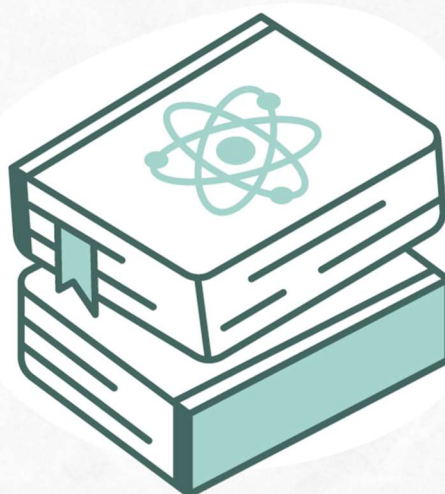
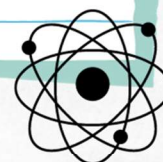


2023

OFICINAS TEMÁTICAS EM
QUÍMICA MEDICINAL PARA O
ENSINO DE QUÍMICA



AUTOR: MÁRCIO VIEIRA MACHADO
ORIENTADORA: PROF. DANIELE CRISTIANE MENEZES



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



Produto Educacional

Apostila de sequência didática com tema:

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

MÁRCIO VIEIRA MACHADO

Produto educacional apresentado 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**

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO.	3
2. REFERENCIAL TEÓRICO – QUÍMICA MEDICINAL COMO TEMA GERADOR EM AULAS DE QUÍMICA.	4
2.1. A realidade das escolas brasileiras.	4
2.2. Um breve histórico da Química Medicinal.	6
2.3. Explicando a Oficina temática.	8
3. METODOLOGIA.	9
3.1. Preparação das oficinas.	9
3.2. Obtenção dos vídeos.	10
4. MOTIVAÇÃO.	11
5. OFICINAS TEMÁTICAS.	12
5.1. Oficina Temática 1: Química no tratamento de doenças: Medicamentos.	12
5.2. Oficina Temática 2: Química na alimentação: Proteínas.	20
5.3. Oficina Temática 3: Química na prevenção de doenças: Vacinas.	29
5.4. Oficina Temática 4: Química no diagnóstico de doenças: Radiologia.	37
5.5. Oficina Temática 5: Química no organismo: Glicose e energia.	48
6. CONCLUSÕES.	51
7. RESPOSTAS AS QUESTÕES.	54
7.1. Oficina Temática 1.	54
7.2. Oficina Temática 2.	54
7.3. Oficina Temática 3.	55
7.4. Oficina Temática 4.	55
7.5. Oficina Temática 5.	56
8. BIBLIOGRAFIA.	57

1. APRESENTAÇÃO

Caro colega professor(a), aqui se encontra uma ferramenta didática que se propõe a ajudá-lo no ensino de química, com uma abordagem ambientada na Química Medicinal com características interdisciplinares permeando por temas recorrentes no dia a dia, sem deixar de apresentar os conteúdos químicos necessários e presentes no currículo escolar do ensino médio.

Com objetivo de ser uma ferramenta mais acessível ao aluno, que muitas vezes tem dificuldades no entendimento das disciplinas de ciências e química, além de tornar as aulas mais atrativas, pois traz vários momentos diferentes, onde o aluno é conduzido pelo professor a pensar sobre o assunto levantado, não ficando na posição de ouvinte como de costume.

Sabemos que a falta de estrutura adequada nas escolas com laboratórios equipados com aparelhos necessários a aulas práticas, inviabiliza o aprendizado dos discentes. Pensando nisso, foi proposta uma apostila capaz de trazer essa dinâmica do laboratório para a sala de aula, através de vídeos onde os alunos podem visualizar os experimentos propostos realizados.

Sendo assim a dinâmica das oficinas temáticas com três momentos pedagógicos, conduz o aluno para reflexão crítica do tema em Química Medicinal, que é exposto pelo professor que também estimula o debate, finalizando num momento prático que pode ser realizado em sala, ou na falta de recursos, ser visualizado pelos vídeos disponibilizados na internet.

Esperamos assim professor(a), que esta apostila proporcione novas formas de abordagem no ensino e agregue para que sua prática de ensino seja ainda melhor.

