para o desenvolvimento do trabalho: A realidade das escolas brasileiras. ....	17
2.2. Um breve histórico da Química Medicinal. ....	20
2.3. A importância da química no desenvolvimento de fármacos: Planejamento racional de fármacos. ....	23
2.4. Prevenção, tratamento e diagnóstico de doenças. ....	24
2.5. Química e metabolismo ou Química e nutrição: Digestão e proteínas. ....	31
2.6. O valor energético dos alimentos e a unidade caloria.....	32
<b>3. METODOLOGIA.</b> .....	35
3.1. Preparação das oficinas.....	35
3.2. Obtenção dos vídeos. ....	36
3.3. Proposta de pesquisa. ....	36
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.</b> .....	38
4.1. Oficina Temática 1: Medicamentos. ....	38
4.2. Oficina Temática 2: Proteínas. ....	46
4.3. Oficina Temática 3: Vacinas. ....	54
4.4. Oficina Temática 4: Exames e metais.....	63
4.5. Oficina Temática 5: Glicose e energia. ....	71
<b>5. CONCLUSÕES.</b> .....	78
<b>6. BIBLIOGRAFIA.</b> .....	81

# 1. INTRODUÇÃO

## *1.1. Contexto histórico*

O ensino de química no Brasil teve um surgimento bastante tardio devido ao país ser colônia de Portugal e pelo fato do conseqüente interesse extrativista não deixar espaço para avanços científicos, além do atraso de Portugal no estudo científico em relação a outros países europeus (Lima, 2013). Somente após 1770 que os governantes passam a instituir no ensino espaços responsáveis pela área de ciências e química mediante a chamada “reforma pombalina”, constituída por medidas implementadas pelo Marquês de Pombal durante o reinado de D. José (1750 a 1777) de âmbito não apenas educacional, mas também social, administrativo e econômico. A introdução do estudo de ciências no Brasil foi então fortalecido por D. Pedro II 100 anos depois, devido à forte influência de seus professores e este ser um grande entusiasta das ciências (Filgueiras, 1998).

Entretanto, apenas nos anos de 1990 ocorreu no Brasil uma reforma na educação básica definindo as chamadas diretrizes dos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) adequando o ensino brasileiro a um movimento mundial, que trazia transformações culturais, sociais e econômicas tão necessárias a um novo mundo globalizado (Brasil, 1999). Mais recentemente mudanças foram propostas através de uma estrutura basal intitulada Base Nacional Comum Curricular (BNCC), que contendo eixos temáticos e habilidades, demonstra o conteúdo a ser trabalhado em cada etapa do ensino, com o objetivo principal de proporcionar aos alunos uma abordagem mais completa ao longo das etapas, sem que este enfoque fique fragmentado. Na área das ciências, se propõe a progressão da aprendizagem, com as habilidades sendo desenvolvidas ano a ano, com grau crescente de complexidade. Assim, tem-se como intuito fornecer aos estudantes o contato com processos, práticas e procedimentos da investigação científica para que eles sejam capazes de intervir na sociedade (Brasil, 2018).

Desta forma, o currículo de química no ensino médio se articula em unidades do conhecimento que remetem aos grandes temas da química e algumas práticas de investigação relevantes para a sociedade brasileira, como produção de energia, produção de alimentos, controle de pragas em lavouras, mudanças climáticas, dentre outras. Para tanto essas unidades do conhecimento são organizadas em eixos temáticos que orientam os professores a abordarem os assuntos previstos na

chamada área das Ciências da Natureza em uma proposta de ensino de caráter fortemente interdisciplinar (Brasil, 2018).

O termo interdisciplinaridade tem muitas concepções que se caracterizam em torno da busca da unidade do saber, se contrapondo a excessiva fragmentação do conhecimento (Pinheiro, 2020). A maior parte dessas concepções se fundamenta na ideia de interação entre disciplinas ou áreas de conhecimento, com uma abordagem natural diante do aprendizado, que não é compartimentado e muito menos isolado, buscando assim a ampliação e o enriquecimento do saber, utilizando diferentes enfoques ou abordagens de ensino (Carlos, 2007). No que se refere, especificamente, às disciplinas de Química e Biologia, pode-se dizer que conceitualmente elas se estruturam como complementares, pois detêm muitos tópicos em comum, com conteúdos que poderiam ser abordados conjuntamente, minimizando as falhas existentes e sanando as lacunas de compreensão. Como exemplo de conteúdos da disciplina de Química que podem ser relacionados à Biologia, citam-se: Funções orgânicas, isomeria, radioatividade, reações químicas, ligações químicas, entre outros. De forma semelhante têm-se como exemplos conteúdos de Biologia relacionados à Química: bioquímica, citologia, ecologia, origem da vida (Salesse, 2012).

### **1.2. Experimentação, materiais paradidáticos e oficinas temáticas no ensino de química como ferramentas didático-pedagógicas.**

A disciplina de Química costuma ser desafiadora para muitos estudantes, pois sua natureza abstrata e aparentemente em um primeiro momento distante do cotidiano pode dificultar sua compreensão. Além disso, a falta de atividades experimentais é um fator que pode contribuir para o desinteresse, pois os alunos têm dificuldade em relacionar a teoria com a prática nessa área do conhecimento. Essa lacuna entre teoria e experimentação pode ser atribuída à escassez de laboratórios com os equipamentos necessários à realização de aulas práticas. Portanto, é importante considerar uma necessidade da melhoria desse cenário, proporcionando aos estudantes acesso a laboratórios bem equipados para uma aprendizagem mais envolvente e significativa (Queiroz & Almeida, 2004).

Uma das formas de reverter esse cenário é a utilização de metodologias diversificadas a fim de facilitar a compreensão do conhecimento em química, pois a experimentação no ensino é de fundamental importância para uma aprendizagem

significativa, podendo despertar um forte interesse nos alunos, mostrando o papel da Química no cotidiano e sendo uma das ferramentas fundamentais para o processo de ensino-aprendizagem. Ademais, demonstrações feitas pelo professor e experimentos realizados pelos próprios discentes, buscando a confirmação de informações já adquiridas em aulas teóricas, contribuem para despertar uma visão menos abstrata da ciência. É uma maneira do professor trazer metodologias ativas para sala de aula, com participação dos estudantes de forma preponderante nos processos de aprendizagem, estimulando nestes a criatividade, o pensar, além da criticidade reflexiva (Salesse, 2012).

Dentre as metodologias ativas para a sala de aula destacam-se a aplicação de oficinas temáticas e o uso de materiais paradidáticos, focos do presente trabalho. Os materiais paradidáticos de modo literal seriam aqueles utilizados paralelamente aos didáticos, de forma adjuvante ou auxiliar, sendo considerados importantes porque podem utilizar aspectos mais lúdicos que os didáticos e, dessa forma, serem eficientes do ponto de vista pedagógico (Menezes, 2021). Já as oficinas temáticas procuram tratar os conhecimentos de forma inter-relacionada e contextualizada, envolver os alunos em um processo ativo de construção de seu próprio conhecimento e de reflexão que possa contribuir para tomadas de decisões (Marcondes, 2008).

Segundo Delizoicov, et al., 2002, em uma oficina temática há três momentos pedagógicos distintos, *problematização, organização e aplicação do conhecimento*. Na problematização apresenta-se o problema e vivências a respeito da temática a ser discutida, e os participantes e/ou alunos manifestam seus conhecimentos a respeito. A meta é lançar uma ideia e problematizá-la em grupo. A participação do professor incitando discussões e direcionando o debate é essencial. No segundo momento pedagógico (a organização), apresentam-se conhecimentos inerentes e importantes para a temática discutida, ou seja, aprofunda-se no tema em discussão com mais detalhes e conteúdos. O terceiro momento pedagógico é chamado de aplicação do conhecimento, em que se deve analisar e interpretar a situação inicial apresentada, utilizando as ideias e os conceitos introduzidos nos dois momentos anteriores. Este processo é muito importante pois gera uma capacidade no aluno de compreender o problema inicial apresentado, e assim encontrar soluções para outros problemas relacionados a essa mesma temática científica (Silva, 2007).

Dentre os vários recursos paradidáticos têm-se como exemplo as revistas em quadrinhos que podem ser usadas no ensino de ciências de forma lúdica (Reis, 2001).

Os alunos podem ser incentivados a interagir com as revistas pela história envolvente descrita, como também através das imagens trabalhadas com combinação de cores e efeitos visuais de forma a fixar a atenção do leitor.

Outro tipo de atividade paradidática é o jogo didático, sendo esta uma alternativa viável e interessante para aprimorar as relações entre professor e aluno. Notoriamente as atividades lúdicas como as brincadeiras e os jogos são reconhecidos pela sociedade como meio de fornecer ao indivíduo um ambiente agradável, motivador, prazeroso, planejado e enriquecido, que possibilita a aprendizagem de várias habilidades. Outra importante vantagem, no uso de atividades lúdicas, é a tendência em motivar o aluno a participar espontaneamente da aula. Acrescenta-se a isso o auxílio do caráter lúdico no desenvolvimento da cooperação, da socialização e das relações afetivas e a possibilidade de se utilizar jogos didáticos de modo a auxiliar os discentes na construção do conhecimento em qualquer área (Pedroso, 2009). Lembrando que a atividade não pode ser somente lúdica, deve ser também educativa, com foco e estruturas relacionadas ao conteúdo didático.

Um dos principais recursos paradidáticos utilizados são as apostilas, recurso esse que faz um compilado de informações de materiais didáticos como livros e artigos científicos de forma mais objetiva para facilitar o aprendizado dos estudantes. A facilidade de acesso ao ensino trazido por essas apostilas é devido ao modelo de apresentação dos conteúdos que geralmente são de feitos de forma resumida, apresentando esquemas, roteiros e mapas mentais, recursos estes que trazem um dinamismo, uma objetividade, uma demonstração sucinta e relevante para o aluno (Mota, 2015).

### ***1.3. Novas Tecnologias no Ensino de Ciências.***

As Tecnologias da Informação e Comunicação ou simplesmente TIC's podem ser compreendidas como todas as tecnologias que fazem parte dos processos informacionais e comunicativos da sociedade, sendo um conjunto de recursos tecnológicos que interagem entre si (Silva, 2018).

O uso dessas novas tecnologias vem sendo de grande importância na educação, pois implicam em uma nova forma de pensar, agir e aprender, sendo o professor mediador e responsável por adequar as TIC's da melhor maneira para que se obtenha o resultado esperado, auxiliando os alunos na aplicação dessas novas plataformas no processo educativo (Kenski, 2012). Inovações tecnológicas permitem

melhorar a relação entre os agentes participantes do processo de ensino, como as relações escola/professor; professor/aluno e aluno/aluno. Para tanto, faz-se necessário entender a utilização das ferramentas informatizadas e seus resultados (Geraldi & Bizelli, 2015).

O uso de ferramentas virtuais como estratégia pedagógica tem sido uma alternativa viável para contribuir com o processo de ensino-aprendizagem, entretanto, isso ainda é pouco explorado no contexto educacional. Esse ambiente tecnológico possibilita aos estudantes autonomia em seu processo de aprendizagem, podendo tornar-se assim uma complementação para as aulas presenciais (Ferreira, *et. al.*, 2016).

No ensino de química a aplicabilidade das TIC's vem sendo bastante proveitosa com a possibilidade de ambientes interativos que melhoram a visualização dos estudantes da ciência química. Estes ambientes virtuais apresentam-se como alternativa à sala de aula, devido a portabilidade dos dispositivos e a mobilidade dos sujeitos, que podem estar física e geograficamente distantes uns dos outros ou em espaços físicos formais de educação (Ferreira, *et. al.*, 2016).

O uso de aplicativos (*apps*) no ensino de química, dentre eles, aplicativos que visualizam a tabela periódica que fazem demonstrações de números quânticos, cálculos estequiométricos, fórmulas de ácidos e bases, entre outros, se apresentam como instrumentos educativos virtuais que podem ser excelentes fontes de estudo para estudantes do ensino médio. Utilizá-los em sala de aula é uma possibilidade a ser pensada pelo professor, pois tratam-se de aparatos tecnológicos que podem ser facilmente acessados em celulares. Todavia, para adotar metodologias de ensino voltados a utilização de tais recursos é necessário que o educador elabore estratégias que o possibilite explorar ao máximo as informações e atributos dinâmicos inerentes aos *apps*, de forma que contribua para o aprendizado dos discentes. (Barros & Palheta, 2018).

A palavra que dá nome a plataforma de compartilhamento de vídeos “*youtube*”; foi criada a partir da junção de dois termos da língua inglesa: “*you*”, que significa você e “*tube*”, que provêm de uma gíria comum nos EUA, que muito se aproxima de “televisão”. Em outras palavras seria a “televisão feita por você”. Essa é justamente a principal função deste fenômeno da internet: permitir que os usuários carreguem, assistam e compartilhem vídeos em formato digital (Dantas, 2021). Lançado em junho de 2005, como um portal de compartilhamento de vídeos na internet, visando uma

melhor qualidade desse serviço, devido ao inconveniente que era compartilhar vídeos por *email*, o youtube consiste em uma importante ferramenta didático-pedagógica atualmente.

Este *site* é um suporte que pode ser utilizado em diferentes dispositivos de comunicação, tais como celulares, tablets, computadores, entre outros, desde que estejam conectados a uma rede e se tenha o conhecimento sobre seu funcionamento. Por meio deste portal de vídeos *online* é possível produzir e absorver conteúdos que podem ser compartilhados.

Atualmente conta com cerca de dois bilhões de usuários (Newberry,2021), possui mais de um bilhão de horas de conteúdo consumidas diariamente, sendo o segundo site mais acessado do Brasil (Alexa, 2021) assim, trata-se de uma ferramenta extremamente importante e acessível, com capacidade de auxiliar no acesso dos alunos a infinitos conteúdos. Como mostrado por Junges & Gatti, 2019, o *Youtube* é usado atualmente como instrumento de aprendizagem dos alunos, em que a maioria dos jovens além de utilizarem o *site* no seu cotidiano, também fazem seu uso para fins de aprendizagem, acreditam que o acesso e a visualização de vídeos disponíveis na plataforma, influenciam de forma positiva em seu desempenho escolar. Correa & Pereira, 2016, com seu estudo sobre letramento em linguagem de sinais, observaram que o *Youtube* favorece o multi letramento à medida que colabora para a compreensão da nova língua, pela percepção de traços inferidos pelo contexto.

Além de expor a opinião, produzir informação, debates, conteúdos científicos, educacionais, humorístico entre outros, o *site* faz parte do que podemos chamar atualmente de “cultura popular”, o que o torna útil para a compreensão das relações sociais, evolução das tecnologias e das mídias, auxiliando na prática escolar (Almeida *et. al.*, 2015).

## **2. REFERENCIAL TEÓRICO – QUÍMICA MEDICINAL COMO TEMA GERADOR EM AULAS DE QUÍMICA.**

### ***2.1. A motivação para o desenvolvimento do trabalho: A realidade das escolas brasileiras.***

Um estudo feito por pesquisadores da Universidade de Brasília (UnB) em parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), com base em dados do Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (INEP), chegou à conclusão de que grande parte das escolas brasileiras cerca de 85%, possuem uma estrutura mínima, tendo água, banheiro, energia, esgoto, cozinha, sala de diretoria e equipamentos como televisão, computador e impressora. Sendo que mais de 44% das escolas da educação básica apresentam apenas uma estrutura elementar, com água, banheiro, energia, esgoto e cozinha (Neto & Andrade, 2013).

Os dados são de 2011 e além disso explicitam discrepâncias acentuadas entre áreas urbanas e rurais, com 18% de escolas urbanas apresentando estrutura rudimentar enquanto as rurais são cerca de 85% nessa situação. Diferenças também ocorrem entre as regiões do país, com cerca de 70% das escolas da região nordeste apresentando estrutura precária já na região sul esse quadro é bem melhor com 18%, porém indicando uma necessidade de avanços substanciais e também investimentos massivos no setor (Neto & Andrade, 2013).

O Censo Escolar de 2017 mostra que as escolas brasileiras ainda têm deficiências quando o quesito é infraestrutura. No caso das escolas que oferecem ensino fundamental, apenas 41,6% contam com rede de esgoto e 52,3% apenas com fossa. Em 6,1% delas, não há sistema de esgotamento sanitário (Martins, 2018).

O censo aponta a disponibilidade desse tipo de serviço como o principal gargalo, especialmente no Acre, Amazonas, Pará e Roraima, onde a situação sanitária é mais problemática (Martins, 2018). No censo de 2019 divulgado pelo INEP, pesquisadores avaliaram parâmetros como o Padrão de Qualidade de Referência (PQR), baseado principalmente na estrutura física escolar. Esse PQR buscava estabelecer quais são as principais qualidades objetivas das escolas públicas, ou seja, aspectos observáveis e mensuráveis, relacionados a infraestrutura. As características observadas pelos pesquisadores demonstram que apenas 42% das escolas públicas

urbanas têm biblioteca, sendo 10% o quantitativo no estado do Acre, um recurso tão necessário para o desenvolvimento da atenção básica (Schneider, 2020).

A falta de estrutura básica dificulta muito o desenvolvimento dos alunos e é necessário evoluir no melhoramento dos espaços escolares. Pensando no ensino de ciências e química, os laboratórios de ciências e a presença de alguns materiais científicos auxilia e muito os professores na visualização e entendimento do conteúdo pelos alunos, e no censo de 2019 do INEP, são relatados apenas 8,6% das escolas públicas com laboratórios de ciências e 11,5% com conjuntos de materiais científicos, uma enorme escassez desses recursos, o que reflete no processo de ensino aprendizagem dos alunos nesses conteúdos como já relatado anteriormente (Brasil, 2020).

Outro recurso importante para as escolas atualmente, principalmente durante a pandemia de COVID-19, é a presença de acesso à internet, devido à necessidade de aulas remotas. A realidade demonstrada no último censo escolar evidenciou que muitos alunos tiveram dificuldades para ter acesso as aulas e/ou atividades propostas pelas escolas, devido ao fato de menos de 60% das escolas terem acesso à internet, números esses muito em razão da baixa presença dessa tecnologia nos estados da região norte, que mais uma vez demonstram estar atrasados no fomento a educação e desenvolvimento da aprendizagem de seus estudantes (Brasil, 2022). Um ponto agravante a mencionar é que durante a pandemia o impedimento de acesso aos ambientes escolares gerou um problema ainda maior, já que muitos alunos e professores não tinham equipamentos como computadores, celulares ou tablets em suas residências e se tinham, grande parte não apresentavam conexão à internet, dificultando o acesso às aulas remotas, que foi a alternativa utilizada em todo o país.

Mediante essa realidade em diversas escolas da educação básica no Brasil, principalmente em áreas mais periféricas, se faz necessário construir ferramentas que possam ser mais facilmente acessadas pelos estudantes, que lhes dê acesso mesmo que mínimo, a recursos simples e esclarecedores em diversos conteúdos educacionais. Essas ferramentas didáticas que venham facilitar o acesso dos estudantes a laboratórios mesmo que de forma virtual, são uma saída interessante e consistem na proposta primordial desenvolvida neste trabalho. Assim foram criadas oficinas temáticas que apresentam *links* para aulas já gravadas e armazenadas no *youtube*, trazendo o laboratório e/ou a aula prática para dentro da sala de aula, ou até mesmo para a palma da mão.

Como visto a estrutura precária das escolas dificulta o aprendizado dos estudantes, sendo um desafio maior ainda conseguir que o processo de ensino tenha um propósito no contexto de vida do indivíduo. Neste aspecto surge o conceito de aprendizagem significativa, proposto por David Ausubel em 1963, em que a construção do conhecimento é baseada no saber do aluno, construindo o conhecimento complementando o que ele já sabe (Lemos, 2011) conforme o trecho abaixo:

*“Se tivesse que reduzir toda a psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Descubra isso e ensine-o de acordo.” (Ausubel et al., 1978 – prefácio).*

De acordo com Moreira 2000, a aprendizagem significativa se apresenta quando uma nova informação ou conceito consegue interagir com ideias “âncora”, dando assim num novo significado para essa informação. Nesse processo as ideias âncora vão se modificando, e não somente se conectando, tornando-se mais elaboradas, diferenciadas e estáveis. Essa construção pessoal de significados determina como o indivíduo se relacionará com o meio em que vive, ou seja, é própria de cada indivíduo, porque relaciona a informação percebida com os significados já existentes na estrutura cognitiva (Lemos, 2011).

Dessa forma no ensino de ciências da natureza, fundamental e médio, é necessário criar alternativas para as aulas expositivas do ensino tradicional, o aluno passivo ou ouvinte não constrói conhecimento, pois as questões apresentadas em sala nunca foram problemas reais para ele, não tendo relação com o seu conhecimento prévio, e assim não sendo significativo. Para tanto, os trabalhos alternativos construídos no ensino médio, devem ser planejados de acordo com o conhecimento prévio da turma, considerando a atemporalidade dessa aula, visto que, pode desenrolar-se por vários meses e abordar diversos conteúdos que extrapolem os limites das unidades, portanto devem ter compreensão e participação dos pais, alunos, diretores e coordenadores (Guimarães, 2009).

Menezes 2009 percebendo uma dificuldade muito grande dos professores de física de Manaus em utilizar as Tecnologias da Informação e Comunicação (TIC's), pois sequer sabiam o que era, verificou que aliando história da física com TIC's

constitui-se em uma estratégia facilitadora para a aprendizagem significativa no ensino médio.

Para Braathen 2012, a aprendizagem significativa no ensino de química é um processo de mudanças conceituais entre o conhecimento mecânico e o conhecimento significativo, passando de um status de Inteligível(I) para a Plausível(P) conforme a figura 1.

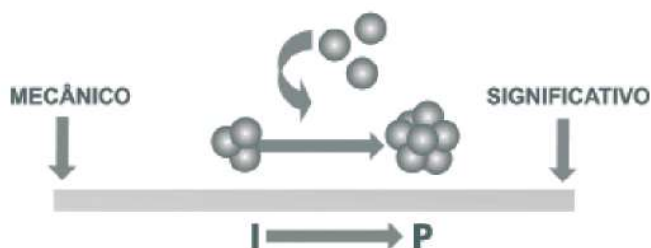


Figura 1) Aprendizagem como um processo de mudanças conceituais, adaptado de Braathen 2012.