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

2.1. *A realidade das escolas brasileiras.*

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.

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).

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).

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 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 1-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 1-B) (Barreiro, 2006).

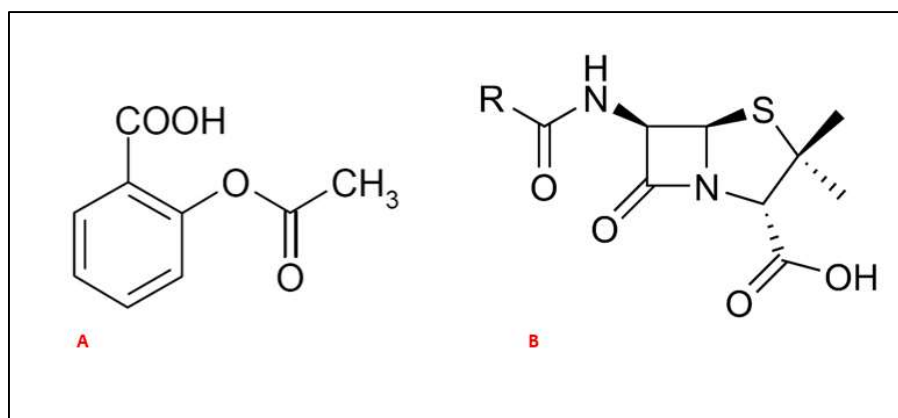


Figura 1) Imagens das estruturas químicas do Ácido Acetilsalicílico em "A", e da fórmula básica das Penicilinas em "B", onde R é o grupo radical que se altera para se obter antibióticos com ação e espectro variados dentro dessa classe.

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. Explicando as Oficinas Temáticas

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).

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*[®], e editadas com auxílio do programa *Shotcut*[®].

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*.

4. MOTIVAÇÃO

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.

5. OFICINAS TEMÁTICAS

5.1. *Oficina Temática 1: Química no tratamento de doenças: 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/9sRjyxq0hzc>



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_2SO_4) como mostrado na figura 2. 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.

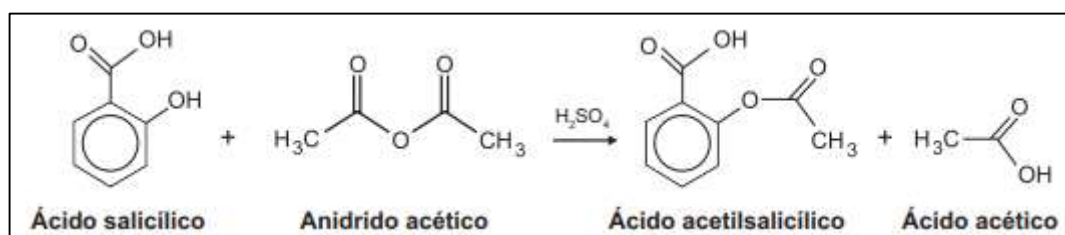


Figura 2) Acetilação do ácido salicílico por reação com o anidrido acético na presença de ácido.

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

- Fórmula química: C₉H₈O₄;
- 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 instrumental:	e
Ácido Acetilsalicílico (C ₉ H ₈ O ₄)		Balança analítica	
Água destilada		Becker 50mL	
Álcool Etílico (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	

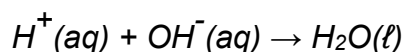
Quadro 1) Materiais e reagentes prática Titulação de Neutralização Ácido-Base da Aspirina.

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 3.

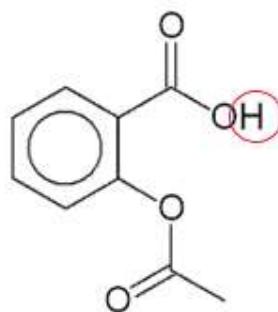
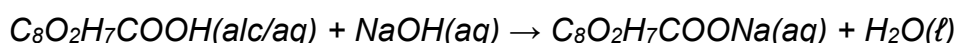


Figura 3) Fórmula estrutural do ácido acetilsalicílico mostrando o hidrogênio ionizável.