Em que I é o conhecimento que o aluno adquiriu de forma superficial, sem estar bem consolidado, e P é aquele conhecimento que ele vê um sentido, é bem construído em bases anteriores e por isso ele consegue aplicar e explicar, simbolizado pelas esferas que seriam os conhecimentos isolados e à medida que passam do conceito I para o P vão ficando mais agregados e robustos. Um exemplo usado pelo autor seria o conceito de raio atômico, que de forma mecânica pode ser explicado que seu aumento seria da direita para a esquerda e de cima para baixo na tabela periódica, mas que é necessário por parte do aluno, um conhecimento significativo com mais conceitos consolidados, para explicar como ocorre esse aumento e porque respeitam essas direções e sentidos (Braathen, 2012).

## **2.2. Um breve histórico da Química Medicinal.**

A Química Medicinal é uma área da química que se concentra no desenvolvimento de moléculas e compostos para o tratamento e diagnóstico de doenças, abordando a identificação de moléculas alvo, a síntese/extração e a avaliação de compostos bioativos, a otimização de suas propriedades farmacológicas e a preparação de formulações farmacêuticas. Essa temática pode despertar o interesse dos alunos aguçando sua curiosidade em atividades com teor investigativo que explorem esse assunto (Oliveira, 2017).

É uma área interdisciplinar e híbrida podendo correlacionar e abordar aspectos de biofísica, biologia molecular, bioquímica, clínica médica, físico-química, fisiologia, neurobiologia, patologia, química biológica, química inorgânica e química orgânica, que se combinam para a descoberta de novos medicamentos. Em resumo, a Química Medicinal é a ciência que se dedica ao estudo e desenvolvimento de medicamentos a partir de uma abordagem química (Montanari, 2000).

A sua história começa nos primórdios da civilização, com a procura de tratamentos na natureza, em plantas e minerais, para as mazelas das civilizações antigas, surgindo assim os primeiros remédios naturais há milhares de anos. Como exemplo, no Egito antigo tem-se o Papiro de Ebers, datado de 3500 anos, onde já havia prescrições de óleos terapêuticos. Outros relatos aparecem na medicina chinesa no século 28 a.C.; onde diversos imperadores e estudiosos deixaram prescrições do uso de ervas, substâncias animais e minerais descritos para tratamentos de patologias diversas. Também na Ásia, por volta de 3000 a.C. há relatos antigos do uso de óleos na prática da Ayurveda indiana, que persiste até os dias de hoje (Nogueira, 2009).

Na antiga Grécia a Química Medicinal tem como seu grande ícone o médico e filósofo Claudius Galeno considerado o pai da farmácia devido a suas observações de fenômenos biológicos, desenvolvendo conceitos de farmacologia e terapêutica deixando cerca de 150 prescrições que hoje são conhecidas como preparações galênicas. Nessa época o responsável por produzir os remédios era conhecido como alquimista, sendo assim a Química Medicinal foi amplamente influenciada pela alquimia e pelo uso de substâncias naturais como remédios. O médico e alquimista suíço Paracelsus introduziu a ideia de que cada doença deveria ser tratada por um tipo de medicamento e que as doses das substâncias definem se estas podem ser usadas para curar ou matar, e isso foi um passo importante para a formação da farmacologia moderna (Nogueira, 2009).

No século XIX, com a evolução e desenvolvimento da Química Orgânica, os químicos começaram a sintetizar compostos químicos para uso medicinal. Talvez o grande marco para desenvolvimento de fármacos a partir de produtos naturais seja foi a descoberta dos salicilatos, oriundos das cascas do caule do salgueiro (*Salix alba*), substâncias que apresentam propriedades antipiréticas e anti-inflamatórias que originaram o fármaco ácido acetilsalicílico (figura 2-A) conhecido comercialmente como AAS® e Aspirina®, amplamente empregado nos dias de hoje em aplicações

terapêuticas como analgésico e anti-inflamatório, atuando no controle da febre, na artrite reumatóide e na inibição da agregação plaquetária (Barreiro, 2006).

Durante a Primeira Guerra Mundial houve um grande avanço na produção de anestésicos e antissépticos e nos anos de 1940 viu-se o surgimento da Química Medicinal moderna, com o desenvolvimento de antibióticos e outras drogas sintéticas. O primeiro antibiótico descoberto foi a penicilina em 1928, e de forma fortuita, graças ao pesquisador Alexander Fleming, ao deixar expostas ao ar placas com colônias da bactéria *Estafilococos sp.*, detectando a inibição do crescimento desta cepa pelo fungo *Penicilium notatum*, descobrindo assim a penicilina (figura 2-B) (Barreiro, 2006).

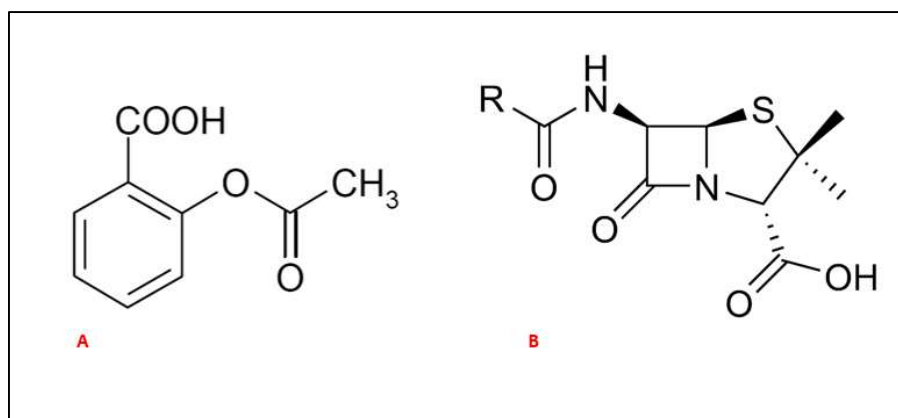


Figura 2) Imagens das estruturas químicas do Ácido Acetilsalicílico em "A", e da fórmula básica das Penicilinas em "B", onde R é o grupo radical que se altera para se obter antibióticos com ação e espectro variados dentro dessa classe.

Desde então, a Química Medicinal tem evoluído consideravelmente, chegando à descoberta de novos fármacos cada vez mais rapidamente com aperfeiçoamento dos métodos de produção e a incorporação de técnicas de cristalografia e espectroscópicas, além do desenvolvimento de novas técnicas de pesquisa em biotecnologia como a modelagem molecular, que pode prever estruturas tridimensionais, ligações e interações entre moléculas, através de cálculos computacionais (Montanari, 2000). Além disso, a Química Medicinal tem se expandido para incluir a pesquisa e desenvolvimento de terapias gênicas, imunológicas e celulares, bem como a descoberta de novos tratamentos para doenças antes consideradas incuráveis.

### **2.3. A importância da química no desenvolvimento de fármacos: Planejamento racional de fármacos.**

A química desempenha um papel fundamental no planejamento de fármacos, pois nesse processo de identificação e desenvolvimento de novos compostos químicos, com propriedades terapêuticas desejadas, é envolvida uma série de etapas, desde a identificação da molécula-alvo ou do alvo biológico responsável pela patologia até o aprimoramento do composto para maximizar a atividade farmacológica e minimizar os efeitos colaterais (Montanari, 2001).

As técnicas racionais são amplamente empregadas no planejamento de fármacos e envolvem a utilização de ferramentas computacionais para projetar, modelar e aperfeiçoar as propriedades químicas dos compostos candidatos.

Os estudos de modelagem molecular abrangem todos aqueles que tentam modelar ou simular o comportamento das moléculas envolvendo o uso de algoritmos e programas de computador para prever a estrutura tridimensional de uma molécula, as possíveis interações dos compostos candidatos a fármacos com macromoléculas, bem como suas propriedades físico-químicas, como solubilidade, polaridade e lipofilicidade, entre outras. Essas informações são usadas para orientar a síntese de compostos que possuem as características desejadas, lembrando que os resultados de modelagem molecular devem ser sempre validados experimentalmente (Ramos, 2021).

Desta forma, os chamados estudos CADD (*Computer-aided Drug-design*) têm como objetivo a melhora na eficácia dos fármacos, usando modernas ferramentas como a *Structure-based Drug Design* (SBDD) e *Ligand-based Drug Design* (LBDD), em que a primeira se desenvolve baseada na estrutura do composto e a segunda está focada principalmente na estrutura do ligante que irá interagir com a molécula-alvo (Guido, 2010).

Dentre as técnicas de modelagem molecular amplamente utilizadas atualmente pela indústria farmacêutica e por pesquisadores da área de Química Medicinal têm-se três ferramentas que se destacam: *Virtual Screening*, *Docking Molecular* e QSAR (*Quantitative Structure-activity Relationship*). A primeira consiste em uma triagem realizada em diversos alvos moleculares potenciais de uma patologia (proteínas, enzimas, nucleotídeos, ou biomoléculas em geral) de moléculas já conhecidas, a fim de se encontrar um modelo ou grupo farmacofórico e a partir daí desenvolver o

candidato a fármaco. Já a técnica de *Docking Molecular* consiste em um método que prediz a orientação preferida de uma molécula em um sítio de ligação presente na macromolécula (alvo terapêutico), ou seja, consegue prever a ancoragem ou encaixe de uma molécula no sítio de ligação (Silva, 2020). Com relação ao QSAR tem-se a correlação das estruturas químicas de um conjunto de compostos com sua atividade biológica, utilizando métodos estatísticos e matemáticos. Em resumo, esta técnica é usada para prever a atividade biológica de novos compostos com base em suas estruturas químicas (Silva, 2020).

Em geral, o uso de técnicas computacionais no planejamento racional de fármacos permite a seleção e otimização de compostos mais eficientes, reduzindo o tempo e o custo envolvidos no processo de desenvolvimento de fármacos, que em geral são altos como visto na figura 3.

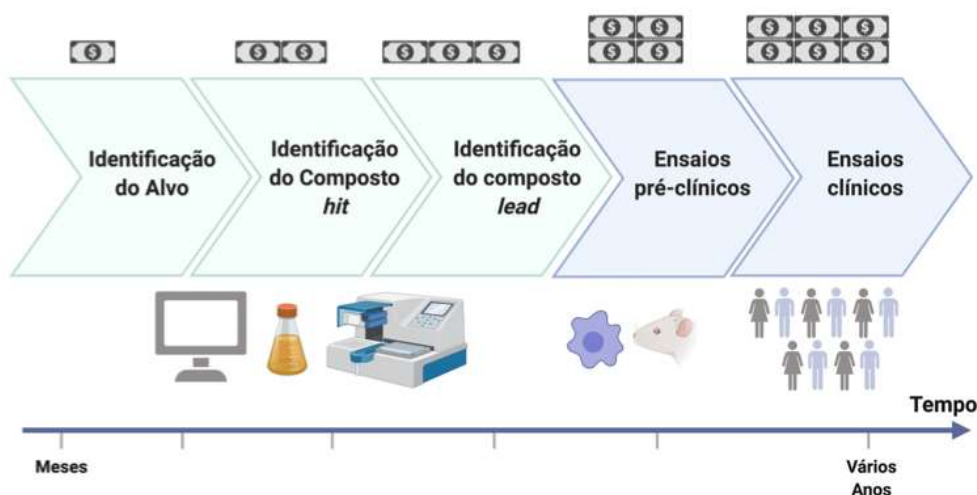


Figura 3) Fluxograma do processo de desenvolvimento de fármacos, demonstrando as fases de pesquisas laboratoriais, pesquisas em animais e pesquisas em humanos, ressaltando o aumento dos custos em cada fase e a duração de todo o processo. Hit – moléculas que interagem com a célula alvo, Lead – moléculas hit que foram modificadas para melhorar a complementaridade entre alvo e composto. Oliveira 2020.

#### 2.4. Prevenção, tratamento e diagnóstico de doenças.

O corpo humano em um estado de “ausência de doença”, estaria estável em seus diversos parâmetros fisiológicos, sendo esse equilíbrio interno conhecido como homeostasia. O termo homeostase foi cunhado pela primeira vez por Claude Bernard em meados do século XIX, e agora é amplamente utilizado na literatura médica. Desta forma, a homeostase se refere às tentativas do corpo de manter uma regulação interna, necessária para seu funcionamento ideal (Kuchel, 2017).

Um importante mecanismo protetor e que evita a desregulação através de infecções por microrganismos invasores é o sistema imunológico, um sistema complexo que controla a invasão de agentes tóxicos que resumidamente é responsável por causar uma reação a substâncias externas ou internas, reconhecidas como elementos estranhos. Para tanto, existem células chamadas anticorpos, que são capazes de identificar quais são os agentes estranhos ao indivíduo e iniciar o processo de eliminação do mesmo. No caso de um funcionamento deficiente do sistema imunológico pode haver proliferação de doenças infecciosas, ou em seu funcionamento exagerado ataques as células do próprio corpo causando as doenças autoimunes (Abbas, 2008).

Neste contexto, as vacinas têm seu funcionamento baseado no estímulo da produção de anticorpos através do sistema imunológico, e essa produção visa ter ferramentas que ataquem os patógenos invasores. A vacinação é um método preventivo muito eficaz que impede o desenvolvimento dos patógenos e a manifestação da doença (Lima, 2022).

As vacinas são produtos biológicos desenvolvidos para prevenir doenças infecciosas. Elas funcionam estimulando o sistema imunológico do corpo a reconhecer e combater agentes patogênicos, como vírus ou bactérias, de forma eficaz e rápida. O processo de funcionamento das vacinas pode variar dependendo do tipo de vacina e do agente causador da doença. Primeiramente ocorre a identificação do agente patogênico responsável pela doença que se deseja prevenir. Em um segundo momento é necessário conhecer os antígenos neste processo que são componentes do agente patogênico que estimulam a resposta imunológica do corpo, podendo ser proteínas, polissacarídeos, toxinas ou fragmentos do próprio patógeno. Após isso ocorre a preparação da vacina com base no conhecimento do agente patogênico em tipos, incluindo as vacinas de vírus inativados, vírus atenuados, subunidades proteicas e vacinas de ácido nucleico. Os antígenos são então capturados por células especializadas do sistema imunológico, similares aos macrófagos, as quais internalizam os mesmos e os processam em fragmentos menores. As células do sistema imunológico conhecidas como células T (ou linfócitos T) reconhecem esses fragmentos de antígenos desencadeando uma ativação dessas células específicas para aquele antígeno em particular. Assim, o sistema imunológico produz uma resposta adaptativa reconhecendo e destruindo o agente patogênico ou suas toxinas, a figura 4 traz um esquema demonstrativo desse processo. A presença dos antígenos

da vacina no corpo estimula o sistema imunológico a reconhecê-los como substâncias estranhas e iniciar uma resposta imunológica. Após a eliminação do agente patogênico, o sistema imunológico mantém uma memória imunológica. Isso significa que, se o organismo for exposto novamente ao mesmo agente patogênico no futuro, a resposta imunológica será rápida e eficaz, prevenindo a doença ou reduzindo sua gravidade (Abbas, 2008).

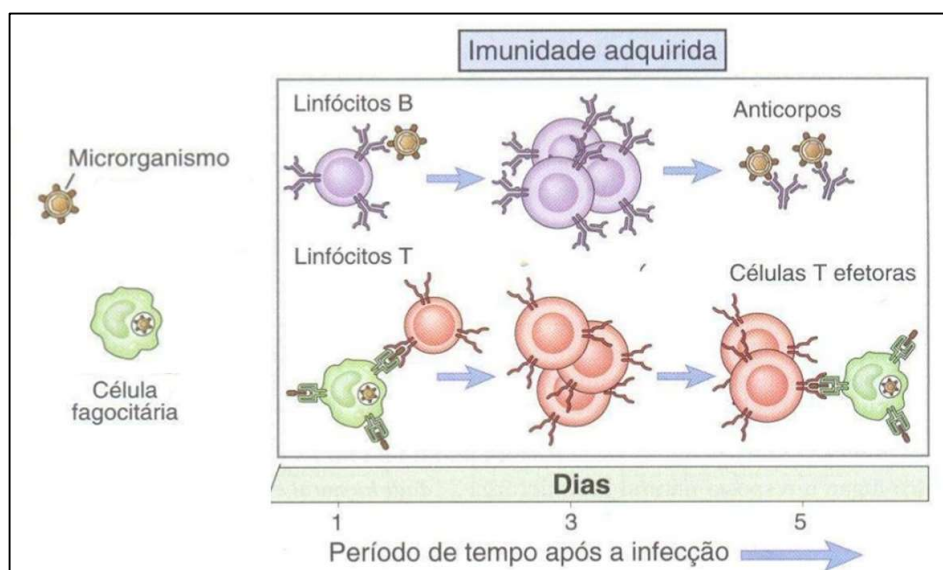


Figura 4) Esquema simplificado da imunidade gerada por vacinas, que com a participação dos Linfócitos B (roxo) produzem anticorpos específicos para o microrganismo invasor, e com a participação dos Linfócitos T (vermelho) identificam marcadores específicos apresentados pela célula fagocitária. A produção dessas células elimina o antígeno e permanecem circulantes, sendo funcionais em um posterior contato, o que se chama memória imunológica. Adaptado de Abbas 2008, cap. 1, pág. 5.

Outra forma importante de se evitar a desregulação e garantir a homeostase é através da alimentação e ingestão de elementos químicos essenciais que são utilizados em diversas funções como na produção de vitaminas e hormônios (enxofre e selênio por exemplo), na formação de ossos e dentes (cálcio), na regulação de fluidos corporais (sódio e potássio), na produção de energia a nível celular como ocorre na molécula de ATP com o fósforo e magnésio, além do funcionamento de proteínas e enzimas essenciais à vida (íons metálicos como  $Zn^{2+}$ ,  $Fe^{2+}$  e  $Cu^{2+}$ ) (Fraústo, 1980).

Pensando em prevenção de doenças e homeostase têm-se como importantes nutrientes as vitaminas, que apresentam conhecidas atuações em diversos processos no organismo. Para exemplificar a vitamina A também conhecida como ácido

retinóico, que regula a diferenciação, maturação e função das células do sistema imunológico inato. Já a vitamina K, participa de forma essencial nos processos de coagulação sanguínea e sua deficiência pode causar hemorragias. Também a vitamina D (colecalfiferol) que é ativada pela luz do sol e participa dos processos de formação de ossos e dentes (Lima, 2020). Por último podem ser citadas as vitaminas B6 (piridoxina) que desempenha papel importante de coenzima na síntese de aminoácidos, e a B12 (cobalamina) que é importante em várias fases do organismo, por exemplo, no crescimento, desenvolvimento e maturação das células (Filho, 2019).

Os medicamentos desempenham um papel essencial na sociedade atual, contribuindo significativamente para a promoção da saúde e o tratamento de doenças. Eles são desenvolvidos com o objetivo de prevenir, tratar ou aliviar sintomas de diversas condições médicas, ou ainda utilizados em diagnósticos de doenças, sendo formulados com base em princípios científicos e regulamentados por agências de saúde que garantam sua segurança, eficácia e qualidade. Dentre os principais grupos terapêuticos de medicamentos destacam-se os, antiinflamatórios, antibióticos, antidepressivos, antipsicóticos, antidiabéticos e anti-hipertensivos, por exemplo.

Os antiinflamatórios são medicamentos utilizados para reduzir a inflamação no corpo, aliviando sintomas como dor, vermelhidão e inchaço. Existem diferentes classes de antiinflamatórios, incluindo os analgésicos simples (como o paracetamol), os antiinflamatórios não esteroides (AINEs) e os corticosteroides. Os AINEs, como o ibuprofeno e o diclofenaco, possuem uma estrutura química caracterizada pela presença de um anel aromático e um grupo ácido carboxílico, que contribuem para suas propriedades antiinflamatórias. Os corticosteroides de forma resumida simulam a ação do cortisol, hormônio corporal que tem ação antiinflamatória, (Goodman, 2010).

No grupo dos antibióticos existem classes variadas utilizadas para combater infecções ocasionadas por microorganismos, principalmente bactérias. Eles são classificados em diferentes categorias, como penicilinas, cefalosporinas, macrolídeos, fluoroquinolonas, dentre outras. Cada classe de antibiótico possui mecanismos de ação distintos e é eficaz contra diferentes tipos de bactérias. Por exemplo, as penicilinas têm uma estrutura em anel beta-lactâmico, que é fundamental para sua atividade antimicrobiana. A ação geralmente ocorre de uma interação química da molécula de antibiótico com a célula bacteriana, causando algum transtorno em seu metabolismo que impede a continuação da infecção, inibindo o crescimento ou eliminando as células bacterianas, seja interferindo na síntese de sua parede celular,

nas enzimas necessárias para sua reprodução ou em outros processos vitais para seu funcionamento (Katzung, 2010).

Já os antidepressivos constituem-se em uma das classes de medicamentos mais prescritas no país atualmente e são utilizados no tratamento da depressão e de outras condições relacionadas, como transtorno de ansiedade e transtorno obsessivo-compulsivo (TOC). Existem diferentes classes de antidepressivos, incluindo os inibidores seletivos de recaptção de serotonina (ISRS) e os inibidores de recaptção de serotonina-noradrenalina (IRSN) (Rang, 2012).

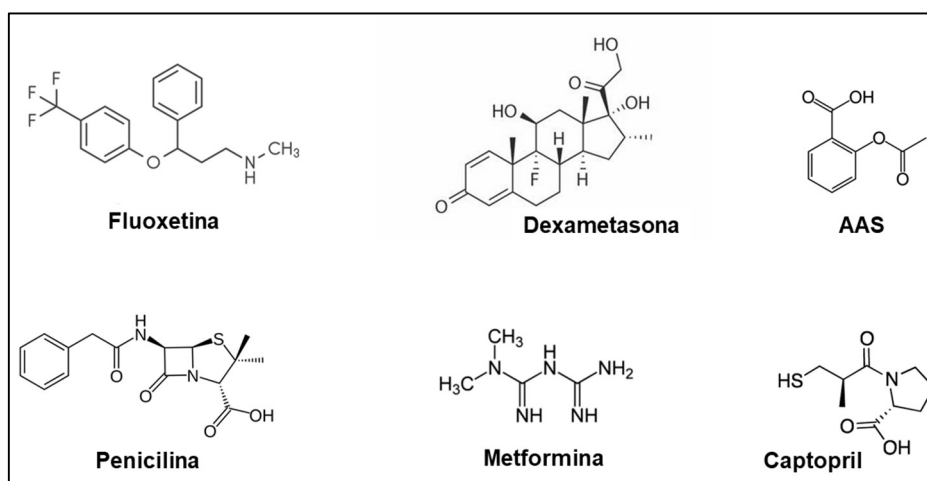
Esses medicamentos alteram tanto os níveis de neurotransmissores no cérebro, quanto impedem sua recaptção, ou seja, a reabsorção dos neurotransmissores pela célula neuronal pré-sináptica. Por exemplo, os ISRS, como a fluoxetina, inibem seletivamente a recaptção de serotonina nos neurônios, aumentando sua disponibilidade e melhorando os sintomas da depressão. A estrutura química desses medicamentos varia dependendo da classe, mas todos compartilham a capacidade de interagir com os transportadores de neurotransmissores (Goodman, 2010).

Já os antidiabéticos são medicamentos utilizados para tratar a diabetes, uma condição caracterizada pelo aumento dos níveis de açúcar no sangue. Existem diferentes classes de antidiabéticos, incluindo as sulfonilureias, as biguanidas, os inibidores da dipeptidil peptidase-4 (DPP-4) e os agonistas do receptor de GLP-1 (glucagon-like peptide-1). Cada classe de antidiabético possui uma estrutura química específica e um mecanismo de ação distinto. Por exemplo, a metformina, uma biguanida amplamente utilizada, tem uma estrutura química caracterizada por uma molécula de guanidina, que contribui para sua capacidade de reduzir a produção de glicose pelo fígado e melhorar a sensibilidade à insulina (Rang, 2012).

Por fim os anti-hipertensivos são medicamentos utilizados para controlar a pressão arterial, mais precisamente evitar que essa fique elevada. A pressão arterial é uma força exercida pelo sangue na parede das veias e artérias, força esta ocasionada pela contração cardíaca. A hipertensão é um fator de risco importante para doenças cardiovasculares, como infartos, hemorragias intracranianas e ateromas, portanto, o seu controle é fundamental para a saúde cardiovascular. Captopril é um exemplo de anti-hipertensivo pertencente a uma classe chamada de "inibidores da enzima conversora de angiotensina" (IECA). A angiotensina II é uma substância que causa constrição dos vasos sanguíneos, e consequente aumento da

pressão arterial. Os IECA, como o captopril, atuam inibindo a enzima, que converte a angiotensina I em angiotensina II, sendo assim, causaria uma redução da pressão arterial (Goodman, 2010).

Esses são apenas alguns exemplos das diversas classes terapêuticas de medicamentos e seus aspectos químicos. Cada classe possui características químicas únicas que determinam sua atividade biológica e seu efeito no organismo. A compreensão dessas estruturas químicas é essencial para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de novos medicamentos, além de permitir uma abordagem mais personalizada no tratamento de diferentes condições médicas (Katzung, 2010). Abaixo temos na figura 5 a estrutura molecular de um exemplo de cada classe citada acima.



*Figura 5) Fórmulas estruturais de princípios ativos de medicamentos representando as classes terapêuticas mencionadas no texto: como antidepressivo tem-se a fluoxetina, dexametasona como anti-inflamatório esteróide, ácido acetilsalicílico como AINE, penicilina representando os antibióticos, metformina os antidiabéticos e por fim o captopril representando os anti-hipertensivos. Montagem feita pelo autor com imagens da internet.*

A química é usada em diversas áreas do diagnóstico em saúde, incluindo a análise de amostras biológicas, como sangue, urina e tecidos, e a identificação de biomarcadores, que são moléculas que indicam a presença de uma doença ou condição médica específica mediante exames de imagem (Bordin, 2015).

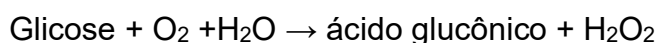
As substâncias químicas utilizadas em diagnósticos de doenças desempenham um papel fundamental na medicina moderna, permitindo a detecção e o monitoramento preciso de diversas condições médicas. Existem diferentes tipos de substâncias utilizadas em diagnósticos, cada uma com sua própria finalidade e forma de utilização, um exemplo constitui-se nos agentes de contraste radiológico, que são

utilizados em exames de imagem, como radiografias, tomografias computadorizadas (TC), ressonâncias magnéticas (RM) e angiografias. Eles ajudam a realçar estruturas específicas do corpo, tornando-as mais visíveis nas imagens. Alguns agentes de contraste contêm iodo ou gadolínio, que absorvem radiação e proporcionam uma imagem mais clara e detalhada. Essas substâncias, conhecidas como agentes de contraste ou marcadores, são utilizados em exames diagnósticos para auxiliar na identificação de doenças, avaliar a extensão da doença e fornecer informações relevantes para o planejamento do tratamento (Brant, 2008).

Outros compostos utilizados em diagnóstico são os agentes de contraste ultrassonográfico, que são utilizados em exames de ultrassom para melhorar a visualização de órgãos e tecidos. Esses agentes contêm microbolhas de gás que refletem as ondas sonoras, pois o som vibra de maneira diferente em superfícies menos densas, a presença das bolhas cria um ambiente menos denso delimitando as superfícies, aumentando a precisão das imagens captadas pelo ultrassom. Existem também os radiofármacos, que são medicamentos que contêm elementos radioativos, e são usados em exames de medicina nuclear, como a cintilografia e a PET-CT (tomografia por emissão de pósitrons). Eles ajudam a identificar a função e o metabolismo de órgãos e tecidos, auxiliando no diagnóstico de doenças como o câncer, doenças cardíacas e distúrbios da tireoide (Okuno, 2013).

Além das substâncias usadas como contrastes radiológicos, há as substâncias químicas utilizadas em testes laboratoriais, utilizados para preparar amostras biológicas e realizar testes em sangue, urina ou saliva. Essas substâncias podem ajudar a estabilizar as amostras, evitar a coagulação sanguínea, preservar a integridade do material genético, entre outros (Bordin, 2015).

Como exemplo pode ser citada a quantificação de glicose por um reagente oxidante cromóforo, que se baseia na reação de oxidação por uma enzima da glicose (glicose oxidase) presente no sangue e essa reação gera um produto colorido, onde a intensidade da cor é proporcional a glicemia do paciente. A enzima glicose oxidase catalisa a reação descrita abaixo:



Por sua vez, o peróxido de hidrogênio formado sofre uma reação oxidativa com o reagente cromóforo formando um produto de cor vermelha.

A medida da glicemia é um importante indicador biológico e está entre os exames mais realizados em laboratórios de análises clínicas. O aparelho glicosímetro segue o mesmo princípio diagnóstico, pois utiliza uma fita teste impregnada com um reagente oxidante cromóforo, e essa reação é medida instantaneamente pelo aparelho, sendo um aparelho eficaz no monitoramento da glicemia, um método prático, rápido e portátil de medida, e fundamental para os pacientes diabéticos (Cruz, 2022).

### ***2.5. Química e metabolismo ou Química e nutrição: Digestão e proteínas.***

As proteínas são as macromoléculas biológicas mais abundantes nos organismos vivos, estando presentes em todas as células com enorme diversidade de funções, como catalisando reações (enzimas), no transporte de nutrientes, funções hormonais, imunológicas e contráteis. Subunidades monoméricas relativamente simples possuem a chave para a estrutura de milhares de proteínas, desde os tipos mais primitivos de bactérias até os organismos mais complexos sendo conhecidas como aminoácidos. Além de serem a base estrutural das proteínas os aminoácidos também agem como precursores de coenzimas, hormônios, ácidos nucleicos (DNA e RNA), entre outras moléculas essenciais para o metabolismo celular (Devlin, 2007).

As proteínas são encontradas em uma variedade de alimentos naturais, incluindo carne, peixe, ovos, laticínios, leguminosas, nozes e sementes, e também em alimentos sintéticos como concentrados de proteína, utilizados para dietas hiperproteicas (Larosa, 2006). Quando ingerimos alimentos ricos em proteínas, nosso sistema digestivo começa a quebrá-las, como demonstrado na figura 6, em suas unidades básicas, os aminoácidos. Esse processo inicia-se na boca, onde a enzima chamada ptialina catalisa o processo de quebra das ligações entre os aminoácidos. No entanto, a maior parte da digestão das proteínas ocorre no estômago, local que o ácido clorídrico e a enzima pepsina trabalham juntos para romper as proteínas em fragmentos menores. Após a digestão no estômago, os fragmentos de proteína passam para o intestino delgado, e são absorvidos em sua maioria. Nesse estágio, as enzimas pancreáticas aceleram a parte final da quebra das proteínas em aminoácidos individuais. Os aminoácidos são então absorvidos pelas células intestinais e entram na corrente sanguínea, para que sejam transportados a todas as células do corpo (Lehninger, 2014).

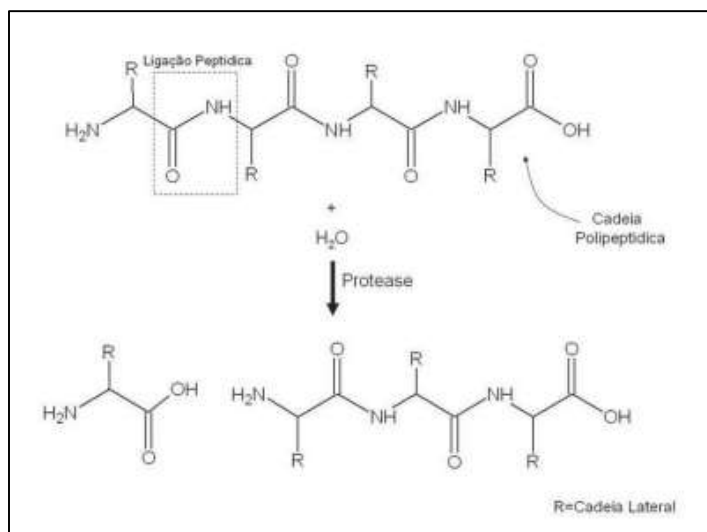


Figura 6) Quebra de cadeias polipeptídicas a grupamentos menores através das proteases por reação de hidratação ou hidrólise (Lima, 2007).

## 2.6. O valor energético dos alimentos e a unidade caloria.

A caloria é a energia necessária para elevar em 1 °C a quantidade de 1 grama de água, e assim é a unidade de energia utilizada para quantificar os nutrientes dos alimentos, tal como carboidratos, lipídios e proteínas após o processo de metabolização nos organismos vivos. Estes nutrientes exercem funções básicas no organismo, como por exemplo, dar energia para o metabolismo e ajudar a manter a temperatura do corpo (Lima, 2021).

Através de processos metabólicos, o corpo degrada os nutrientes ingeridos em seus “monômeros”, ou seja, as enzimas decompõem as gorduras em glicerol e ácidos graxos, as proteínas em aminoácidos, e os carboidratos em glicose e outros açúcares, por conseguinte as moléculas são transportadas para as células através da corrente sanguínea, e nestas são utilizadas imediatamente ou enviadas para o estágio final do metabolismo para liberarem energia (Lima, 2021).

Tabela 1 – Energia total e metabolizável de nutrientes.

Nutriente	Energia total kcal/g	Energia metabolizável kcal/g
<b>Gordura</b>	9	9
<b>Carboidrato</b>	4	4
<b>Proteína</b>	5,7	4

Como mostrado na tabela 1, as proteínas tem uma perda de energia metabolizável, que é a porção de energia do alimento que pode ser aproveitada pelo organismo, assim os carboidratos desempenham papel importante como fonte de energia, pois constituem a mais importante fonte energética, devido a sua grande distribuição nos principais alimentos consumidos no mundo. O amido, a sacarose e a lactose contribuem com 85% do total de carboidratos dos alimentos, sendo o amido um polímero da glicose. A sacarose, conhecida como açúcar comum, composta pela condensação de glicose e frutose, uma hexose e uma pentose respectivamente e por fim a lactose, conhecida como açúcar do leite, é formada pela condensação de glicose e galactose. Com isso tem-se a glicose como principal fonte energética e suas vias metabólicas são as mais estudadas e conhecidas (Gava, 1977).

As gorduras ou lipídeos apesar de terem mais energia disponível por kg, interferem em vias metabólicas importantes, e seu excesso é armazenado nos tecidos. São derivados da ligação do glicerol, um álcool de três carbonos e três hidroxilas, com ácidos graxos, que são ácidos carboxílicos de cadeias abertas e longas. Esses lipídeos podem ser saturados ou insaturados, e a presença dessa instauração confere a conformação *cis* ou *trans* à molécula (Merçon, 2010).

Apesar da conformação *trans* não ser predominante na natureza, pode ser encontrada em algumas bactérias dos gêneros *Vibrio* e *Pseudomonas*, como também em vegetais como romã, ervilha e repolho, e são formados por isomerização da forma *cis*, por mudanças de temperatura ou presença de toxinas no ambiente. Os principais processos de surgimento das gorduras *trans* presentes na dieta humana, são a desodorização industrial de óleos vegetais, a hidrogenação parcial ocorrida no processo de fritura de alimentos (Merçon, 2010).

O principal dano causado pelas gorduras *trans* no organismo humano é a influência no colesterol, esteroide de ocorrência natural que participa da biossíntese de compostos importantes no organismo, como os hormônios. No organismo o colesterol está associado a lipídeos e proteínas, as lipoproteínas, principalmente a Lipoproteína de Alta Densidade (HDL – sigla em inglês) e a Lipoproteína de Baixa Densidade (LDL – sigla em inglês), a primeira é importante no transporte de lipídeos dos tecidos para o fígado, onde são metabolizados e eliminados, e assim chamada de “colesterol bom”, e a segunda transporta os lipídeos por todo corpo e também é responsável pelo acúmulo destes na parede dos vasos, portanto é chamada de “colesterol ruim”(Merçon, 2010).

Em uma pesquisa comparando-se pessoas em dietas ricas em gorduras *trans* em relação a pessoas em dietas ricas em gorduras *cis*, observou-se que a ingestão de ácidos *trans* acarretou em aumento de LDL, o mau colesterol, e uma diminuição do HDL, desencadeando em aumento do risco de doenças cardiovasculares (Aued-Pimentel, *et. al.*, 2003).

No Brasil o órgão responsável por orientar e fiscalizar o ramo alimentício é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), e em uma de suas resoluções de diretoria colegiada, a RDC nº 259 de 20/09/2002, obriga que os alimentos industrializados contendam em seu rótulo uma tabela com as informações nutricionais, que deve conter informações sobre todos os nutrientes e valores energéticos do alimento em kcal e kJ, ou seja, demonstrar os componentes nutricionais do alimento e as respectivas quantidades de energia fornecida por cada, na unidade quilo caloria (kcal) e na unidade quilo Joule (kJ), com relação energética de 1cal – 4,18J.

### 3. METODOLOGIA

#### 3.1. Preparação das oficinas

Inicialmente para a preparação das aulas práticas realizou-se uma pesquisa bibliográfica em livros, artigos, dissertações e teses, acerca dos temas que poderiam ser utilizados para construção das oficinas.

Após a pesquisa, foi realizada uma leitura exploratória do material levantado, identificando assim assuntos referentes ao tema proposto. por conseguinte, procedeu-se a seleção do material sumarizando as informações relevantes a preparação das aulas práticas.

Em relação ao delineamento de pesquisa, levou-se em conta o relevante aspecto técnico de conhecimento químico a ser abordado, e a possibilidade de se usar a Química Medicinal em conjunto, como ferramenta didática em suas variadas abordagens.

Foram escolhidos 5 temas relacionados à química medicinal para integrar as oficinas temáticas, sendo eles:

- 1- Química no tratamento de doenças: Medicamentos;
- 2- Química na alimentação: Proteínas;
- 3- Química na prevenção de doenças: Vacinas;
- 4- Química no diagnóstico de doenças: Radiologia;
- 5- Química no organismo: Glicose e Energia.

Com a diversidade dos temas escolhidos, podemos explanar sobre diversos assuntos em que a química está inserida em nosso dia a dia, principalmente relacionando-a com aspectos de nossa saúde ou no cuidado com a mesma.

A criação apostila aborda cinco oficinas temáticas que possuem três momentos pedagógicos distintos conforme Deleicov. no primeiro momento tem-se a *problematização*, que apresenta e debate o tema proposto, para que os alunos discutam e externem seus conhecimentos a respeito do mesmo. Um segundo momento chamado de *organização* expõe alguns conceitos esclarecendo o assunto, geralmente abordando dúvidas mais frequentes, e por último a *aplicação do conhecimento*, feito através da aula prática com um roteiro para ser reproduzido pelos alunos, assim como um *link* e um *QRcode* da gravação da mesma. Assim, os alunos

que não dispõem de condições para realizá-la, podem ter acesso a um vídeo gravado, que contempla tanto a apostila impressa (*QRcode*), quanto a apostila digital (*link*).

### **3.2. Obtenção dos vídeos**

As aulas foram gravadas no Laboratório de Compostos Bioativos (Lacobio), laboratório 424 localizado nas dependências do Departamento de Química da Universidade Federal de Viçosa (UFV) utilizando câmeras e microfones do celular *Samsung A13*<sup>®</sup>, e editadas com auxílio do programa *Shotcut*<sup>®</sup>.

As edições foram necessárias para encurtar os vídeos, retirar trechos que são desnecessários para o entendimento da aula, para que os mesmos possam ficar mais compactos, interessantes e dinâmicos.

Os vídeos foram adicionados à plataforma *YouTube* para que fiquem armazenados no servidor desse sítio eletrônico, e seu *link* possa ser copiado e disponibilizado na apostila, por extenso, de forma encurtada, ou na forma de *QRcode*.

Para tanto após a gravação dos vídeos, os arquivos são adicionados ao sítio eletrônico através do canal criado pelo autor, bastando ter um endereço de *e-mail*.

### **3.3. Proposta de pesquisa**

Mediante a criação da apostila, o trabalho em questão visa deixar uma proposta de futuramente realizar uma pesquisa de natureza aplicada e qualitativa com a estratégia de pesquisa-ação para alunos e professores de química dos 1º, 2º e 3º anos do Ensino Médio, da Escola Estadual Enéas França da Secretaria de Estado de Educação de Minas Gerais, da cidade de Leopoldina, no Estado de Minas Gerais, Brasil. Essa pesquisa seria realizada com aplicação de questionários em alunos e professores, em dois momentos, antes e após o uso das apostilas, para saber se o material trouxe realmente uma melhora no trabalho dos docentes, e se aumentou o interesse dos alunos pelo conteúdo de química.

É importante ressaltar que um pesquisa-ação é definida como aquela em que os pesquisadores não querem limitar suas investigações aos aspectos acadêmicos e burocráticos de grande parte das pesquisas convencionais; nesse sentido, não se trata apenas do levantamento de dados ou de relatórios, mas sim de uma pesquisa capaz de desempenhar um papel ativo na realidade observada (Thiollent, 1998).

Uma vez que os questionários permitem livre expressão do aluno estes podem ser empregados com a finalidade de obter dados gerais e impressões/relações dos

alunos com as aulas práticas e/ou uso de TIC's, avaliação e opiniões da turma sobre o método utilizado e possíveis mudança de opiniões e percepções sobre a disciplina. Os dados poderão ser analisados após toda a pesquisa e tratados por uma análise de conteúdo com observações descritivas associadas a revisão e comparação à literatura existente.

## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Como disse Carvalho *et. al.*, 2007, o desinteresse dos alunos na disciplina de química pode estar na difícil compreensão que os alunos têm da mesma e a falta de atividades práticas pode ser uma das causas desse desinteresse (Queiroz & Almeida, 2004). Sendo assim o que se buscou com o desenvolvimento deste trabalho foi chegar a uma contribuição na melhoria do processo de ensino aprendizagem de Ciências de forma interdisciplinar, fazendo uso de oficinas temáticas que perpassem por disciplinas no campo da Química Medicinal, bioquímica, clínica médica, físico-química, fisiologia, neurobiologia, patologia, química biológica, química inorgânica, química orgânica e física quântica (Montanari, 2000), para trazer elementos mais interessantes e presentes no dia a dia do aluno, no intuito de trazê-lo a uma melhor participação na aula, como também a uma maior absorção do conhecimento proposto.

Este trabalho também oferece um material gratuito que permita o acesso à experimentação de professores e alunos que não possuem acesso a um laboratório em sua escola, mas que podem através de um simples aparelho celular, *tablet* ou computador, com acesso à internet, visualizar apresentações práticas disponíveis de forma rápida e fácil.

Esse material servirá de auxílio ao professor de Ciências e de Química atuante na educação básica como ponto de apoio à melhoria de suas aulas e aumento da interação com os alunos. A seguir são descritas com maiores detalhes as oficinas temáticas propostas neste trabalho.

### 4.1. Oficina Temática 1: Medicamentos

No primeiro momento a oficina inicia-se com a **Problematização**, em que introduzimos algumas perguntas para serem feitas aos estudantes, estimulando debates e questionamentos acerca do tema medicamentos.

Dentre elas são sugeridas:

- *Muitas vezes nos sentimos mal, e precisamos fazer uso de comprimidos, pomadas, chás, xaropes, etc. O que são esses medicamentos? O uso é sempre seguro? Qual o caminho correto para se fazer uso dessas formulações?*

- *Se medicamentos são drogas e nos ajudam com doenças, porque as “drogas de abuso” devem ser evitadas?*
- *Como são obtidos os medicamentos?*

Com a incitação ao debate, espera-se estimular os alunos a pesquisar sobre medicamentos, explanar seus conhecimentos anteriores, que dependendo do estágio de desenvolvimento ou conhecimento químico que ele possa ter, enriquecerá a aula ou tirar suas dúvidas. Essa contextualização e posteriormente uma experimentação encontra sinergia no trabalho de Marcondes 2008, que entende ser nas oficinas temáticas o momento de se utilizar a vivência dos alunos para organizar o conhecimento, empregar temas relevantes para contextualizá-lo, e estabelecer ligações entre a química e outros campos do mesmo.