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?

5.2. Oficina Temática 2: Química na alimentação: 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 4 pode-se observar as quatro classificações de uma proteína de acordo com sua complexidade estrutural:

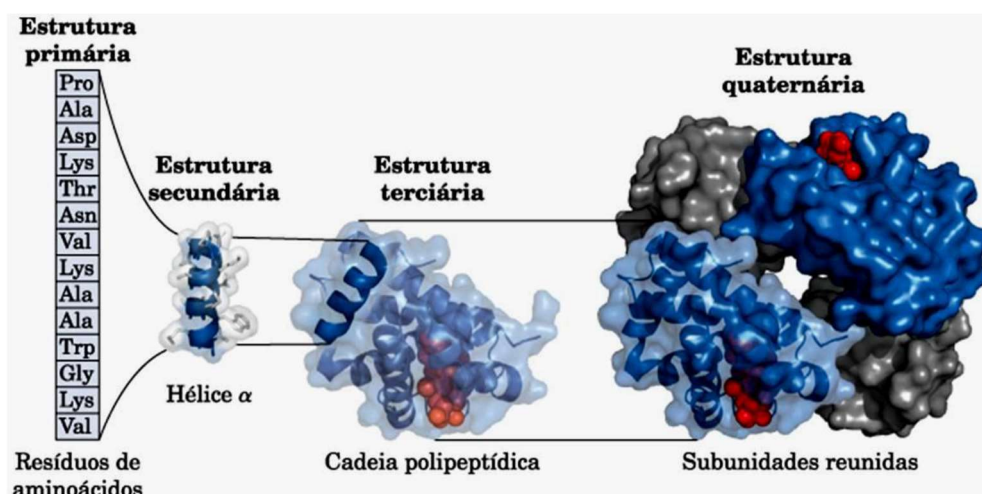


Figura 4) Conformação estrutural das proteínas. A sequência de aminoácidos (estrutura primária) sofre dobramentos, originando a estrutura secundária que, por sua vez, sofre dobramentos para a conformação funcional da proteína, a estrutura terciária. Quando a proteína é formada por duas ou mais cadeias, a forma completa é denominada de estrutura quaternária (adaptado de Lehninger, 2014).

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” (Branco, 2017 e 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



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 5:

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL Porção 22 g (2 colheres de sopa)***			1 porção (120g) com Porção de 120g (8 colheres de sopa)		1 porção (120g) com 250ml de leite integral	
Quantidade por porção		%VD (*)	Quantidade por porção de 120g	% VD*	Porção de 240g	% VD*
Valor energético	94 kcal = 395 kJ	5%	441 kcal = 1852 kJ	22	602 kcal = 2528 kJ	30
Carboidratos	10 g, dos quais:	3%	76 g	25	89 g	30
Açúcares****	10 g	**				
Proteínas	6,4 g	9%	31 g	41	39 g	52
Gorduras totais	3,0 g, das quais:	6%	1,3 g	2	10 g	18
Gorduras saturadas	2,2 g	10%	0,7 g	3	3,7 g	17
Gorduras trans	0 g	**	0 g	–	0 g	–
Gorduras monoinsaturadas	0,6 g	**				
Gorduras poli-insaturadas	0,1 g	**				
Colesterol	12 mg	4%				
Fibra alimentar	0 g	0%	1,1 g	4	1,1 g	4
Sódio	101 mg	4%	300 mg	12	413 mg	17
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.

*% 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.



Figura 5) 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 instrumental:	e
Acetato de chumbo [Pb(C₂H₃O₂)₂.3(H₂O)] 10%	Banho Maria	
Ácido Nítrico (HNO₃) conc.	Bastão de Vidro	
Água destilada	Béquero	

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% (CuSO₄)	
Tartarato duplo de sódio e potássio (KNaC₄H₄O₆ . 4H₂O)	Pera
Concentrado de proteína industrial (Whey Protein)	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 (CuSO₄ . 5H₂O) e 1,2g de tartarato duplo de sódio e potássio (KNaC₄H₄O₆ . 4H₂O) 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 6. 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.