Souza 2016 observou dois pontos negativos importantes no uso de oficinas temáticas, que seriam a falta de preparação dos professores para a aula e um resistente desinteresse dos alunos, fatos esses que podem ser contornados à medida que as oficinas vão sendo aplicadas, já que o professor se familiariza com o material e o aluno tem seu interesse despertado.

Passando para o segundo momento da aula, em que o debate e os conceitos já foram levantados, é hora da **Organização do Conhecimento**, momento esse em que se espera elucidar grande parte das dúvidas levantadas, curiosidades, ou até mesmo falsas verdades que podem ser tratadas por leigos como sendo a abordagem correta (Delizoicov, 1990). Como no caso da automedicação, que é um costume muito recorrente entre as pessoas (Arrais, *et. al.*, 2016), de forma cultural ou por falta de acesso a médicos, sendo extremamente relevante deixar claro para os discentes os riscos dessa prática.

Para trazer esses conceitos e/ou respostas aos questionamentos mais comuns dos discentes, sugere-se apresentar ou discutir o conceito formal de fármacos como descrito abaixo:

*“Fármacos são substâncias que interagem com sistemas vivos por meio de processos químicos, tais substâncias são utilizadas para se obter um efeito terapêutico benéfico sobre algum processo no paciente, ou um efeito tóxico sobre algum parasita que infecta o paciente, ou seja, essas substâncias são usadas para prevenir, diagnosticar ou tratar doenças” (Katzung, 2014).*

Nesta aula sobre medicamentos, busca-se trabalhar diversos aspectos pertinentes ao tema, principalmente alertando os estudantes sobre os riscos de uso de medicamentos sem acompanhamento médico ou orientação do farmacêutico, sobre o uso abusivo de drogas e a automedicação, pois de acordo com dados do Ministério da Saúde (Coutinho, 2019), os hospitais credenciados pelo Sistema Único de Saúde (SUS) tiveram um aumento de 54% em 2020 no atendimento de dependentes químicos em relação a 2019, e a principal classe de medicamentos não prescritos utilizada pela população são os benzodiazepínicos, medicamentos usados para ansiedade, insônia, convulsões, etc.; que devem ser usados com muita cautela pois podem causar dependência, e sua retirada abrupta pode trazer sintomas de abstinência. Problemas sérios, que a partir do momento que eles conhecem os riscos, podem ajudar a evitar que ocorra com seus amigos, familiares ou até mesmo com eles próprios.

Ademais, os textos abaixo poderão ser utilizados para um debate mais amplo sobre toxicologia, automedicação e uso abusivo de drogas, respectivamente:

*“Toxicologia é a ciência que estuda os efeitos prejudiciais de substâncias químicas nos organismos vivos, e o seu objetivo principal é estabelecer um uso seguro dessas substâncias. Como exemplo temos a Hepatotoxicidade do Paracetamol, que é um evento bem preocupante, pois pode ocorrer com a ingestão de 10 comprimidos, e pensando num quadro agudo de dengue, em que se ingere um comprimido a cada 4h para abaixar a febre, temos uma dose bem próxima” (Godman, 2005).*

*“Devido ao potencial tóxico dos medicamentos a Automedicação, prevalente em cerca de 16% da população brasileira, e em sua maioria com consumo de analgésicos, deve ser evitada. Esse ato de consumir remédios sem a orientação de um profissional de saúde como médico ou farmacêutico pode trazer riscos à saúde das pessoas, como distúrbios gástricos, reações alérgicas e efeitos renais” (Arrais, et. al., 2016).*

*“O uso abusivo de alguma substância está relacionado com euforia, recompensa ou alteração da percepção, sensações consideradas positivas para o usuário, mas o uso sucessivo leva a alterações fisiológicas que necessitam do aumento da dose e em intervalos cada vez menores, gerando compulsividade. Aumentando os riscos de toxicidade” (Katzung, 2014).*

Torna-se importante abordar nessa aula como é o processo de produção dos medicamentos até ficarem disponíveis para uso com segurança pela população, se fazendo necessário desconstruir a praxe de uso de medicamentos que não passaram pelos estudos preconizados pelo correto método científico em química medicinal. Para isso, o texto a seguir serve como uma sugestão de explicação de como são as fases de pesquisa após já termos a molécula alvo, ou seja, a molécula candidata a fármaco:

*“Para um fármaco ser colocado na prateleira de uma farmácia, ele passará por diversas fases de pesquisa, na fase pré-clínica será testado em animais de diferentes portes para avaliar principalmente o mecanismo de ação, toxicidade e determinar a máxima dose tolerada. Em seguida, o medicamento será testado em humanos, o que é conhecido como fase clínica e é dividido em: estudos de Fase I: nesta fase, os estudos são realizados em um número pequeno de voluntários sadios; estudos de Fase II: voluntários, portadores de uma determinada patologia, para determinar a dose terapêutica, definida como a dose eficaz e não-tóxica; estudos de Fase III: Os estudos são realizados em um número maior de pacientes voluntários, e avaliam-se a segurança e a eficácia da medicação, utilizando-se, para isso, uma metodologia de avaliação que inclui, por exemplo, os estudos duplo-cego, aleatorizados (randomizados), comparativos com controle; estudos de Fase IV: após o registro, principalmente para observação de eventos adversos, em geral, em condições próximas às do uso comercial do medicamento” (Ensaio, 2022).*

Por último na oficina temática dedica-se um terceiro momento para a **Aplicação do Conhecimento**, em que se usa o espaço para realizar a aula prática, que permite a participação ativa dos estudantes, capacitando-os para elaborar hipóteses, conforme observado por Braibante e Pazinato 2014. A aula prática proposta pode ser reproduzida pelos alunos no laboratório da escola, ou assistida por todos através de qualquer dispositivo de vídeo disponível, como celulares, *tablets* e computadores com acesso à *internet*, já que a aula gravada está disponível através do *link* e *QRcode* abaixo:

<https://youtu.be/9sRjyxq0hzq>



O *link* é simplesmente o caminho e/ou endereço do site onde está “hospedado” o vídeo, ou seja, é através desse endereço que conseguimos chegar até o vídeo em um navegador de internet.

Já o *QRcode*(*Quick Response Code*) ou "Código de Resposta Rápida" em português, é um tipo mais moderno de código de barras que pode armazenar diversos tipos de conteúdo e pode ser facilmente lido ou escaneado usando qualquer celular com câmera. Então a imagem vista acima é uma conversão desse endereço de *internet* em formato de uma imagem em código de barras. Foi utilizado o site: <https://www.qrplus.com.br/> para converter o endereço eletrônico do vídeo no *youtube* para o formato *QRcode*. A seguir tem-se o roteiro da aula prática proposta nesta oficina.

### ***Aula prática: Titulação de Neutralização Ácido-Base da Aspirina***

Introdução:

O ácido acetilsalicílico, também conhecido como comercialmente como AAS® ou *Aspirina*®, é o princípio ativo de medicamentos usados como analgésico para dores diversas, principalmente cefaleia, e também como antiplaquetário para prevenção da trombose, sendo obtido através da mistura de ácido salicílico e anidrido acético, após o aquecimento por cerca de 2 horas a 50°C, na presença de ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) como mostrado na figura 7. O líquido resultante é resfriado e obtém-se uma pasta cristalina através da recristalização do ácido acetilsalicílico com clorofórmio, e o anidrido acético restante é eliminado através de pressão.

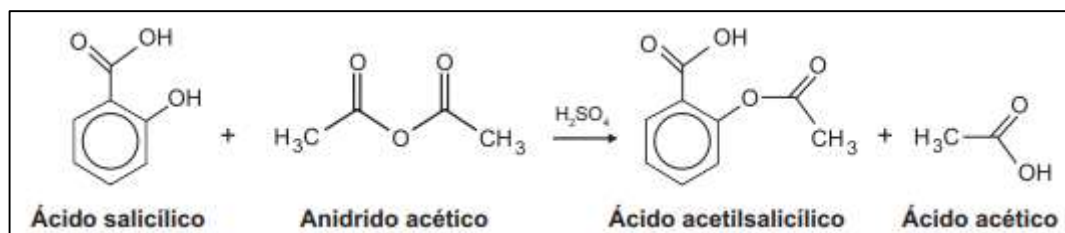


Figura 7) Acetilação do ácido salicílico por reação com o anidrido acético na presença de ácido.

O ácido acetilsalicílico tem como propriedades: (CAS nº 50-87-2)

- Fórmula química:  $C_9H_8O_4$ ;
- Massa molar: 180,15g / mol;
- Aspecto: Pó cristalino branco ou cristais incolores.
- Solubilidade: pouco solúvel em água 0,3g/100g (25°), solúvel em álcool e éter;
- Ponto de Fusão: em torno de 135°C.

É possível determinarmos o teor do ácido acetilsalicílico nos comprimidos de Aspirina ou de AAS através de técnicas de análises químicas. Uma técnica que é bastante utilizada é a titulação de neutralização, consiste em dosar a quantidade de uma substância de concentração desconhecida (analito), através da adição controlada de uma substância de concentração conhecida (titulante), que reagem em proporção conhecida e definida (Sussuchi, 2008).

Materiais:

Os materiais, utensílios, soluções e reagentes usados na prática Titulação de Neutralização Ácido-Base da Aspirina, são descritos no quadro 1.

Reagentes e soluções:	Vidraria e instrumental:
Ácido Acetilsalicílico ( $C_9H_8O_4$ )	Balança analítica
Água destilada	Becker 50mL
Álcool Etilico (92,8%)	Bureta 50 mL
Fenolftaleína ( $C_{20}H_{14}O_4$ )	Erlenmeyer 125mL
Hidróxido de Sódio (NaOH) padronizado	Funil
	Pera
	Pipeta Volumétrica
	Proveta 50mL
	Suporte e garra

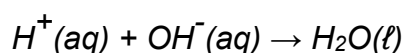
Quadro 1) Materiais e reagentes prática Titulação de Neutralização Ácido-Base da Aspirina.

Procedimentos experimentais:

- Pesar o comprimido do analgésico (não esquecer de anotar a massa obtida) e, a seguir, colocar no erlenmeyer.
- Adicionar cerca de 20mL de água ao erlenmeyer, agitar a mistura até que o comprimido se desmanche (se necessário, quebrar o comprimido com um bastão ou uma colher).
- Em seguida adicionar cerca de 20mL de etanol (92,8%) ao erlenmeyer e agitar para que ocorra a completa dissolução do comprimido
- Adicionar 3 a 5 gotas da solução alcoólica de fenolftaleína.
- Encher a bureta com a solução de hidróxido de sódio padronizada e, a seguir, titule a solução.
- Para isto, adicionar lentamente à solução da bureta aquela no erlenmeyer até o aparecimento de uma coloração rosada que persista após agitação.
- Anotar o volume da solução de hidróxido de sódio gasto para neutralizar o ácido acetilsalicílico.
- Então, calcular o teor em massa do ácido acetilsalicílico no comprimido.

#### Resultados e discussão:

Uma titulação ácido-base está baseada na reação de neutralização, às vezes sendo denominada volumetria de neutralização.



Assim, através de uma solução alcalina de concentração precisamente conhecida (solução padronizada) pode-se determinar a concentração de soluções ácidas e vice-versa. Conseqüentemente, a volumetria de neutralização pode ser dividida em alcalimetria e acidimetria.

O ácido acetilsalicílico ( $C_8O_2H_7COOH$ ) é o analgésico mais utilizado em todo o mundo, tendo sido comercializado pela primeira vez em 1898, conforme mostrado na figura 8.

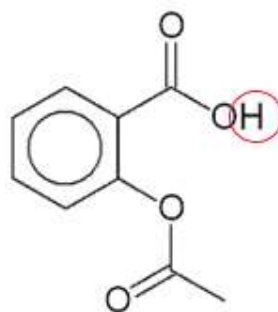
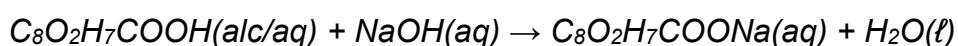


Figura 8) Fórmula estrutural do ácido acetilsalicílico mostrando o hidrogênio ionizável.

Neste experimento, o teor de ácido acetilsalicílico no comprimido é determinado através de sua titulação com uma solução padronizada de hidróxido de sódio, sendo que a reação de neutralização é a seguinte:



Em que alc/aq significa solução hidroalcoólica, isto é, ácido acetilsalicílico dissolvido numa mistura água/etanol.

A seguir é mostrado como é feito o cálculo do teor em massa de ácido acetilsalicílico no comprimido a partir do volume da solução padronizada de NaOH ( $V_{NaOH}$ ) utilizado na titulação (neste cálculo, supõe-se que a concentração da solução padronizada de NaOH é de 0,10 mol/L). Inicialmente, a partir de  $V_{NaOH}$  (expresso em litros) obtém-se a quantidade de matéria de NaOH ( $n_{NaOH}$ ) que reagiu, isto é:

$$n_{NaOH} = 0,10 \text{ mol/L} \times V_{NaOH}$$

Então, utilizando-se a informação de que 1 mol de NaOH é consumido sempre que 1 mol de ácido acetilsalicílico reage (obtida da equação química balanceada da reação de neutralização), obtém-se a quantidade de matéria de ácido acetilsalicílico no comprimido ( $n_{AAS}$ ), ou seja:

$$n_{AAS} = n_{NaOH} \text{ (1 mol AAS/1 mol NaOH)}$$

Finalmente, sabendo que a massa molar do ácido acetilsalicílico é 180,2 g/mol, calcula-se a sua massa no comprimido (*m*AAS), isto é:

$$m\text{AAS} = n\text{AAS} \times 180,2 \text{ g/mol}$$

Por fim foram deixados alguns questionamentos para os estudantes de forma que se pesquise a fixação do conhecimento proposto na oficina temática.

Questões propostas sugeridas:

- 1) Compare o valor obtido com aquele indicado na embalagem do comprimido analgésico analisado.
- 2) O que são os outros componentes no comprimido além do ácido acetilsalicílico e para que servem?

#### **4.2. Oficina Temática 2: Proteínas**

Para começar a oficina, inicia-se o momento da **Problematização**, onde em que o professor é o responsável por incitar o debate com informações e questionamentos junto aos alunos, com objetivo de que eles busquem o conhecimento a respeito do tema, de diversas formas, como em livros, em materiais didáticos, na internet, na comunicação com os colegas e com outros professores, por exemplo.

Algumas informações e questionamentos que podem ser levantados são sugeridos a seguir:

- As proteínas se caracterizam por ser o grupo mais abundante de macromoléculas presentes no corpo humano, suas funções são de extrema importância para manutenção da vida e o funcionamento das células. Como são formadas essas proteínas nos organismos?
- Como são obtidas as unidades constituintes fundamentais das proteínas?
- As proteínas que são obtidas através da alimentação são seguras?
- Existem problemas na ingestão de certos alimentos?

A segunda parte da oficina intitulada **Organização do Conhecimento**, tem por objetivo elucidar as questões propostas na primeira parte, sendo o momento do

professor desconstruir conceitos errados presentes nos alunos, pois muitas vezes as informações chegam aos mesmos de forma não oficial e fragmentada, através de redes sociais, ferramentas essas, que podem ajudar a disseminar as chamadas falsas verdades (Sastre, 2018).

O texto abaixo segue como uma sugestão ao professor destacando as funções das proteínas:

*“As funções das proteínas vão desde catálise de reações químicas (enzimas), transporte de outras moléculas, transmissão de impulsos nervosos, proteção imunitária até função hormonal, dentre outras. As mesmas se diferenciam umas das outras, pela ordem dos aminoácidos, tipos de aminoácidos e números dos aminoácidos. Elas estão presentes em diversos alimentos de origem vegetal e animal, como carnes, ovos, leite, sementes de leguminosas, suplementos, etc” (Junior, 2006).*

E também como as proteínas são obtidas e/ou sintetizadas no organismo:

*“Através da alimentação ingerimos essas proteínas que são degradadas em seus monômeros aminoácidos, que serão utilizados pelas células do organismo para sintetizar suas próprias proteínas. De forma resumida, a síntese proteica é o **mecanismo de produção de proteínas determinado pelo DNA**, que acontece em duas fases chamadas transcrição e tradução. O processo acontece no citoplasma das células e envolve ainda RNA, ribossomos, enzimas específicas e aminoácidos que auxiliarão na sequência da proteína a ser formada, ou seja, é utilizando a mensagem codificada por um pedaço específico do DNA, que as células juntam os aminoácidos através da ligação peptídica e formam uma molécula de proteína” (Lehninger, 2014).*

Na figura 9 pode-se observar as quatro classificações de uma proteína de acordo com sua complexidade estrutural:

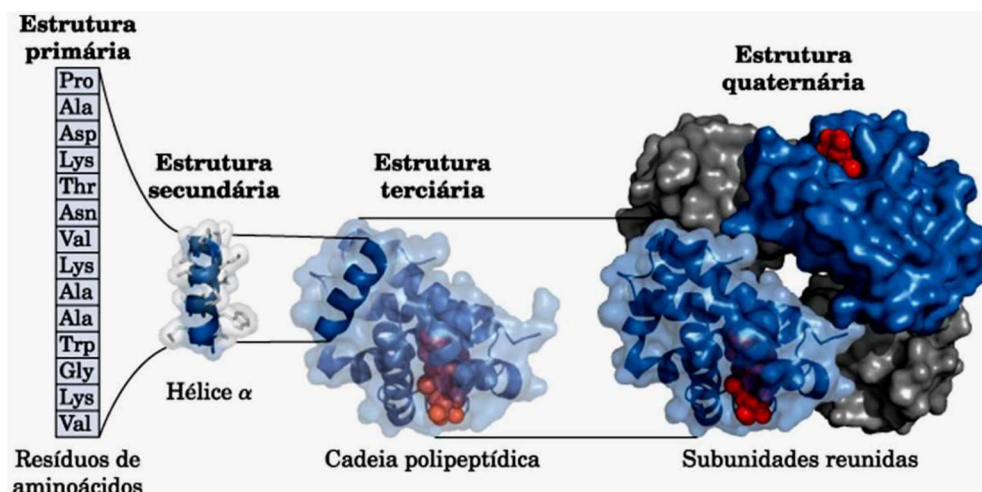


Figura 9) Conformação estrutural das proteínas. A sequência de aminoácidos (estrutura primária) sofre dobramentos, originando a estrutura secundária que, por sua vez, sofre dobramentos para a conformação funcional da proteína, a estrutura terciária. Quando a proteína é formada por duas ou mais cadeias, a forma completa é denominada de estrutura quaternária (adaptado de Nelson e Cox, 2011).

Para a temática proteínas no âmbito da alimentação, é possível explorar de forma introdutória a ingestão de proteínas que podem desencadear problemas ou agravar doenças já presentes no organismo, sendo assim sugere demonstrar a importância de controle na ingestão da proteína conhecida como glúten por pacientes com doença celíaca:

*“Na nossa alimentação existem algumas proteínas presentes nos alimentos que geram preocupação, um exemplo é o glúten, uma importante mistura de proteínas presente em alguns cereais, muito utilizada nos processos de panificação, por formar uma rede que aprisiona moléculas de gás carbônico liberadas na fermentação, produzindo massas mais macias e visualmente mais atrativas (Da Cunha, 2018). Uma preocupação na ingestão do glúten é a doença celíaca, que tem como característica ser uma doença inflamatória crônica e autoimune, que acomete pessoas geneticamente predispostas, tendo o glúten como principal agente nocivo” (Rato, 2021).*

Uma função primordial das proteínas no organismo é o comportamento como enzimas, as quais participam do metabolismo de outras substâncias presentes no organismo, importantes para degradar compostos maiores para serem reaproveitados de outra forma, ou diminuindo moléculas para serem transportadas a outros locais do corpo, ou até mesmo para fora dele, conforme o trecho a seguir:

*“Uma das funções das proteínas na alimentação é se comportar como catalizadores, o que significa que elas aceleram as reações, diminuindo a energia de ativação da reação, sendo chamadas de enzimas. Cada enzima reconhece um ou mais substratos, que são as moléculas que servem como material de base para a reação de catálise começar. Diferentes enzimas participam em diferentes tipos de reações e podem quebrar, ligar ou reorganizar seus substratos” (De Lima, 2008).*

Como exemplo a ser explorado tem-se a enzima lactase a qual participa da quebra da lactose, o açúcar presente no leite.

*“Um exemplo de enzima é a lactase, responsável pela degradação da lactose, a deficiência dessa enzima no organismo pode desencadear uma doença alimentar chamada intolerância à lactose. Esta alergia está presente em 65% da população mundial e é uma síndrome que tem como característica a presença de sintomas gastrointestinais após o consumo de alimentos que contenham lactose. A lactose é um açúcar presente em grande quantidade no leite, quando quebrada pela lactase gera a galactose e glicose. Em um quadro dessa intolerância, a presença da lactose no intestino causa um aumento de líquido na luz intestinal, em consequência de efeito osmótico do dissacarídeo, o que pode causar diarreia. Quando o dissacarídeo se move para o colón, as bactérias da flora intestinal digerem a lactose o que pode causar flatulência, dor abdominal e moléstias na evacuação” (Barbosa, 2020).*

No fim desta etapa da oficina temática pode ser apresentado aos discentes um dado preocupante a respeito de problemas relacionados a alimentos e uma dica muito importante:

*“Os alimentos causadores de 90% das reações alérgicas alimentares são leite de vaca, ovo, amendoim e frutos de casca rija, como as nozes (conhecidos por “frutos secos”), peixe, marisco, trigo e soja (Nunes, 2012). Como vimos, temos diversos alimentos que podem causar desconforto para algumas pessoas que apresentam problemas para realizar a digestão dos mesmos, por isso, ao primeiro sinal de reações após a ingestão de alimentos desconhecidos, procure um médico”.*

O último momento dessa oficina a **Aplicação do Conhecimento**, foi pensado para identificar algumas dessas proteínas nos alimentos, de modo que o aluno consiga ter essa percepção com a finalidade mais concreta da aprendizagem. A respectiva atividade prática, assim como o roteiro proposto estão disponíveis a seguir:

[https://youtu.be/px\\_yXUClo5g](https://youtu.be/px_yXUClo5g)



### ***Aula prática: Identificação de Proteínas em Alimentos***

Introdução:

Nessa prática vamos utilizar as proteínas presentes na clara do ovo, do leite em pó e de um suplemento concentrado em proteína (de preferência com uma coloração esbranquiçada, para conseguirmos visualizar mais facilmente a mudança de cores ocasionadas pelas reações químicas).

De acordo com Silva 2020, a clara do ovo é composta principalmente por água de 75 a 88% e proteínas com valor que fica entre 11 e 12%, a composição e o percentual proteico podem sofrer leves variações intrínsecas do animal, como genética, idade e espécie, como também fatores extrínsecos, como nutrição e manejo das aves. Já foi possível identificar cerca de 70 proteínas presentes na clara do ovo de galinha, sendo as principais a ovoalbumina, ovotransferrina e ovomucóide.

Nos produtos industrializados como leite em pó e concentrado de proteína utilizados, temos as seguintes informações de acordo com os rótulos dos produtos, como visto na figura 10:

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL Porção 22 g (2 colheres de sopa)***			INFORMAÇÃO NUTRICIONAL Porção de 120g (8 colheres de sopa)				1 porção (120g) com 250ml de leite integral	
Quantidade por porção			Quantidade por porção de 120g		% VD*	Porção de 240g		% VD*
Valor energético	94 kcal = 395 kJ	5%	Valor Energético	441 kcal = 1852 kJ	22	602 kcal = 2528 kJ	30	
Carboidratos	10 g, dos quais:	3%	Carboidratos	76 g	25	89 g	30	
Açúcares****	10 g	**	Proteínas	31 g	41	39 g	52	
Proteínas	6,4 g	9%	Gorduras Totais	1,3 g	2	10 g	18	
Gorduras totais	3,0 g, das quais:	6%	Gorduras Saturadas	0,7 g	3	3,7 g	17	
Gorduras saturadas	2,2 g	10%	Gorduras Trans	0 g	-	0 g	-	
Gorduras trans	0 g	**	Fibra Alimentar	1,1 g	4	1,1 g	4	
Gorduras monoinsaturadas	0,6 g	**	Sódio	300 mg	12	413 mg	17	
Gorduras poli-insaturadas	0,1 g	**	*% Valores Diários de Referência com base em uma dieta de 2000 kcal, ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.					
Coolesterol	12 mg	4%						
Fibra alimentar	0 g	0%						
Sódio	101 mg	4%						
Cálcio	380 mg	38%						
Ferro	5,4 mg	39%						
Zinco	2,1 mg	30%						
Vitamina A	180 µg RE	30%						
Vitamina D	1,9 µg	38%						
Vitamina E	3,8 mg α-TE	38%						
Vitamina C	17 mg	38%						

\* % Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas. \*\* VD não estabelecido. \*\*\* Quantidade suficiente para preparo de 200 ml. \*\*\*\* Açúcares naturalmente presentes no leite.

Figura 10) Rótulos demonstrando a tabela nutricional dos produtos que contêm proteína utilizados como amostras nessa prática, imagens retiradas da internet.

Sendo assim espera-se para uma amostra de 5g, aproximadamente 1,45g de proteínas no leite em pó e 1,29g de proteína no concentrado de proteína. Ressalta-se que esses produtos são usados de maneiras e em dietas específicas, não cabendo comparar seus constituintes nesse trabalho.

#### Materiais:

Os materiais, utensílios, soluções e reagentes usados na prática Identificação de Proteínas em Alimentos, são descritos no quadro 2.

Reagentes e soluções:	Vidraria e instrumental:
Acetato de chumbo [Pb(C <sub>2</sub> H <sub>3</sub> O <sub>2</sub> ) <sub>2</sub> .3(H <sub>2</sub> O)] 10%	Banho Maria
Ácido Nítrico (HNO <sub>3</sub> ) conc.	Bastão de Vidro
Água destilada	Béquer
Hidróxido de Sódio (NaOH) 10%	Bico de Bunsen
Hidróxido de Sódio (NaOH) 40%	Conta gotas ou <i>pasteur</i>
Iodeto de potássio (KI)	Frasco âmbar
Sulfato de cobre II 1% (CuSO <sub>4</sub> )	
Tartarato duplo de sódio e potássio (KNaC <sub>4</sub> H <sub>4</sub> O <sub>6</sub> . 4H <sub>2</sub> O)	Pera
Concentrado de proteína industrial ( <i>Whey Protein</i> )	Pipeta Graduada 5mL
Leite em pó	Proveta

**Ovo cru****Tubos de ensaio**

Quadro 2) Materiais e reagentes prática Identificação de Proteínas em Alimentos.

*1ª etapa - preparação das soluções proteicas:*

- Dissolver 5 gramas de leite em pó em 50mL de água destilada (reservar);
- *Dissolver 5 gramas de concentrado de proteína em 50mL de água destilada (reservar);*
- *Quebrar um ovo de galinha e com cuidado separa-se a clara e a gema com auxílio de uma peneira, fazer uma mistura adicionando-se 50mL de água à clara e desprezar a gema.*

*2ª etapa - preparo do reagente de Biureto:*

- Dissolver 0,3g de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ ) e 1,2g de tartarato duplo de sódio e potássio ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ ) em 100mL de água destilada;
- Adicionar, sob agitação constante, 60mL de solução de NaOH 10%;
- Adicionar 0,2g de iodeto de potássio (KI);
- Completar o volume para 200mL com água destilada e guarde o reagente em frasco âmbar. Esse reagente conserva-se por tempo indefinido.

*3ª etapa - confirmação da presença de proteína pelo método do Biureto:*

- Colocar 3mL de solução proteica em 3 tubos de ensaio, uma em cada tubo, em um quarto tubo coloque 3mL de água destilada para controle, identifique os tubos;
- Gotejar três gotas de uma solução de Biureto previamente preparada;
- Homogeneizar bem e adicionar 2,5mL de solução de hidróxido de sódio 40%;
- Observar uma coloração roxa na presença de proteína em comparação com o frasco controle.

O Método de Biureto foi proposto primeiramente por Autenrieth em 1915, e teve diversas modificações propostas, sendo usada neste trabalho a proposta metodológica de Gornall e colaboradores 1949, que é a mais utilizada, na qual o estabilizante do íon cobre em meio básico é o tartarato duplo de sódio e potássio ( $\text{KNaC}_4\text{H}_4\text{O}_6$ ). Inicialmente há a formação do complexo de cobre(II) contendo dois ligantes tartarato na esfera de coordenação  $[\text{Cu}(\text{tartarato})_2]^{2-}$ . Por conseguinte os

ânions ou ligantes tartarato são substituídos facilmente pelas proteínas presentes as quais atuam como ligantes biológicos na presença do centro metálico de cobre(II), conforme mostrado na figura 11. Os complexos formados apresentam em geral uma coloração roxa característica podendo variar de intensidade. É um método químico qualitativo, identificando somente presença ou ausência de proteínas na amostra.

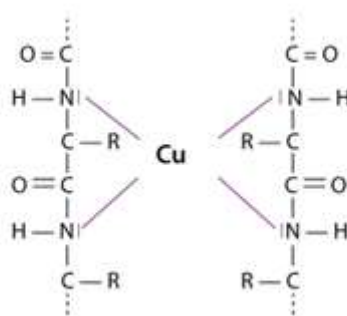
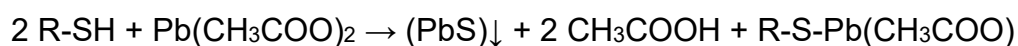


Figura 11) Imagem ilustrativa da interação entre o átomo de cobre e as cadeias polipeptídicas em uma proteína, indicando que houve complexação entre as cadeias de aminoácidos e o metal.

#### Reação do Grupo Sulfidril (SH)

- Em um tubo de ensaio colocar 3mL de solução proteica e 1mL de NaOH 40%, agitar bem;
- Ferver por aproximadamente 2 minutos no bico de Bunsen;
- Adicionar algumas gotas de solução de acetato de chumbo 10% ao tubo de ensaio;
- Observar uma coloração escura no tubo na presença de proteína.

A presença de uma base forte concentrada como o NaOH 40%, e aquecimento até a fervura tendem a acelerar o processo de desnaturação e hidrólise, cujo objetivo é desfazer as ligações entre dois grupos tiol (figura 12), quebrando as pontes dissulfeto. Após isso ocorre uma reação entre o acetato de chumbo e os resíduos de cisteína, formando um precipitado de sulfeto de chumbo (PbS) de coloração escura como pode ser visto na figura 13, evidenciando a presença de proteína, também é sendo um método químico qualitativo.



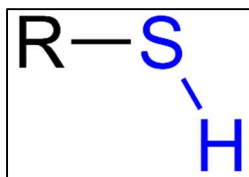


Figura 12) Figura ilustrando o grupo tiol (S-H) ou sulfidril ligado a um radical carbônio R.



Figura 13) Fotografia do resultado da reação de proteínas com o acetato de chumbo, tubo 1 – concentrado de proteína, tubo 2 – leite em pó, tubo 3 – clara de ovo e tubo 4 – branco.

Sendo assim pode-se verificar a presença de proteínas que possuem o grupo sulfidril nas amostras.

Questões propostas sugeridas:

- 1) Quais métodos podem ser usados para se detectar a presença de proteínas?
- 2) Quais aminoácidos o método do reagente de sulfidril consegue identificar?
- 3) Esses testes teriam o mesmo resultado em amostras de vegetais como suco de laranja? Explique.
- 4) Por quê é importante detectar a presença de proteínas na urina? Esses métodos podem ser usados para isso?

### 4.3. Oficina Temática 3: Vacinas

A oficina temática sobre vacinas perpassa por um dos temas mais importantes em saúde nos anos de 2020 a 2023, a pandemia da COVID-19, pois em 30 de janeiro de 2020 a Organização Mundial de Saúde (OMS) declarou a Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII), uma decisão que tinha por objetivo aprimorar a cooperação e a coordenação global no combate à doença. Este evento

foi caracterizado como pandemia em 11 de março de 2020, devido a sua distribuição geográfica, pois neste momento aconteciam surtos em diversos países e regiões do mundo.

Em maio de 2023, após 40 meses e mais de 7 milhões de óbitos em todo o mundo, a OMS declarou o fim da Emergência de Saúde Pública de Importância Internacional (ESPII), devido há mais de um ano a pandemia estar com uma tendência de queda, com a vacinação apontada como um dos fatores determinantes.

Esse assunto foi abordado por praticamente todos os professores, de todas as disciplinas, das mais variadas formas na educação básica, e nessa primeira parte da oficina em questão sugere-se na **Problematização** questionar os alunos a respeito das principais dúvidas vivenciadas durante a pandemia:

*“Durante o ano de 2020, muito se falou sobre as vacinas contra coronavírus, devido a pandemia ocasionada pelo vírus conhecido como SARS COV 2, o fato é que a produção de vacinas nunca foi tão necessária e rápida, levando todos os países a voltarem seus esforços para buscar maneiras de controlar o espalhamento da doença, e a vacina é uma delas” (Barifouse, 2020).*

Assim os seguintes questionamentos são plausíveis:

- Como é o funcionamento das vacinas no corpo humano?
- Algumas notícias apontavam a possibilidade das vacinas serem magnéticas e atraírem moedas, isso procede?
- É verdade que podem causar autismo em crianças?
- Qual o risco de se injetar microrganismos no corpo na forma de vacinas?
- Podemos confiar em vacinas feitas às pressas?

Na segunda parte da oficina chamada de **Organização do Conhecimento**, na qual se vislumbra desconstruir conceitos errôneos a respeito do tema, e ao mesmo tempo trazer o aluno para a discussão do quanto é importante ter conhecimento a respeito da imunização, que na pandemia sofreu ataques e perdas históricas de credibilidade.

Por isso se faz necessário uma explicação sucinta do funcionamento das vacinas no organismo:

*“No corpo humano temos um sistema complexo que controla a invasão de agentes tóxicos, esse é o sistema imunológico, que resumidamente*

*seria responsável por causar uma reação a substâncias externas ou internas, incluindo microrganismos e macromoléculas que são reconhecidos como elementos estranhos independente das consequências fisiológicas ou patológicas de tal reação, ou seja, as reações ocorrem até mesmo contra moléculas ou estruturas do próprio indivíduo, podendo resultar em patologias, seriam as doenças autoimunes. Para tanto, existem células chamadas anticorpos, que são capazes de identificar quais são os agentes estranhos ao indivíduo e iniciar o processo de eliminação do mesmo. As vacinas estimulam o sistema imunológico a produzir anticorpos capazes de eliminar agentes estranhos específicos, ou seja, vão “ensinar” o organismo a combater o patógeno, se futuramente ocorrer o contato deste, com o indivíduo vacinado” (Abbas, 2008).*

Em meio a pandemia surgiu diversas informações errôneas a respeito das vacinas, as famosas “*fake news*”, que em português seria “notícias falsas”. De acordo com Oliveira 2020 existem diversos motivos para a disseminação dessas informações, de forma intencional e premeditada, para influenciar a população em sua conduta perante a pandemia, pois vinda de profissionais da saúde ou de representantes políticos, por exemplo, podem ter uma certa credibilidade perante a população leiga.

Silva & Melo 2020 apontam que um dos motivos para aumento de *fake news* é a disseminação de informações sem a devida preocupação com os princípios éticos e profissionais do jornalismo tradicional, já que houve uma migração dessas referências jornalísticas para diletantes que usam plataformas digitais e hoje dominam o processo noticioso. Uma dessas notícias, por exemplo, é que existiam metais magnéticos nas vacinas e por isso o local da aplicação poderia atrair moedas, fato estapafúrdio e infundado, que tem uma possível explicação:

*“Um questionamento inusitado sobre vacinas é que elas podem ter metais pesados em sua constituição, atrair moedas e por isso serem tóxicas, esse mito se origina de uma substância chamada Timerosal, mostrado na figura 14, que é um composto organometálico antisséptico usado como conservante em algumas vacinas (Idoeta, 2017). Muito utilizado em feridas como Merthiolate®, esse conservante possui um átomo de Mercúrio (Hg) em sua fórmula, o que poderia acumular nos tecidos e causar toxicidade, mas é completamente eliminado na forma de etilmercúrio, em até 18 dias após a injeção, diferentemente das intoxicações ocasionadas por inalação do vapor de mercúrio, essas sim graves e preocupantes” (Clarkson, 2006).*

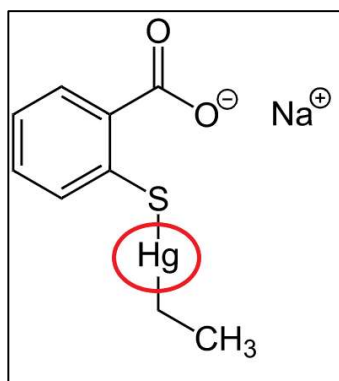


Figura 14) Estrutura do sal sódico de Timerosal, evidenciando a presença do átomo de mercúrio (Hg).

Talvez o fato mais preocupante que afasta as pessoas das vacinas são os temidos efeitos colaterais, sobretudo para crianças. Segundo Aps *et.al.*, 2018 não foi encontrada nenhuma relação causal entre aplicação de vacinas e autismo, Alzheimer e narcolepsia, mas sim a presença de reações inflamatórias locais e eventos raros de exacerbação de doenças autoimunes e alergias. As ditas “reações às vacinas”, trazem um maior cuidado com pessoas mais debilitadas como idosos e crianças, mas de acordo com Silva 2022 somente 1% dos vacinados relatam sintomas respiratórios, rinite, vertigem, erupções na pele, dor muscular, rigidez muscular, diminuição da sensibilidade, dormências, coceira e calafrios que, evidenciando a segurança das vacinas.

Sobre o boato de vacinas causarem autismo, o responsável por disseminar tal inverdade foi severamente punido pela comunidade científica, com destaque para o trecho abaixo:

*“Existe uma dúvida que recorrentemente aparece a respeito dos imunizantes causarem autismo em crianças, já afirmo não ter nenhuma relação comprovada a respeito, pelo menos os trabalhos científicos realizados na área não comprovaram isso. O que ocorreu foi um desserviço realizado pelo médico britânico Andrew Wakefield, que fez um estudo enviesado, ou seja, selecionou os dados que corroboravam suas ideias, contrariando as balizas do método científico. Neste estudo ele utilizou 12 crianças que haviam se vacinado com a vacina tríplice viral e fez uma falsa correlação com o aparecimento de autismo, a publicação em uma renomada revista como a Lancet, deu credibilidade ao médico, que foi desmentido posteriormente pela própria revista, e em 2010 perdeu seu registro de médico, pelo ato irresponsável, enganoso e desonesto” (Vitorio, 2021).*

Neste contexto, torna-se importante elucidar as diferenças entre vários tipos de vacinas:

*“Existem vários tipos de vacinas virais, dentre elas podemos ter as atenuadas, as inativadas e as de subunidades. As vacinas de vírus atenuado são vacinas de vírus vivo que são enfraquecidos em laboratórios a ponto de serem capazes de se replicarem in vivo, mas não de causar infecção, apenas um estado de “reação a vacina”, essa presença do agente estranho no organismo estimula a produção de anticorpos para combatê-lo. As vacinas de vírus inativados são vírus mortos, incapazes de causarem infecção, mas que conseguem estimular o sistema imunológico, enganando-o. Por fim, as vacinas de subunidades apresentam fragmentos dos vírus que são capazes de estimular a produção de células imunológicas, mas por ser apenas uma parte específica do vírus, não são capazes de se replicarem e causar uma infecção. Portanto as vacinas são seguras nas mais variadas formas que apresentam um agente estranho ao organismo para estimular a produção de anticorpos” (Fiocruz, 2022).*

Como toda substância utilizada em saúde para prevenção e tratamento, há cuidados necessários para se comprovar a segurança e eficácia de vacinas:

*“Para uma vacina ser colocada em uso, ela passará por diversas fases de pesquisa, na fase pré-clínica será testada em animais de diferentes portes para avaliar principalmente a dose máxima tolerada. Em seguida, a vacina será testada em humanos, o que é conhecido como fase clínica e é dividida em: estudos de Fase I: nesta fase, os estudos são realizados em um número pequeno de voluntários saudáveis; estudos de Fase II: voluntários, portadores de uma determinada patologia, para determinar a dose terapêutica, definida como a dose eficaz e não-tóxica; estudos de Fase III: Os estudos são realizados em um número maior de pacientes voluntários, e avaliam-se a segurança e a eficácia do imunizante, utilizando-se, para isso, uma metodologia de avaliação que inclui, por exemplo, os estudos duplo-cego, aleatorizados (randomizados) e comparativos com controle; estudos de Fase IV: após o registro, principalmente para observação de eventos adversos raros, em geral, nas mais diversas condições e diversidade de pacientes (Ensaio, 2022). Para acelerar o processo essas fases podem ser feitas simultaneamente, devido a urgência que a pandemia demandava”.*

Durante a pandemia de COVID-19 muito se discutiu a respeito da eficácia das vacinas pois a velocidade de produção bateu todos os recordes conhecidos em pesquisa científicas, mas tal rapidez para produção de vacinas tem uma explicação:

*“No momento que o mundo passa por uma pandemia, os esforços governamentais e das indústrias da área de pesquisas em vacinas, se concentram para encontrar a fórmula ideal que possa ser usada o mais rápido possível. Com isso não faltou recursos, muitas vezes escassos para essas pesquisas, outra importante ferramenta que acelerou o processo foi a tecnologia de mRNA que era estudada há décadas e ficou madura o suficiente a poucos anos, pois evita o processo de enfraquecimento viral que pode levar anos, usando apenas o código genético do patógeno, sendo possível produzir as vacinas em tempo recorde” (Gupta, 2022).*

O último momento dessa oficina temática aborda a **Aplicação do Conhecimento**, momento este dedicado à realização da aula prática, que dessa vez dá enfoque na reação de aglutinação, reação essa idêntica a que ocorre entre os anticorpos e os antígenos no momento em que os anticorpos atacam um corpo estranho em uma reação do sistema imunológico a essa invasão:

<https://youtu.be/r1WL5bSvJzw>



### ***Aula prática: Reação de Aglutinação***

Introdução:

A formação do complexo antígeno-anticorpo (Ag-Ac) estimulado pela introdução prévia de uma vacina em um organismo que posteriormente tem contato com um patógeno, ocorre por meio de interações não-covalentes, isto é, de caráter fraco e de forma reversível. Além desta união simples, ainda é possível formar um aglomerado de complexos Ag-Ac, formando estruturas aglutinadas e visualmente em forma de grumos. O nome dado a essa reação é reação de aglutinação antígeno-

anticorpo, que se divide em aglutinação direta, como nos exames de tipagem sanguínea em que a estrutura suporte é natural ao organismo, e aglutinação indireta, como os empregados em diagnósticos de determinadas doenças, utilizando suportes que não sejam da natureza do organismo.

Como forma de exemplificar a reação de aglutinação, temos diversos testes onde essa reação é utilizada para demonstrar a presença de proteínas ou anticorpos que aparecem como marcadores em estados infecciosos ou doenças, tendo o mesmo princípio da reação antígeno-anticorpo ocorrida entre anticorpos estimulados por vacinas e seus antígenos, sendo eles o Fator Reumatóide (FR) que é um anticorpo que ataca células do indivíduo, reagindo contra suas próprias imunoglobulinas, sendo indicativo de doença autoimune. o Anticorpo Antiestreptolisina O (ASLO) que é secretado contra toxinas liberadas nas infecções por bactérias do gênero *Streptococcus*, infecções de curto prazo, indicativo de processo infeccioso, e por fim a Proteína C Reativa (PCR) que é uma proteína produzida em nível hepático, cuja secreção é aumentada nos processos inflamatórios e infecciosos.