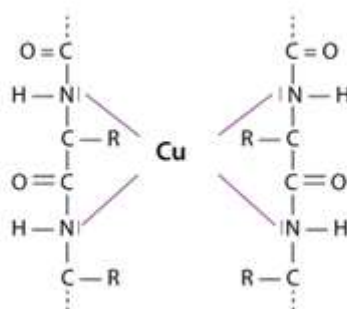


Figura 6) Imagem ilustrativa da interação entre o átomo de cobre e as cadeias polipeptídicas em uma proteína, indicando que houve complexação entre as cadeias de aminoácidos e o metal.

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 7), 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 8, evidenciando a presença de proteína, também é sendo um método químico qualitativo.

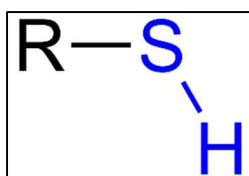
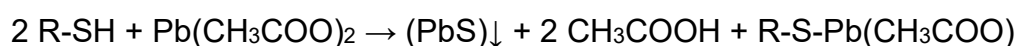


Figura 7) Figura ilustrando o grupo tiol (S-H) ou sulfidril ligado a um radical carbônico R.



Figura 8) 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:

6. Quais desses métodos podem ser usados para se detectar a presença de proteínas?
7. Quais aminoácidos o método do reagente de sulfidril consegue identificar?

8. Esses testes teriam o mesmo resultado em amostras de vegetais como suco de laranja? Explique.
9. Por quê é importante detectar a presença de proteínas na urina? Esses métodos podem ser usados para isso?

5.3. Oficina Temática 3: Química na prevenção de doenças: 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 Timerosa, mostrado na figura 9, 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).

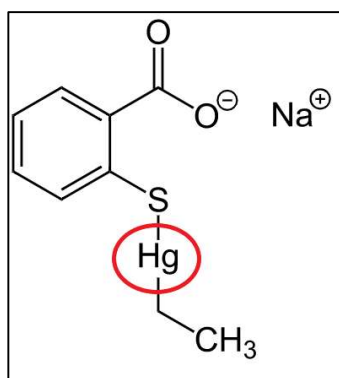


Figura 9) Estrutura do sal sódico de Timerosal, evidenciando a presença do átomo de mercúrio (Hg).

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 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 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
Teste sensibilizado em látex	Micropipetas
Amostra de soro humano	Ponteiras
Controles positivo e negativo	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 10.

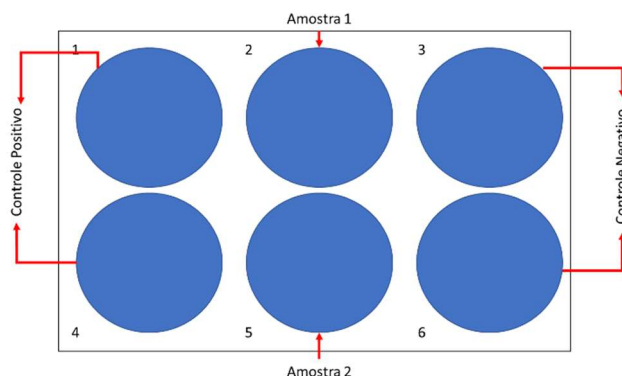


Figura 10) Lâmina de teste com os 6 poços vazios.

- 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 11:

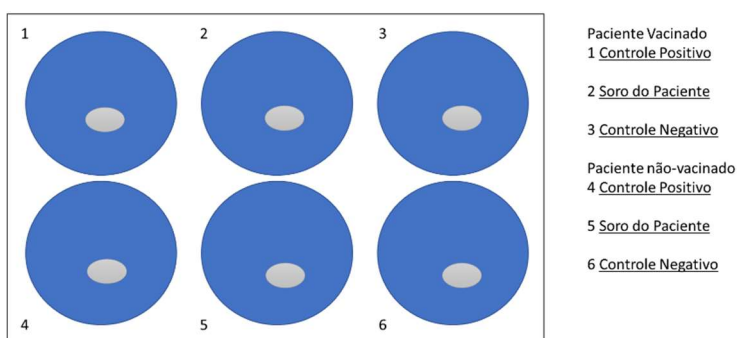


Figura 11) Lâmina de teste com 20uL das amostras, controles positivos e controles negativos aplicadas nos 6 poços (conforme legenda à direita).