Assim a proposta desta prática consiste em analisar qualitativamente uma amostra de soro humano reagente ou não reagente para FR, ASLO ou PCR usando um kit imunodiagnóstico, demonstrando a reação de aglutinação indireta. O resultado será possível por meio da observação de aglutinação ou não do material no kit imunológico.

**Materiais:**

Os materiais, utensílios, soluções e reagentes usados na prática Reação de Aglutinação, são descritos no quadro 3.

Reagentes	Materiais
<b>Teste sensibilizado em látex</b>	Micropipetas
<b>Amostra de soro humano</b>	Ponteiras
<b>Controles positivo e negativo</b>	Varetas plásticas
	Cartões-teste

Quadro 3) Materiais e reagentes prática Reação de Aglutinação.

**Procedimentos experimentais:**

- *A lâmina para teste foi dividida em: 1 e 4) controle positivo (+), 2 e 5) amostras 1 e 2, e 3 e 6) controle negativo (-), respectivamente conforme a figura 15.*

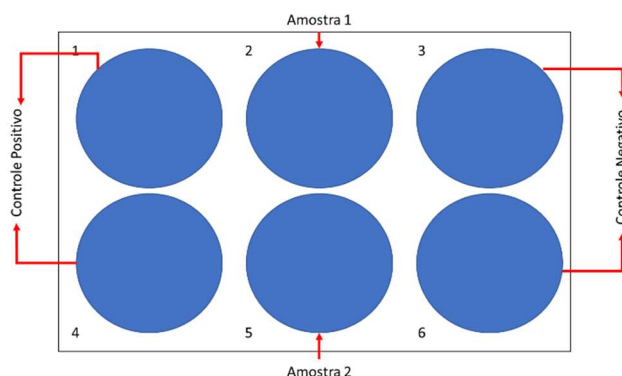


Figura 15) Lâmina de teste com os 6 poços vazios.

- Em seguida, com auxílio de uma micropipeta de volume fixo 20uL, foram adicionados na lâmina teste 20uL de controle positivo na região “controle positivo”, 20uL de soro do paciente na região “soro teste” e 20uL de controle negativo na região “controle negativo”, conforme explicitado na figura 16:

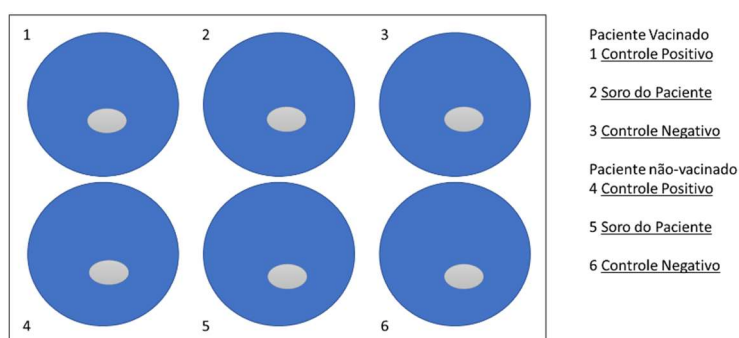


Figura 16) Lâmina de teste com 20ul das amostras, controles positivos e controles negativos aplicadas nos 6 poços (conforme legenda à direita).

- Em seguida, com outra ponteira, foram coletados 20uL de látex sensibilizado do kit e adicionados em cada região dividida da lâmina teste, conforme a imagem abaixo (figura 17):

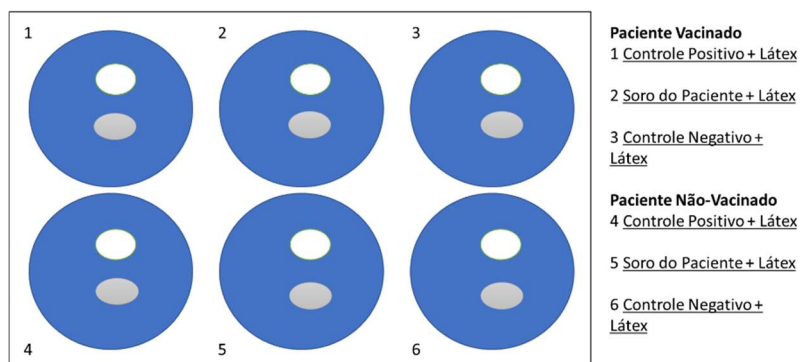


Figura 17) Lâmina de teste com 20ul das amostras, controles positivos e controles negativos aplicadas nos 6 poços, agora com aplicação de 20ul do reagente látex nos 6 poços (conforme legenda à direita).

- Com auxílio de bastões plásticos—as gotas foram homogeneizadas, sendo cada região com bastões diferentes, para evitar contaminação. E após espera de 2 minutos, obtivemos os seguintes aspectos, visíveis nas imagens abaixo, figura 18:

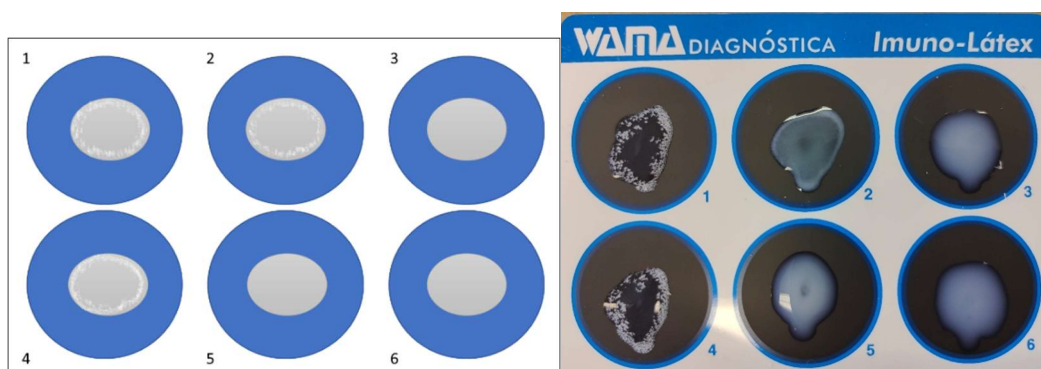


Figura 18) Lâmina de teste após o tempo de reação, demonstrando a aglutinação nos poços 1, 2, e 4. Imagem à esquerda o esperado e na imagem à direita o observado.

A oficina temática relacionada a vacinas é concluída com alguns questionamentos sugeridos aos alunos para refletirem a respeito do tema trabalhado:

Questões propostas sugeridas:

- 1) Compare as imagens obtidas nos 6 poços e explique qual amostra é de uma pessoa que teve contato com o vírus e produziu anticorpos, e qual não é.
- 2) Por que é importante realizar o teste com controles positivo e negativo?
- 3) O que seria a erradicação de uma doença por vacinação? Cite um exemplo.

- 4) Vimos que muita desinformação foi gerada a respeito da vacina contra o SARS COV2, qual a importância de combatê-la?

#### 4.4. Oficina Temática 4: Exames e metais

A quarta oficina temática traz o tema química no diagnóstico de doenças, principalmente os diagnósticos realizados por exames de imagem, sejam eles, Ultrassom, Raios-X, Ressonância, Tomografia, entre outros. Alguns destes exames devem ser usados com cuidado, pois podem trazer risco aos usuários se forem usados de forma inadequada ou recorrente. Sendo assim, na primeira parte da oficina, a **Problematização**, sugere-se a apresentação da radiologia e os questionamentos mais comuns a seu respeito:

*“A radiologia é a especialidade médica que abrange todos os aspectos das imagens médicas que fornecem informações sobre anatomia, patologia, fisiologia e estados de doenças. Ela também engloba técnicas intervencionistas minimamente invasivas para diagnósticos e terapias, incluindo sistemas guiados por imagem”.*

Algumas questões direcionadas aos alunos para debate podem ser apresentadas:

- Você já teve que fazer um exame de imagem? Qual? O que se espera que aconteça? Todos esses exames emitem radiação?
- Porque não se pode fazer radiografias frequentemente?
- O ímã do aparelho de ressonância pode atrair brincos, relógios e *piercings*?
- Os contrastes e radionuclídeos são produtos tóxicos?

Após incitar o debate entre os alunos com os questionamentos feitos anteriormente, o professor pode iniciar a segunda parte da oficina temática, a **Organização do Conhecimento**, que é o momento no qual ele tenta responder aos questionamentos dos alunos que possam vir a surgir durante o debate, e apresenta algumas informações pertinentes:

*“A Química Medicinal se dedicava principalmente ao estudo de compostos orgânicos para tratamentos de enfermidades, mas a partir da*

*descoberta da Cisplatina como agente antitumoral em 1965 pelo físico Barnett Rosenberg, houve um grande interesse em compostos metálicos como agentes terapêuticos, iniciando uma nova era de pesquisa por compostos com propriedades farmacológicas ou de diagnóstico” (Beraldo, 2005 e Fontes, 2005).*

Podem ser também apresentados os principais tipos de exames diagnósticos em radiologia:

*“Na Radiologia diagnóstica podemos elencar 8 modalidades principais de diagnóstico por imagem, que são: Radiografia (Raios-X), Mamografia, Densitometria Óssea, Tomografia Computadorizada, Ressonância Magnética Nuclear, Ultrassonografia, Medicina Nuclear e Angiografia. Nem todas as técnicas utilizam radiação, como o próprio nome já diz o “Ultrassom” e a “Ressonância” são técnicas com princípios físicos diferentes das radiações ionizantes, a primeira usa altas frequências sonoras para formar as imagens através da vibração do som nos órgãos e tecidos. A segunda também não faz uso de radiação ionizante, e sim uma radiofrequência em conjunto com o magnetismo do equipamento que possibilita usar o campo magnético formado pelo ímã da máquina, para estimular a movimentação de átomos de hidrogênio presentes na água do corpo. Esses movimentos emitem sinais, que, por sua vez, são convertidos em imagens” (Brant, 2008).*

Importante destacar também como funcionam as técnicas com radiação ionizante e os cuidados que se deve ter ao realizar o exame.

*“As técnicas de diagnóstico que utilizam radiação ionizante, devem ser usadas com cautela, devido a exposição cumulativa no indivíduo. A radiação ionizante é aquela capaz de arrancar um elétron de um átomo. Os átomos do nosso corpo estão unidos, formando moléculas, algumas muito pequenas como a molécula da água, e outras muito grandes como a molécula de DNA. Esses átomos estão unidos por forças elétricas. Quando uma partícula ionizante arranca um elétron de um dos átomos de uma molécula do nosso corpo, pode causar sua desestabilização que resulta em quebra da molécula. Essa desestabilização pode gerar morte celular e/ou mutações dependente da exposição, podendo gerar dano tecidual, feridas ou até comprometimento total do órgão” (Okuno, 2013).*

Técnicas que não usam radiação também podem trazer riscos, e alguns cuidados também são importantes:

*“Existem alguns cuidados básicos a serem tomados ao fazer um exame de Ressonância Magnética. Isso porque, apesar de não usar radiação, a ressonância utiliza-se de um ímã extremamente potente, razão pela qual as pessoas que têm metais no corpo (piercings, placas e pinos) devem tomar cuidado. A atração do metal pode causar incômodo ou lesão, se o metal estiver na região a ser examinada, principalmente em tatuagens com pigmentos a base de metais, deve-se utilizar uma toalha molhada na hora do exame para amenizar danos ou queimaduras. Outro problema são aparelhos eletrônicos como marca-passos que podem ser desprogramados” (Vieira Dias, 2015).*

Muitas dessas técnicas fazem uso de contrastes para melhorar a visualização dos tecidos nos exames, e como são substâncias químicas que provavelmente circularão na corrente sanguínea por todo o corpo, se faz necessário um cuidado todo especial com esses compostos, explicitado a seguir:

*“O sulfato de bário é muito utilizado como contraste em exames radiológicos, radiografias ou ressonâncias. Ele funciona como um marcador tecidual que permite verificar a integridade da mucosa de todo o trato gastrointestinal, delineando cada segmento, é capaz de absorver os raios X, de modo que órgãos internos preenchidos pelo contraste tornam-se brancos no filme de raios X, realçando a imagem da estrutura do órgão. É devido a sua alta densidade que a análise pode ser feita. É insolúvel em água, sendo assim não é absorvido nem metabolizado no organismo, trazendo segurança ao seu uso. Mesmo assim o uso de contrastes deve ser realizado com cautela pois podem ocorrer cólicas, diarreia, vômito, intoxicações, alergias, ou até choques anafiláticos” (Sene, 2006).*

*“Já os Radionuclídeos são elementos que, devido à sua natureza física, são instáveis e emitem energia na forma de decaimento radioativo, tendo como produto um radioisótopo com a energia cada vez menor, até se tornar um elemento estável. As doses de radiação são muito pequenas e os Radionuclídeos oferecem baixo risco de toxicidade para provocar uma reação alérgica. Embora raro, alguns pacientes podem sentir dor e apresentar inchaço no local onde o material é injetado” (De Araújo, 2005).*

Por último, é necessário esclarecer a função dos radionuclídeos que muitas vezes são tratados como perigosos, mas sua baixa concentração de radiação traz a segurança necessária para seu uso. De acordo com Oliveira *et.al.*, 2006, a escolha de um radionuclídeo para compor um radiofármaco e ser usado em medicina nuclear depende exclusivamente de suas características físicas, como o tipo de emissão nuclear, tempo de meia-vida e energia das partículas e/ou radiação eletromagnética

emitida, pois sempre que um radionuclídeo instável se transforma espontaneamente em um mais estável, emite partículas ( $\alpha$ ,  $\beta$  e elétrons) e/ou radiação eletromagnética (raios  $\gamma$  ou X). O radiofármaco deve ser fixado seletivamente pelo órgão alvo, emitir a radiação que será lida por um aparelho detector destacando o órgão alvo com o aumento do contraste da imagem a ser produzida.

O emprego destas técnicas avançou muito a partir da mudança na legislação brasileira com a Emenda Constitucional 49, de 09 de fevereiro de 2006, que liberou a produção, comercialização e utilização de radioisótopos a serem realizadas sob regime de permissão e concessão, o que antes era monopólio da União (Oliveira, 2008).

Neste terceiro momento da oficina temática a **Aplicação do Conhecimento**, foi escolhido um tema que aborda os riscos dos contrastes com bário, caso que ficou conhecido nacionalmente em 2003 quando um medicamento a base de sulfato de bário (insolúvel) foi contaminado com carbonato de bário (solúvel), causando a morte de nove pessoas, o diretor presidente foi condenado e preso em 2022 (Santos, 2022).

<https://youtu.be/lmft0z1z45M>



***Aula prática: Comparação de Toxicidade entre sulfato de bário e carbonato de bário (Adaptado de SENE et al, 2006)***

Introdução:

No ano de 2003 ocorreu no Brasil a contaminação de um medicamento conhecido como Celobar®, que causou a morte direta de nove pessoas pela presença do sal solúvel em meio ácido carbonato de bário, ao invés do insolúvel em meio ácido sulfato de bário, mostrados na figura 19. A comparação da solubilidade entre esses

dois sais de bário é esclarecedora a medida que a solubilização dos diferentes sais em meio ácido vai influenciar na toxicidade do composto utilizado, o que vai definir a segurança na utilização do sal como contraste radiológico (Shulze, 2003).

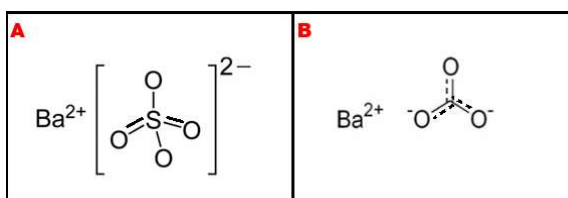


Figura 19) Fórmulas estruturais dos compostos: em A, Sulfato de Bário, e em B, Carbonato de Bário.

Materiais:

Os materiais, utensílios, soluções e reagentes usados na prática Comparação de Toxicidade entre sulfato de bário e carbonato de bário, são descritos no quadro 4.

Reagentes	Materiais
<b>Ácido clorídrico 0,5 mol/L</b>	Barbante
<b>Carbonato de sódio (NaCO<sub>3</sub>)</b>	Membrana Semipermeável
<b>Cloreto de bário (BaCl<sub>2</sub>)</b>	Espátulas
<b>Sulfato de magnésio (Mg(SO<sub>4</sub>)<sub>2</sub>)</b>	Proveta 50mL
	3 béqueres de 50ml
	2 béqueres de 100ml
	1 béquer de 250mL

Quadro 4) Materiais e reagentes prática Comparação de Toxicidade entre sulfato de bário e carbonato de bário.

Materiais alternativos e de fácil acesso:

- Membrana semipermeável (tripa de celofane usada para fabricação de salsicha ou linguiça, encontrada em casas de embutidos);
- Barbante;
- 3 espátulas (ou colheres de plástico pequenas);
- Proveta graduada ou seringa descartável de 50mL;
- 3 pipetas graduadas ou seringas descartáveis de 10mL;
- 3 béqueres de 50mL (ou copos plásticos descartáveis transparentes);
- 2 béqueres de 100 mL (ou copos plásticos descartáveis transparentes);
- Béquer de 250 mL (ou copo plástico descartável transparente);
- Solução de ácido clorídrico 0,5 mol/L (ou ácido muriático a 10%, encontrado em supermercados e lojas de materiais de construção);
- Cloreto de bário (BaCl<sub>2</sub>);

- k. Carbonato de sódio (ou bicarbonato de sódio, encontrado em farmácias e supermercados);
- l. Sulfato de magnésio (ou Sal Amargo®, encontrado em farmácias e supermercados).

Procedimentos experimentais:

*Obs:* Tendo os reagentes sulfato de bário P.A. e carbonato de bário P.A. pode preparar a solução de sulfato de magnésio (solução 3) e pular para a etapa 5. Não tendo, siga a sequência abaixo:

#### **Etapa 1 - Solução de cloreto de bário ( $BaCl_2$ )**

Pesar 1,25g de cloreto de bário, transferir para um béquer de 100mL e adicionar 50mL de água. Agite até a dissolução completa do sal.

#### **Etapa 2 - Solução de carbonato ( $BaCO_3$ )**

Pesar 0,20g de carbonato de sódio ( $Na_2CO_3$ ) ou 0,16g de bicarbonato de sódio ( $NaHCO_3$ ), transferir para um béquer de 50mL e adicionar 25mL de água. Agite até a dissolução completa do sal. Identificar como solução 1.

#### **Etapa 3 - Solução de sulfato de magnésio ( $MgSO_4$ )**

Pesar 1,20g de sulfato de magnésio, transferir para um béquer de 100mL e adicionar 50mL de água. Agitar até a dissolução completa do sal. Identificar como solução 2. Em seguida, transferir 25mL desta solução para um outro béquer de 50mL e reservar. Identificar como solução 3.

#### **Etapa 4 - Preparo das suspensões de carbonato de bário e sulfato de bário**

Adicionar 25mL da solução de cloreto de bário à solução 1 e os outros 25mL à solução 2. Agitar e observar a formação de um precipitado branco em cada uma delas. Deixar as soluções em repouso por aproximadamente 15 minutos para a decantação dos precipitados. Em seguida, transferir, cuidadosamente, o líquido sobrenadante presente nos dois béqueres para o béquer de 250mL (descarte), procurando conservar a maior massa possível de sólido dentro dos mesmos.

### **Etapa 5 - Teste da solubilidade dos precipitados em meio ácido (HCl 0,5 mol/L)**

Separar dois pedaços de 10 cm da membrana semipermeável (tripa de celofane) e fechar uma das extremidades com o barbante. Transferir o precipitado do béquer identificado como solução 1 para a primeira e o precipitado do béquer identificado como solução 2 para a segunda. Adicionar 20mL da solução de HCl 0,5 mol/L em cada uma das tripas e agitar. Na figura 20 podemos observar se ocorre a solubilização dos precipitados.



*Figura 20) Houve solubilização na imagem da esquerda enquanto a imagem da direita permanece com o precipitado em suspensão.*

### **Etapa 6 - Evidência de que o bário livre chega à corrente sanguínea**

Fechar as membranas com o barbante e colocar cada uma em um béquer de 50mL (identificados como 1 e 2), contendo 30mL de água destilada (figura 21). Esperar por 10 minutos, agitando o líquido externo ocasionalmente. Em seguida, transferir 3mL dos líquidos externos para dois tubos de ensaio (identificados como 1 e 2) e testar com 3,0mL da solução de sulfato de magnésio reservada anteriormente (solução 3) Na figura 22 é possível notar que após adição de sulfato de magnésio ( $Mg(SO_4)_2$ ) ocorre formação de precipitado na amostra de água onde estava mergulhada a membrana originária do teste 1, ou seja, da solução de carbonato de bário  $BaCO_3$ , fato que indica a solubilidade do carbonato em relação ao sulfato de bário e sugere a absorção do mesmo se ingerido, podendo chegar a corrente sanguínea, causando efeitos tóxicos.

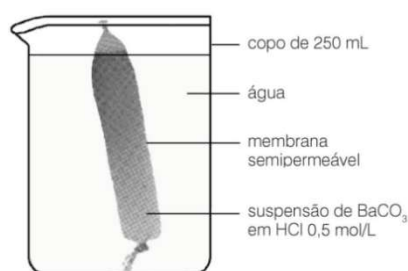


Figura 21) Esquema experimental para demonstração da passagem de  $\text{Ba}^{2+}$  através das membranas semipermeáveis do trato digestivo.



Figura 22) Após adição de sulfato de magnésio ( $\text{Mg}(\text{SO}_4)_2$ ) ocorre formação de precipitado na amostra de água onde estava mergulhada a membrana originária do teste 1, ou seja, da solução de carbonato de bário  $\text{BaCO}_3$ .

Após a aula prática deixa-se algumas propostas de questionamento acerca do que foi visualizado pelos alunos durante as reações, verificando se realizaram corretamente as aulas e indagando sobre eventos químicos ocorridos no processo.