- 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 12):

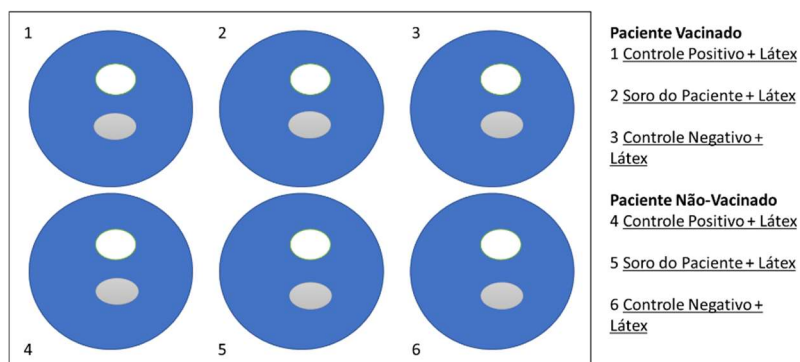


Figura 12) Lâmina de teste com 20ul das amostras, controles positivos e controles negativos aplicadas nos 6 poços, agora com aplicação de 20ul do reagente látex nos 6 poços (conforme legenda à direita).

- 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 13:

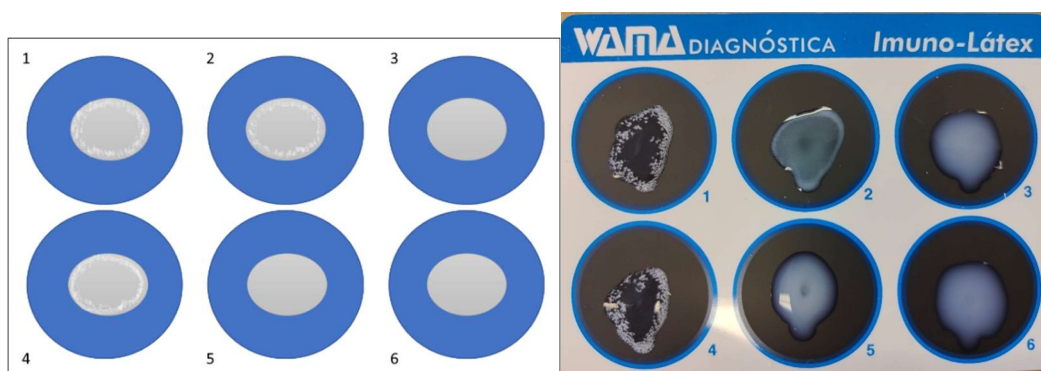


Figura 13) Lâmina de teste após o tempo de reação, demonstrando a aglutinação nos poços 1, 2, e 4.

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?

5.4. **Oficina Temática 4: Química no diagnóstico de doenças: Radiologia**

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 Rosemberg, 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 (α , β e elétrons) e/ou radiação eletromagnética (raios γ 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 14. 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).

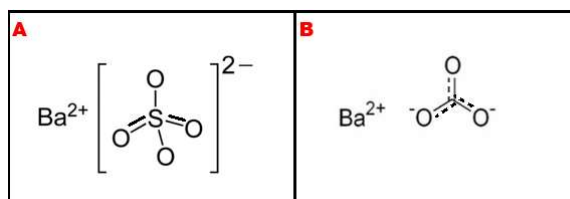


Figura 14) Fórmulas estruturais dos compostos: em A, Sulfato de Bário, e em B, Carbonato de Bário.

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
Ácido clorídrico 0,5 mol/L	Barbante
Carbonato de sódio ($NaCO_3$)	Membrana Semipermeável
Cloreto de bário ($BaCl_2$)	Espátulas
Sulfato de magnésio ($Mg(SO_4)_2$)	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;
- 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 ($BaCl_2$);

- Carbonato de sódio (ou bicarbonato de sódio, encontrado em farmácias e supermercados);
- 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.