Questões propostas sugeridas:

- 1) Em qual tubo ocorre a formação de um precipitado?
- 2) Quais os precipitados formados durante a realização do experimento?
- 3) Qual o gás formado na dissolução do precipitado na presença de ácido clorídrico?
- 4) Escreva as reações que ocorrem na etapa 4.

#### 4.5. Oficina Temática 5: Glicose e energia

Nesta última oficina pensou-se em abordar um fato muito importante, pois a glicose é a principal fonte de energia do organismo e no primeiro momento pedagógico, a **Problematização**, podem ser trazidos alguns conceitos relacionados à glicose, sua obtenção e principalmente sobre o saldo de adenosina trifosfato (ATP) nas transformações que envolvem a glicose;

*“A glicose é considerada o principal substrato oxidável para a maioria dos organismos vivos, e fonte de energia universal, porque de pequenas células até seres humanos conseguem utilizar esse açúcar como fonte de energia. No metabolismo aeróbico de uma molécula de glicose, temos após várias reações de oxidação a produção de 38 ATPs (adenosina trifosfato), sendo que no anaeróbio produz 2 ATPs. Com isso, a oxidação da glicose fornece ATP, que será a molécula a nível celular, capaz de armazenar e liberar a energia para os processos celulares.*

*Os organismos vivos obtêm sua energia para as diversas funções, principalmente através da ingestão de algum tipo de carboidrato ou açúcar, que pode ser a glicose ou outro que venha a ser metabolizado a glicose ou diretamente a ATP” (Lehninger, 2014).*

Com isso a incitação ao debate pode ser feita pelo professor através dos seguintes questionamentos:

- É importante aos seres vivos manterem a concentração de glicose no sangue (ou células) controlada. Sendo assim, o que seria glicemia?
- *O que pode ocorrer no organismo com altas taxas de glicose no sangue?*
- *E na baixa concentração de glicose sanguínea, qual o risco?*
- O diabetes é uma doença altamente prevalente na população, qual a sua relação com a glicose?
- Quais os hormônios envolvidos no controle da?

No segundo momento conhecido como **Organização do Conhecimento**, após o professor ter deixado as discussões envolverem diversas partes do tema, pode-se fazer as intervenções com conceitos, explicações e desconstruções pertinentes para que os alunos cheguem a proposta de construção do conhecimento de forma coletiva e correta.

*“Primeiramente vamos esclarecer que a nomenclatura mais adequada para tratar a classe que pertence a glicose é Glicídeos, já que sacarídeos (ou açúcares) advém do sabor doce de alguns componentes, e o termo carboidrato da fórmula mínima  $(C-H_2O)_n$  que seria um polímero de monômero de átomos de carbono ligados a moléculas de água. Como há na classe muitos representantes sem essa fórmula mínima ou o sabor doce, como há também substâncias doces ou com essa proporção de componentes  $(C-H_2O)$  que não pertencem a essa classe” (Stryer, 2014).*

É importante esclarecer o metabolismo e a importância da concentração da glicose no organismo:

*“Os glicídeos são absorvidos após a alimentação e degradação em monômeros pelas enzimas digestivas, chegando à corrente sanguínea, em circulação essa glicose deverá ser transportada para dentro das células, ser oxidada e cumprir sua função energética. O nível sanguíneo de glicose é chamado glicemia. Variações na glicemia são indicadores do estado fisiológico do organismo. Assim, quando a glicemia está baixa (hipoglicemia), as células têm um comportamento metabólico distinto daquele que ocorre quando a glicemia está alta (hiperglicemia). Hiperglicemia indica um estado fisiológico de fatura (glicose acima de 125 mg/dL) e, portanto, de armazenamento ou biossíntese (anabolismo). Hipoglicemia (abaixo de 70 mg/dL) indica um estado fisiológico de privação, mesmo que momentânea, e as células respondem derivando seu metabolismo para a degradação (catabolismo). Os níveis sanguíneos de glicose são mantidos dentro de uma faixa estreita de 70 a 99 mg/dL, graças a diferentes vias metabólicas de síntese de glicose (gliconeogênese) ou armazenamento de glicose na forma de glicogênio (glicogenogênese), em contraposição a vias de oxidação de glicose (glicólise). Esse processo, que procura manter os níveis de glicose no sangue constantes, chama-se homeostase e é finamente regulado por hormônios produzidos no pâncreas, que são glucagon que induz o aumento de glicose no sangue, e insulina que induz a diminuição da glicose sanguínea” (Lehninger, 2014).*

Vale destacar o papel da insulina no metabolismo da glicose:

*“Existem várias causas que podem ser fisiológicas ou externas causando alterações na disponibilidade de insulina, a mais importante é o Diabetes Mellitus, que é uma doença crônica caracterizada por uma concentração anormalmente alta de glicose plasmática (acima de 125 mg/dL), glicosúria, risco de cegueira, doença renal, doença vascular e doença cardíaca. Clinicamente pode ser dividida em 4 tipos, a insulino dependente ou*

*tipo 1, a não-insulinodependente ou tipo 2, a tipo 3 e a gestacional ou tipo 4” (Katzung, 2014).*

As alterações da glicose no sangue trazem consequências que podem conduzir o indivíduo a vários riscos;

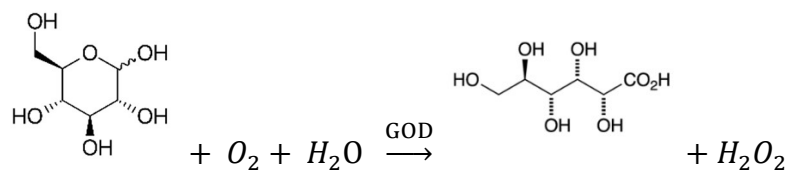
*“Portanto é extremamente importante manter a glicemia em níveis normais, já que alterações para mais ou para menos podem trazer transtornos fisiológicos preocupantes. A hiperglicemia pode gerar lesões vasculares sérias se ocorrer por períodos prolongados, assim como a hipoglicemia pode levar a desmaios, que dependendo do que o indivíduo esteja fazendo pode trazer sérios riscos” (Ferreira et al, 2011).*

Para fechar, sugere-se destacar como a química pode ser parceira na verificação dessas medidas no sangue:

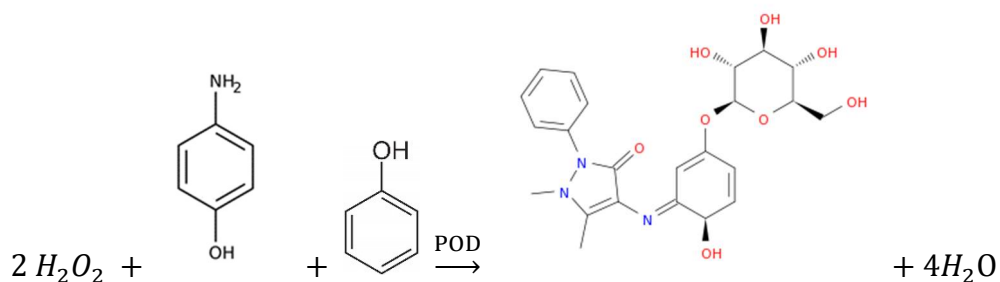
*“Uma forma de verificar a glicemia sanguínea de forma imediata e que auxilia diabéticos no tratamento é fazer a monitorização com aparelhos glicosímetros, que através de uma reação química entre o sangue do paciente e uma fita teste inserida no aparelho, produz um composto colorido e essa intensidade de cor é medida pelo leitor do aparelho, proporcional a glicemia” (Roche, 2013).*

Para finalizar a oficina temática sobre glicose e energia, foi escolhido no terceiro momento, **Aplicação do Conhecimento**, esclarecer aos alunos como é feita essa medida da concentração da glicose no sangue, através de uma gota de sangue no caso dos glicosímetros, ou de amostras de sangue do paciente utilizando-se um espectrofotômetro. A glicose é determinada após a oxidação enzimática na presença de glicose-oxidase (GOD), formando ácido glucônico e peróxido de hidrogênio. O peróxido de hidrogênio formado reage sobre catálise da peroxidase (POD) com 4-aminofenazona e fenol originando 4 moléculas de água e a quinoneimina que é um cromógeno vermelho-violeta (reações 1 e 2). A reação química produz intensidade de cor que é proporcional à concentração de glicose na amostra.

Reação 1:



Reação 2:



<https://youtu.be/ULyKM8PfOL4>



### ***Aula prática: Determinação Enzimática da Glicose***

Introdução: A dosagem da glicose sanguínea é o teste bioquímico mais realizado em laboratório. Medir a quantidade de glicose no sangue traz a informação de estados fisiológicos variados, de forma isolada ou em associação com outros testes. A quantificação da glicemia reflete o ponto de equilíbrio momentâneo entre a produção, utilização e armazenamento de glicose nos tecidos.

A glicose tem como propriedades fórmula química correspondente a  $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$  (Massa Molar = 96,0 g/mol) além da estrutura apresentada na figura 23:

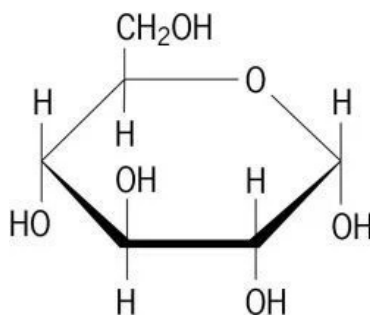


Figura 23) Representação estrutural da molécula de glicose.

Pode-se determinar a concentração de glicose no sangue (glicemia) através de métodos colorimétricos utilizando reações químicas, nas quais a glicose é oxidada gerando produtos cromóforos, onde a intensidade de cor é proporcional a quantidade de glicose presente na amostra.

**Materiais:**

Os materiais, utensílios, soluções e reagentes usados na prática Determinação Enzimática da Glicose, são descritos no quadro 5.

Reagentes	Materiais
<b>Reagente Glicose Liqueform</b>	Espectrofotômetro (490-540nm)
<b>Solução Padrão de Glicose (100mg/dL)</b>	Banho-maria (37 °C)
	Cronômetro
	Micropipetas
	Pipetas graduadas
	4 Tubos de ensaio

Quadro 5) Materiais e reagentes prática Determinação Enzimática da Glicose.

**Procedimentos experimentais:**

Rotular os tubos de ensaios com as letras B (Branco), P (Padrão) e os tubos das amostras dos pacientes "Ex: T1 (Teste 1) e T2 (Teste 2)";

- Nos tubos B, T e P, adicionar 1mL (1000µL) do reagente de trabalho (RT);
- No tubo P, adicionar 0,01mL (10µL) da solução padrão;
- No tubo T1, adicionar 0,01mL (10µL) da amostra do paciente 1 (soro ou plasma);
- No tubo T2, adicionar 0,01mL (10µL) da amostra do paciente 2 (soro ou plasma), a montagem das amostras é mostrada na tabela 2;

Tabela 2 – Soluções utilizadas no experimento

	BRANCO (B)	TESTE (T1 ou T2)	PADRÃO (P)
Amostra 1	--	10uL soro 1	--
Amostra 2	--	10uL soro 2	--
Padrão	--	--	10uL
Reagente	1000uL	1000uL	1000uL

- Homogeneizar cada um dos tubos e incubar por 10 minutos em banho-maria (Temperatura: 37°C);
- O complexo vermelho apresenta absorvância proporcional à concentração de glicose na amostra analisada, medida a 505nm.
- As soluções de cada tubo devem ser homogeneizadas e colocadas em banho-maria a 37 °C por 10 minutos.
- Utilizar o termômetro para marcar o tempo.
- Ajustar a absorvância para zero na escala de leitura, colocando primeiro no aparelho o tubo de ensaio contendo o branco.
- A seguir, fazer a leitura do tubo com o padrão, e por fim das amostras testes, a tabela 3 mostra os valores de absorvâncias encontrados.

Tabela 3 – Valores de Absorvância

	TESTE	PADRÃO	[GLIC]
Absorvância 1	0,164	0,148	
Absorvância 2	0,065	0,148	

$$\text{Fórmula para o cálculo da glicose: } [GLIC] = \frac{A_t \times 100}{A_p}$$

Em que: [GLIC]= Concentração de glicose no sangue em mg/dL.

$A_t$ = absorvância do teste

$A_p$ = absorvância do padrão.

Resultado da Prática: o valor obtido foi de 110mg/dL para a amostra 1 e de 43mg/dL para a amostra 2, indicando que a primeira amostra está acima do limiar aceitável, entrando em uma situação de pré-diabetes, e que a segunda amostra apresenta um quadro de hipoglicemia severa. Ressalta-se que as amostras foram obtidas de doações de soros de um laboratório parceiro Labclin Cataguases, e que não foi relatado o estado de saúde ou qualquer outra informação dos doadores.

Questões propostas sugeridas:

- 1) Em quais casos é melhor usar o método enzimático e em quais o glicosímetro?
- 2) Como é armazenado no organismo o excesso de glicose oriunda da alimentação, quais as reservas de uso imediato e de uso prolongado?
- 3) Por que devemos realizar estudos de soluções coloridas preferencialmente no espectro visível?

## 5. CONCLUSÕES

As dificuldades observadas no ensino e na aprendizagem de conceitos e temas relacionados à Química no ensino médio e o comprovado nível insatisfatório de conhecimento sobre os mesmos, diagnosticados em debates e resoluções de exercícios, ao longo da minha experiência de docência em Química, foram as motivações de cunho pessoal para o desenvolvimento deste trabalho. Assim como referências de educadores sobre o tema, usando metodologias que despertem o interesse dos alunos e proporcionem uma educação de qualidade em prol de uma aprendizagem significativa e da formação de cidadãos que contextualizem as habilidades desenvolvidas com o cotidiano.

Este trabalho contempla também objetivos do Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional-Profqui, pois elabora formas de abordagem que relacionam a química com o ambiente, sendo a química uma área das Ciências da Natureza que se manifesta em profunda interação por meio de tecnologias, e assim chegando a um produto para ser trabalhado em salas de aula, laboratórios e espaços não formais.

Com a finalização deste trabalho, chegamos a um material paradidático interdisciplinar, que traz recursos extras para o trabalho em sala de aula no ensino de química, anseios relatados pelos próprios estudantes, que procuram essas alternativas na escola e muitas vezes esbarram em uma estrutura precária e defasada.

O material traz ferramentas adequadas que podem ser utilizadas por professores na construção do conhecimento químico, já que as aulas conseguem transpassar por diversos conceitos químicos, e assim serem “ganchos de iniciação”, funcionando como gatilhos para iniciarem temas na sala de aula.

Espera-se com a aplicação dessas oficinas que diversos pontos positivos sejam alcançados no âmbito escolar, como a interação maior entre os estudantes, um maior entendimento dos conceitos químicos, pelo uso de uma linguagem diferente daquela usada na sala de aula, apresentando alternativas de fácil compreensão dos conceitos apresentados. Já que o conhecimento é adquirido de forma diferente por pessoas diferentes expostas às mesmas ferramentas pedagógicas, é extremamente positivo diversificar estratégias e trazer novas ferramentas didáticas para a sala de aula.

Através do desenvolvimento desse trabalho fica claro que não só a química, mas as diversas áreas das ciências da natureza podem trazer uma abordagem mais prática para a sala de aula, visto que o ganho na construção do conhecimento tende a ser cada vez maior.

Além disso, podemos destacar a importância de abordar esses assuntos no ensino médio, onde os adolescentes podem ter contato com informações importantes para o seu dia a dia. Como saber dos riscos de hábitos comuns como a automedicação que foi abordado na primeira oficina.

Outro tema importante para os jovens desenvolvido durante o trabalho foi em relação as vacinas, pois buscou-se desconstruir conceitos errôneos em relação a produção, efeitos colaterais e principalmente da necessidade de vacinação de uma população. Acredita-se que através de conhecimentos fáticos passados aos estudantes, podemos criar uma cadeia de disseminação da informação correta, sendo uma estratégia eficaz contra as “fake news”.

Destaco também a importância do conhecimento químico abordado na prática sobre o bário, pois uma simples troca de um ânion, pode trazer uma toxicidade para a molécula que mesmo em pequenas quantidades pode causar efeitos deletérios e até mesmo a morte de pessoas que fazem uso enganados de tal substância. Isso expõe a importância do controle de qualidade realizado pela ANVISA em medicamentos para que os mesmos tenham segurança para serem consumidos pelo público.

Outro tema utilizado nas oficinas foi sobre proteínas, moléculas essas de suma importância na vida dos indivíduos e seu monitoramento através de exames laboratoriais pode nos ajudar a controlar ou prevenir doenças, pois é através de marcadores biológicos visualizados nesses exames que conseguimos saber como está nosso metabolismo, e conjuntamente com avaliação clínica estabelecer nosso estado de saúde.

Por fim, a oficina que fala de glicose e energia tem papel primordial pois trata de uma doença, a diabetes, que acomete grande parte da população, principalmente os idosos. E com as discussões que são propostas podemos alertar os jovens sobre os excessos na dieta, ajudando-os a prevenir ou retardar uma doença silenciosa, mas que pode trazer agravamentos sérios, como uso de diversos medicamentos para controle da glicemia pelo resto da vida, uso de injeções diárias de insulina, má circulação em membros inferiores, amputações de membros e até mesmo a morte.

Portanto as oficinas temáticas em química com abordagem de temas diversos em Química Medicinal conseguem trazer discussões pertinentes ao dia a dia dos discentes, podendo ser usadas para iniciar ou complementar conteúdos do currículo escolar, de uma forma prática e estimulando a reflexão por parte deles.

## 6. BIBLIOGRAFIA

ABBAS, A. K.; LICHTMAN, A. H.; SHIV. P.; **Imunologia Celular e Molecular**, 6º ed. Rio de Janeiro/ RJ: Elsevier, 2008. cap. 1; p. 3.

ALEXA Internet, Top sites in Brazil. Inc, 2021. Disponível em: <https://www.alexa.com/topsites/countries/BR>. Acesso em: 11 de setembro de 2021.

ALMEIDA, I. D. et al.; Tecnologias e educação: o uso do *youtube* na sala de aula. **Anais II CONEDU...** Campina Grande: Realize Editora, 2015. Disponível em: <<https://www.editorarealize.com.br/artigo/visualizar/16974>>. Acesso em: 11/09/2021.

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). **Resolução da Diretoria Colegiada – RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002**, dispõe sobre Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Diário Oficial da União, Poder Executivo, Brasília, DF, 21 de set. 2002.

APS, L.R. de M.M; PIANTOLA, M.A.F; PEREIRA, S.A; CASTRO, J.T. de; SANTOS, F.A. de O; FERREIRA, L.C. de S; Adverse EventsofVaccinesandtheConsequencesofNon-Vaccination: a CriticalReview. **Rev. Saúde Pública**. Vol. 52. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/S1518-8787.2018052000384>

ARRAIS, P.S.D.; FERNANDES, M.E.P.; PIZZOL, T.S.D.; RAMOS, L.R; MENGUE, S.S.; LUIZA V.L.; et al. Prevalência da Automedicação no Brasil e Fatores Associados. **Rev. Saúde Pública**. 2016; 50(supl 2):13s.

AUED-PIMENTEL, S.; CARUSO, M. S. F.; CRUZ, J. M. M.; KUMAGAI, E. E.; CORRÊA, D. U. O. (2003). Ácidos graxos saturados versus ácidos graxos *trans* em biscoitos. **Revista Do Instituto Adolfo Lutz**, 62(2), 131–7. <https://doi.org/10.53393/rial.2003.v62.34928>.

BARIFOUSE, R. Fake News sobre Vacinas Contra a Covid-19 Ameaçam Combate à Doença. **BBC News Brasil**. São Paulo, SP. 17/08/2020. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-53795050>.

BARREIRO, E. J.; JÚNIOR, C. V.; Bolzani; V.da S.; Os Produtos Naturais ea Química Medicinal Moderna. **Química Nova na Escola**.V. 29, n. 2, p. 326-337, 2006.

BARROS, D. J. P.; PALHETA, A. R. J.; Apps de Celulares com Potenciais para o Ensino e Aprendizagem de Química. **58º Congresso Brasileiro de Química**. São Luís, MA; nov. 2018.

BERNDT, E.R.; GOTTSCHALK, A.H.; PHILIPSON, T.J.; STROBECK, M.W. Industry Funding of the FDA: Effects of PDUFA on Approval Times and Withdrawal Rates. **Nat Rev Drug Discov**. 2005 Jul;4(7):545-54. doi: 10.1038/nrd1774. PMID: 16052239.

BORDIN, D. C. M. et al. Técnicas de Preparo de Amostras Biológicas com Interesse Forense. **Sci Chromatogr**, v. 7, n. 2, p. 125-43, 2015.

BRAATHEN, P. C.; Aprendizagem Mecânica e Aprendizagem Significativa no Processo de Ensino-Aprendizagem de Química. **Revista Eixo**. V. 1, n. 1, 2012. DOI: <https://doi.org/10.19123/eixo.v1i1.53>.

BRAIBANTE, M. E. F.; e PAZINATO, M. S.; Oficina Temática Composição Química dos Alimentos: Uma Possibilidade para o Ensino de Química. *Quím. Nova Esc. Vol. 36, n. 4, pp. 289-296, São Paulo/SP, Nov. 2014.* <http://dx.doi.org/10.5935/0104-8899.20140035>.

BRANT, W. E.; HELMS, C. A.; **Fundamentos de Radiología Diagnóstica**. Wolters Kluwer Health España. S.A., Lippincott Williams & Wilkins. 3ª ed.; vol. 1; cap. 1, pp. 3-25, 2008.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Básica 2019**: notas estatísticas. Brasília, 2020.

BRASIL. Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Educacionais Anísio Teixeira (Inep). **Censo da Educação Básica 2021**: notas estatísticas. Brasília, DF: Inep, 2022.

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

BRASIL.;Ministério da Educação.**Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio**. Brasília: MEC/SESu, 1999.

BRUNTON, Laurence L. et al. GOODMAN & GILMAN: AS BASES FARMACOLÓGICAS DA TERAPÊUTICA. 11ª Edição. Porto Alegre (RS): Mc Graw Hill/Artmed, 2010.