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 15). 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) Espera-se 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.

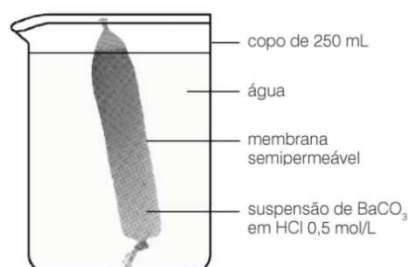


Figura 15) Esquema experimental para demonstração da passagem de Ba^{2+} através das membranas semipermeáveis do trato digestivo.

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.

5.5. Oficina Temática 5: Química no organismo: 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” (Berg, 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;

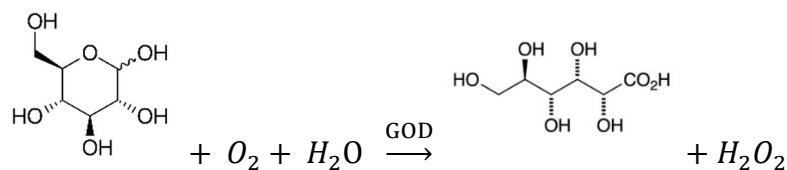
“Portanto é extremamente importante manter a glicemia em níveis normais, já que alterações para mais ou para menos podem trazer transtornos fisiológicos preocupantes. A hiperglicemia pode gerar lesões vasculares sérias se ocorrer por períodos prolongados, assim como a hipoglicemia pode levar a desmaios, 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:

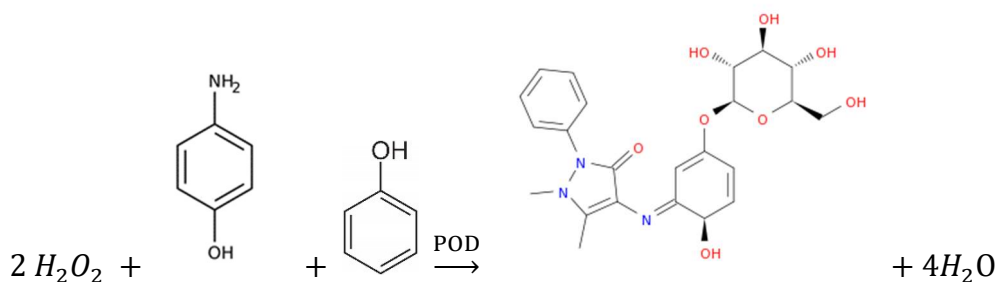
“Uma forma de verificar a glicemia sanguínea de forma imediata e que auxilia diabéticos no tratamento é fazer a monitorização com aparelhos glicosímetros, que através de uma reação química entre o sangue do paciente e uma fita teste inserida no aparelho, produz um composto colorido e essa intensidade 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 16:

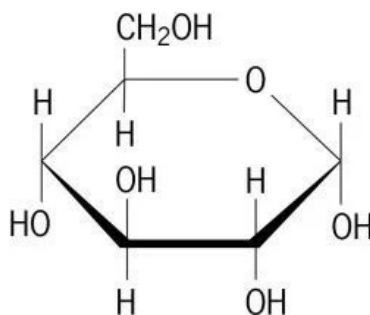


Figura 16) Representação estrutural da molécula de glicose.

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	
Reagente	Glicose		Espectrofotômetro	(490-540nm)
Liqueform			Banho-maria	(37 °C)
Solução Padrão de Glicose (100mg/dL)			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)	TESTE 2(T2)	PADRÃO (P)
Amostra 1	--	10uL soro 1	--	--
Amostra 2	--	--	10uL soro 2	--
Padrão	--	--	--	10uL
Reagente	1000uL	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			
Absorvância 2			

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

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

A_t = absorvância do teste

A_p = absorvância do padrão.

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?

6. 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.

7. QUESTÕES RESPONDIDAS:

7.1. Oficina 1

- 1) A primeira questão solicita que o estudante calcule o teor de Ácido Acetil Salicílico no comprimido, ou seja, compare o resultado encontrado na prática com o que é informado na embalagem do comprimido de AAS (500mg).

$$\frac{500 - 100\%}{x - T}$$

Onde x é o valor obtido na prática e T é o teor.