BUONFIGLIO, A.; Uma didática história da química. **Com Ciência**. V. 130, 2011.

CARLOS, J. G. **Interdisciplinaridade no ensino médio: desafios e possibilidades**. 2007. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências) - Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2007.

CARVALHO, H. W. P., BATISTA, A. P. L. & RIBEIRO, C. M.; Ensino e aprendizado de química na perspectiva dinâmico-interativa. **Experiências em ensino de ciências**.V. 2,n. 3, p. 34-47, 2007.

CARVALHO, M. L.;Challenges on Off Label Medicine Use. *Revista Paulista De Pediatria*, 34(1), 1–2. 2016. <https://doi.org/10.1016/j.rppede.2015.12.007>.

CORREA, A. M. de S. PEREIRA, H. P.; O Youtube como ferramenta pedagógica em sala de aula: uma prática de letramento.**Revista de Pesquisa Interdisciplinar**, Cajazeiras, v. 1, Ed. Especial, 381 – 389, set/dez. de 2016.

COUTINHO, C.; TOLEDO, L.; BASTOS, F. I.; **Saúde Amanhã, Textos Para Discussão**: Epidemiologia do uso de substâncias psicoativas no Brasil – Rio de Janeiro: Fundação Oswaldo Cruz, 2019.

CRUZ, I. G. B. de L.; Espectroscopia de Infravermelho com Transformada de Fourier com Refletância Total Atenuada (ATR-FTIR) e Quimiometria como Adjuvantes no Diagnóstico de Câncer de Tireoide. Centro de Ciências Exatas e da Natureza (CCEN) - Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal da Paraíba. 2022. URI: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/handle/123456789/25128>.

CURY A.; Ansiedade: Como Enfrentar o Mal do Século. **Saraiva Educação S.A.**; 2017.

DANTAS, Tiago. "Youtube"; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/informatica/youtube.htm>. Acesso em 11 de setembro de 2021.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, c2002. 364p. (Docência em formação Ensino fundamental) ISBN: 8524908580. Disponível em: <https://ria.ufrn.br/123456789/996>. Acesso em 24/01/2021.

Devlin, T. M. Manual de Bioquímica: com Correlações Clínicas (6a ed.). São Paulo: **Editora Blucher**, 2021.

FERREIRA, E. C.; Espectroscopia Óptica para Análises Diretas: o Futuro dos Diagnósticos Analíticos. Tese de livre-docência. Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Química, Araraquara. 2022. URI: <http://hdl.handle.net/11449/236646>.

FERREIRA, L. L. G., & ANDRICOPULO, A. D.; Medicamentos e tratamentos para a Covid-19. **Estudos Avançados**, 34(100), 7–27,(2020). <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2020.34100.002>

FERREIRA, T. V.;MELO, B. M. de;CLEOPHAS M. das G.; As TICs aplicadas ao ensino de Química na educação básica do estado do Paraná: uma realidade ou utopia? **Encontro Nacional do Ensino de Química**.p. 11, jul. 2016.

FILGUEIRAS, C. A. L.; D. Pedro II e a Química. **Química Nova**, V.11, n.2, p. 210- 214, 1988.

FILHO, C.O.; CRUZ, I. B.; SANTOS, A. R.; QUINTÃO, V. C.; DURÃS, L. R. R.; RIBEIRO, R. D.; COSTA, F. M.; CRUZ, L. B.; MOURA, P.H. T.; FREITAS, D. F. de; ARRUDAS, S. R.; CRUZ, A.C. P. S.da; MENDES, P.H. C. e SOUZA, L. R. 2019. Vitaminas Hidrossolúveis (B6, B12 E C): Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Eletrônica Acervo Saúde**. v. 11, n. 8 (abr. 2019). DOI:<https://doi.org/10.25248/reas.e285.2019>.

FRAÚSTO, J.J.R. da S.; Efeitos da Deficiência e do Excesso de Elementos Essenciais. **Elementos Químicos em Biologia**. Centro de Química EstruturalComplexo Interdisciplinar, Lisboa/ Portugal. 1980.

GAVA, A. J. **Princípios de tecnologia de alimentos**. NBL Editora, 1977.

GERALDI, L. M. A.; BIZELLI, J. L.; Tecnologias da informação e comunicação na educação: conceitos e definições. **Revista online de Política e Gestão Educacional**. N. 18, 2015.

GERHARDT, T. E.; SILVEIRA, D. T.; **Métodos de Pesquisa**. 2009. 120 p. ISBN: 978-85-386-0071-8.

GORNALL, A. G. et al. Determination of Serum Proteins by Means of the Biuret Reaction. **J. biol. Chem**, v. 177, n. 2, p. 751-766, 1949.

GUIDO, R. V. C.; ANDRICOPULO, A. D.; OLIVA, G. Planejamento de Fármacos, Biotecnologia e Química Medicinal: Aplicações em Doenças Infecciosas. **Estudos avançados**, v. 24, p. 81-98, 2010.

GUIMARÃES, C. C.; Experimentação no Ensino de Química: Caminhos e Descaminhos Rumo à Aprendizagem Significativa. **Química Nova na Escola**. Vol. 31, n. 3, ago. 2009.

GUIMARÃES, C. R.; SOUSA, E. F. da S.; PINTO, R. R.; Riscos e Benefícios do Uso Off Label de Medicamentos: Revisão de Literatura. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, n.11, p. 149-157, nov.2021.

JESUS, J. G. R. de, SOUZA, C. K. A. de C. de; JERALDO, V. de L. S.; (2022). Utilização de Cromatografia Líquida de Alta Eficiência para o Diagnóstico Laboratorial. **Caderno De Graduação - Ciências Biológicas E Da Saúde - UNIT - SERGIPE**, 7(2), 11. Recuperado de <https://periodicos.set.edu.br/cadernobiologicas/article/view/10369>

JUNGES, D. de L. V; GATTI, A.; Estudando por vídeos: o Youtube como ferramenta de aprendizagem. **Informática na Educação: teoria & prática**, Porto Alegre, v. 22, n. 2, p. 143-158, maio/ago. 2019.

KATZUNG, Bertram G. FARMACOLOGIA BÁSICA e CLÍNICA. 10a Edição. Porto Alegre (RS). Mc Graw Hill/Artmed. 2010.

KENSKI, V. M.; Educação e tecnologias: o novo ritmo da informação. **Campinas: Editora Papyrus**, 141 p., 2012. Tradução de Luciana M. Elias de Assis. **Bolema**, Rio Claro (SP), v. 29, n. 51, p. 428-434, abr. 2015.

KUCHEL, G. A. "Aging and Homeostatic Regulation." **Hazzard's Geriatric Medicine and Gerontology**, 7e Eds. Jeffrey B. Halter, e outros. McGraw Hill, 2017, <https://accessmedicine.mhmedical.com/content.aspx?bookid=1923&ionid=144521506>.

LAROSA, G. Dieta Hiperproteica. **Fitness & Performance Journal**. Rio de Janeiro, v. 5, n. 3, p. 189, 2006.

LEITE, D. de O., & Prado, R. J. Espectroscopia no infravermelho: uma apresentação para o Ensino Médio. **Revista Brasileira De Ensino De Física**, 34(2), 2504. 2012. <https://doi.org/10.1590/S1806-11172012000200015>.

LEMOS, E. dos S.; A Aprendizagem Significativa: Estratégias Facilitadoras e Avaliação; **Aprendizagem Significativa em Revista**; Rio de Janeiro, vol.1, pp. 25-35, 2011.

LIMA, J.F. de.; MORAIS, S.R. de; OLIVEIRA, T. L. S. Tecnologias de Produção e Controle de Qualidade de Vacinas: Uma Revisão. **Recima21 - Revista Científica Multidisciplinar** – v. 3, n. 1. 2022. <https://doi.org/10.47820/recima21.v3i1.1097>

LIMA, J.O.G.L.; Do período colonial aos nossos dias: uma breve história do ensino de química no Brasil. **Revista Espaço Acadêmico**, N. 140, a. XII, jan. 2013.

LIMA, R. F. G. Sequência Didática no Ensino de Termoquímica Baseado em Experimentos Investigativos. Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Instituto de Química, UFRGN, Natal. 2021.

LIMA, W. L.; BATISTA, M. C. C.; SILVINO, V. O.; MOURA, R. C. de; MENDES, I. L.; MOURA, M. S. B. de; BATISTA, N. K. C.; SILVA, K. R.; BARBOSA, A. K. da S. Nutritional Importance of Vitamins and Minerals Against the COVID-19 Infection. **Research, Society and Development**. v. 9, n. 8, 2020. DOI: 10.33448/rsd-v9i8.6103. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6103>. Acesso em: 20/02/2023.

LÔBO, S.F.; MORADILLO, E.F.; Epistemologia e a formação docente. **Química Nova na Escola**. N. 17, p 39-41, mai. 2003.

MANGUEIRA, S. de O.; GUIMARÃES, F. J.; MANGUEIRA, J. de O.; FERNANDES, A. F. C.; LOPES, M. V. de O.; Promoção da Saúde e Políticas Públicas do Álcool no Brasil: **Revisão Integrativa Da Literatura. Psicologia & Sociedade**, n. 27, v. 1, 2015. <https://doi.org/10.1590/1807-03102015v27n1p157>.

MARCONDES, M. E. R. Proposições metodológicas para o Ensino de Química: Oficinas Temáticas para a Aprendizagem da Ciência e o Desenvolvimento da Cidadania. **Revista Em extensão**, Uberlândia, v. 7, 2008.

MENEZES, A. P. S.; **História da Física Aliada às Tecnologias de Informação e Comunicação: Organizador Prévio como uma Estratégia Facilitadora da Aprendizagem Significativa de Física na Educação Básica**. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências na Amazônia) - Universidade do Estado do Amazonas, Manaus, AM. 2009.

MENEZES, E. T. de. Verbete paradidáticos. **Dicionário Interativo da Educação Brasileira - EducaBrasil**. São Paulo: Midiamix Editora, 2001. Disponível em <<https://www.educabrasil.com.br/paradidaticos/>>. Acesso em 24 jan 2021.

MERÇON, F. O que é uma Gordura Trans. **Química Nova na Escola.**, v.32, n. 2, p.78-83, maio, 2010.

MOREIRA, M. A.; **Aprendizagem Significativa: teoria y práctica**. Ed. Visor. Madrid, 2000.

MONTANARI, C. A.; A Química Medicinal na Próxima Década. **Química Nova na Escola**. N. 23, v.1, p.134-137, 2000.

MONTANARI, C. A.; Planejamento Racional de Fármacos Baseado em Produtos Naturais. **Química Nova na Escola**. N. 24, v.1, p.105-111, 2001.

MONTEIRO, M. G.; Políticas Públicas para a Prevenção dos Danos Relacionados ao Consumo de Álcool. **Epidemiologia e Serviços de Saúde**, n. 25, v. 1. 2016. <https://doi.org/10.5123/S1679-49742016000100017>.

MOTA, C. B. O uso eficiente de apostilas no Ensino Público e Privado. **Revista Eletrônica Científica da FAESB**. Ano 2, v1., n.1, Abr. 2015. ISSN 2358-7784.

NEWBERRY, C. 25 YouTube statistics that may surprise you: 2021 edition. **Hootsuite**. February 2, 2021. Disponível em: <https://blog.hootsuite.com/youtubestats-marketers/>. Acesso em: 11 de setembro de 2021.

NILSON, E. A. F.; Alimentos Ultra Processados e Seus Riscos à Cultura Alimentar e à Saúde. **Revista de Alimentação e Cultura das Américas**, v. 3, n. 2, p. 133-146, 2022.

NOGUEIRA, L. J.; Montanari, C. A.; Donnici, C. L.; Histórico da Evolução da Química Medicinal e a Importância da Lipofilia: de Hipócrates e Galeno a Paracelsus e as Contribuições de Overton e de Hansch. **Rev. Virtual Quim**, v. 1, n. 3, p. 227-240, 2009.

OKUNO, E.; Efeitos Biológicos das Radiações Ionizantes: Acidente Radiológico de Goiânia. **Estudos Avançados**. 2013, v. 27, n. 77 [Acesso em 29/11/2022], pp. 185-200. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000100014>>. Epub 11/04/2013. ISSN 1806-9592. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000100014>.

OLIVEIRA, A.; Como criar um novo fármaco, **Rev. Ciência Elem.**, V. 8, n. 2. 2020. <http://doi.org/10.24927/rce2020.020>.

OLIVEIRA, G. C. R. de; OLIVEIRA, N. S. de; Saúde e *Fake News*: o Impacto das Notícias Falsas no Comportamento da População em Meio à Pandemia da COVID-19. **Conecte-se! Revista Interdisciplinar De Extensão**. V. 4, n. 8, 2020. Disponível em: <http://periodicos.pucminas.br/index.php/conecte-se/article/view/24603/17478>. Acesso em: 07 de junho de 2023.

OLIVEIRA, M. L. de; PAGUNG, E.; PEREIRA, J. R. P.; LELIS, M. de F. F.; BELCHIOR, M. B.; FERREIRA, S. A. D.; A Química Medicinal como Ferramenta de Contextualização para o Ensino de Química no âmbito de um Clube de Ciências. **ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, XI**, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC. 2017.

OLIVEIRA, R. S. & LEÃO, A. M. dos A. C.; História da Radiofarmácia e as Implicações da Emenda Constitucional N. 49. **Revista Brasileira De Ciências Farmacêuticas**, 44(3), 377–382. (2008) <https://doi.org/10.1590/S1516-93322008000300006>.

OLIVEIRA, R., SANTOS, D., FERREIRA, D., COELHO, P., & VEIGA, F.; Preparações Radiofarmacêuticas e suas Aplicações. **Revista Brasileira De Ciências**

**Farmacêuticas**, 42(2), 151–165. (2006) <https://doi.org/10.1590/S1516-93322006000200002>.

PEDROSO, C. V. Jogos didáticos no ensino de biologia: uma propostametodológica baseada em módulo didático. **Anais do IX Congresso Nacional de Educação**. Curitiba, Brasil. Disponível em: <[http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2944\\_1408.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/2944_1408.pdf)>. Acesso em: 24 jan. 2021.

PINHEIRO, J. L.; UCHÔA, C. M. A.; BASTOS, O. M. P.; BARBOSA, A. da S. Conteúdo de Parasitologia nas provas do ENEM: uma análise de 22 anos (1998 a 2019). **Revista de Ensino de Biologia da SBEnBio**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 102-119, 2020. DOI: 10.46667/renbio.v13i1.323. Disponível em: <http://sbenbio.journals.com.br/index.php/sbenbio/article/view/323>. Acesso em: 9 jan. 2021.

PINTO, A. V.; OLIVEIRA, A.; JERVES, C.; MENDONÇA, F. L.; COUTINHO, I. F. M.; COIMBRA, J. T. S.; SOUSA, J.P.M.; CABRERA-TRUJILLO, J. J.; TEIXEIRA, L.; VIRGAS, M. F.; FERREIRA, P.; PAIVA, P.; FONSECA, R.; NEVES, R. P. P.; MAGALHÃES, A. L.; FERNANDES, P.A.; RAMOS, M.J.; Proteínas Virais no Protein Data Bank, **Rev. Ciência Elem.**, V. 8(2):022, 2020. DOI <http://doi.org/10.24927/rce2020.022>.

PIRES, A. R. P.; SILVA, B.; OLIVEIRA, I. C. de; PEREIRA, J. O.S. da; **Normalização de trabalhos acadêmicos**: atualizada conforme NBR 14724/2011 e NBR 6023/2018. Viçosa, MG, UFV, BBT, 2019. 114 p. Disponível em: <http://www.bbt.ufv.br/>. Acesso em: 19/10/2020.

PROVDANOV, C. C.; FREITAS, E. C. de; **Metodologia do trabalho científico: métodos e técnicas da pesquisa e do trabalho acadêmico**. *Novo Hamburgo: Feevale*. 2013. 276 p. ISBN: 9788577171583, ISSN: 1098-6596, DOI: 10.1017/CBO9781107415324.004.

QUADROS. A. L.; SILVA, D. C da.; ANDRADE, F. P de.; ALEME, H. G.; OLIVEIRA, S. R. & SILVA, G de. F.; Ensinar e Aprender Química: a Percepção dos Professores do Ensino Médio. **Educar em Revista**.V. 40,n. 1, p. 159-176. 2011.

QUEIROZ, S. L. & ALMEIDA, M. J. P. M. de; Do Fazer ao Compreender Ciências: Reflexões sobre o Aprendizado de Alunos de Iniciação Científica em Química. **Ciência & Educação**. V. 10, n. 1, p. 41-53, 2004.

RANG, Humphrey. P. et al. RANG & DALE: FARMACOLOGIA. 7a Edição. Rio de Janeiro (RJ). Elsevier, 2012.

RAMOS, G. S.; **Planejamento Racional por Modelagem Molecular e Semissíntese de Derivados Cardenólídeos com Potencial Atividade Citolóxica**. 2021. 253 f Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Faculdade de Farmácia, Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte. 2021. URI: <http://hdl.handle.net/1843/45393>.

REIS, M. S. A. As revistas em quadrinhos como recurso didático no ensino de ciências. **Ensino em Re-vista**. N. 9 (1), p. 105 a 114, 2001.

SALESSE, A. M. T. A.; Experimentação no Ensino de Química: importância das aulas práticas no processo de ensino aprendizagem. **Monografia (Especialização em Educação: Métodos e Técnicas de Ensino)**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, p. 39, 2012.

SALGADO, Jocelém. **Alimentos funcionais**. Oficina de Textos, 2017.

SANTOS, D. P. dos; O Uso de TIC no Ensino de Química: Redefinindo Práticas Educativas na Educação de Jovens e Adultos no Curso Técnico de Secretaria Escolar do IFG-Campus Anápolis. **Congresso Internacional de Educação e Tecnologias**. 12 p.; jul. 2018.

SANTOS, G. Polícia Prende Homem Condenado por Alteração de Medicamento, o que Levou Pacientes à Morte. **Portal G1**. Rio de Janeiro- RJ. 20/09/2022. Disponível em: <https://g1.globo.com/rj/rio-de-janeiro/noticia/2022/09/20/policia-prende-homem-condenado-por-alteracao-de-medicamento-que-levou-a-mortes-de-pacientes.ghtml>.

SASTRE, A.; CORREIO, C. S. P. de O.; CORREIO, F. R. B.; A Influência do “Filtro Bolha” na Difusão de Fake News nas Mídias Sociais: Reflexões Sobre as Mudanças nos Algoritmos do Facebook. **Revista GEMInIS**, São Carlos, UFSCar, v. 9, n. 1, pp.4-17, jan. / abr. 2018.

SCHNEIDER, G.; FRANTZ, M. G.; ALVES T.; Infraestrutura das Escolas Públicas no Brasil: Desigualdades e Desafios para o Financiamento da Educação Básica. **Revista Educação Básica em Foco**, v.1, n.3, out a dez, 2020.

SHULZE, L.; Laudo Aponta que Celobar Teria Feito Dez Vítimas Fatais em Goiás. **Folha de São Paulo: Um Jornal a Serviço do Brasil**. 11 de junho de 2023. Disponível em: <https://encurtador.com.br/ruDI5>. Acesso em: 11 de junho de 2023.

SILVA, B. S. B. R. da; SANTOS, W. L. dos. Reações Adversas em Vacinas: Revisão Integrativa. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, Brasil, São Paulo, v. 5, n. 11, p. 22–32, 2022. DOI: 10.5281/zenodo.7109160. Disponível em: <http://www.revistajrg.com/index.php/jrg/article/view/389>. Acesso em: 7 jun. 2023.

SILVA, C. G. da; A Importância do Uso das TICS Na Educação. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. A. 3, ed. 8, v. 16, p. 49-59, ago. 2018.

SILVA, E. C. D. da. **Utilização do QSAR-3D no Planejamento Racional de Novos Inibidores HDAC8 do Schistosoma mansoni**. 2020. 95 f. Dissertação (Mestrado em Farmácia) – Instituto de Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2020. URI: <http://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/7180>.

SILVA, E. F. T. da. Atividade Antimicrobiana de Peptídeos Oriundos de Proteínas Clara do Ovo Caipira. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em Biociência Animal) 71 f. - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 2020.

SILVA, E. L. da. **Contextualização no ensino de química: ideias e proposições de um grupo de professores**. 144 f. Dissertação(Mestrado) - Instituto de Química, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

SILVA, M. A. R. D., & MELO, S. A. *Fake News: Fronteiras do Jornalismo e Circulação de (des) Informação Sobre Saúde*. **RevEletronComunInflnov Saúde.**, 14(1):1-5. 2020.e-ISSN: 1981-6278. DOI: <https://doi.org/10.29397/reciis.v14i1.2047>. Acesso em : 07 de junho de 2023.

SOUZA, A. M. A. de; JUNIOR, A. M. M.; OLIVEIRA, E. G. de; ALMEIDA, M. G. O. de; Interdisciplinaridade entre Biologia e Química: a Bioquímica ligando disciplinas. **Cadernos de Estudos e Pesquisa na Educação Básica**. V. 4, n. 1, p. 197-212, 2018.

SOUZA, Valdeci Alexandre de. Oficinas Pedagógicas como Estratégia de Ensino: Uma Visão dos Futuros Professores de Ciências Naturais. 29 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Ciências Naturais) - Universidade de Brasília, Planaltina-DF, 2016. <https://bdm.unb.br/handle/10483/14170>.

SUSSUCHI, E. M.; MORAES, S. M. F.; DE SOUZA, M. V. R. Titulação Ácido-Base. **Química I**, p. 212-24, 2008.

THIOLLENT, M.; **Metodologia da pesquisa ação**. 1998, 8ª ed.; São Paulo: Cortez

WHO – World Health Organization. (OMS). (2010). ICD-10: International Statistical Classification of Diseases and Related Health Problems. (10th rev). Geneva: WHO. Acesso em 26 de fevereiro, 2023, em <http://https://icd.who.int/browse10/2010/en#/F1>