- 2) São chamados excipientes, e podem ter composições variadas para auxiliar na sua fabricação, melhorar a estabilidade e a sua administração.

7.2. Oficina 2

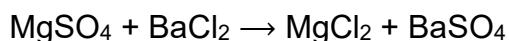
- 1) Os dois são métodos qualitativos, o primeiro identifica proteínas no geral pela substituição do ânion tartarato pelas proteínas, que tornam-se ligantes biológicos no centro metálico de cobre (II), o segundo identifica resíduos de cisteína após desnaturação de proteínas, formando precipitado de sulfeto de chumbo (PbS)
- 2) Aqueles que contém enxofre, Cisteína e Metionina.
- 3) Não, a quantidade de proteína no suco de laranja é muito baixa, desprezível para os testes realizados, sendo assim não teríamos a formação do anel roxo com o reagente de Biureto, como também não formaria o precipitado escuro no método de sulfidríla.
- 4) A presença de proteínas na urina, juntamente com outros parâmetros biológicos, pode indicar diversos distúrbios de saúde, como danos renais ou glomerulares, diabetes, hipertensão, infecções do trato geniturinário, ou até mesmo câncer. Esses métodos podem ser usados pra isso, mas hoje se tem tecnologias mais avançadas para detecção de proteínas na urina, como ELISA, HPLC, Eletroforese e Imunoblotting.

7.3. Oficina 3

- 1) Considerando que a reação de aglutinação é feita entre anticorpos específicos para determinado vírus, é possível afirmar que a amostra de sangue nº 2 foi reagente e indica paciente portador desse vírus.
- 2) Esses padrões são utilizados como garantia da qualidade do teste realizado, pois serve de comparação para a amostra, que terá o aspecto visual, químico ou físico conforme indica o padrão que se parece. Garantindo a qualidade, precisão e confiabilidade do teste realizado.
- 3) Significa a eliminação de uma doença de uma área geográfica, onde portanto a ocorrência dessa doença é tão baixa, que não é mais considerada um problema de saúde pública. Um exemplo é a varíola erradicada em 1980, após campanhas massivas em todo o mundo. O Sarampo já foi erradicado das américas em 2016, mas infelizmente devido a baixa cobertura vacinal voltou a apresentar casos em 2018, perdendo status de doença erradicada.
- 4) A desinformação causa efeitos desastrosos na campanha de vacinação, pois o ato de vacinar já é problemático por geralmente ser através de injetáveis, causando pânico em crianças e conseqüentemente nos pais, como também em adultos, o fato de inserir uma substância desconhecida na pessoa também impacta negativamente, portanto qualquer informação desencontrada pode causar preocupação na vacinação.

7.4. Oficina 4

- 1) No tubo que continha a solução originária da solução de carbonato de bário BaCO_3 .
- 2) Sulfato de Bário e Carbonato de Bário, que são insolúveis em água.
- 3) $\text{BaCO}_3(\text{s}) + 2\text{HCl}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaCl}_2(\text{aq}) + \text{H}_2\text{O}(\text{l}) + \text{CO}_2(\text{g})$ como destacado em negrito a reação do carbonato de bário com o ácido clorídrico libera o gás CO_2 . A reação do ácido clorídrico com o sulfato de bário não ocorre no experimento, portanto não há formação de gás.
- 4) $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{BaCO}_3$ ou $2\text{NaHCO}_3 + \text{BaCl}_2 \rightarrow 2\text{NaCl} + \text{BaCO}_3 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$



7.5. Oficina 5

- 1) As vantagens de se usar o glicosímetro estão em ser um método rápido e portátil, dando autonomia ao paciente, com menor volume necessário para as medidas, mas é importante lembrar que os métodos laboratoriais podem ser mais precisos sendo usadas para confirmação de resultados, então é importante manter a calibração dos glicosímetros em dia, para não obterem falsos resultados.
- 2) O excesso de glicose vai ser armazenada na forma de glicogênio no fígado e músculos ou convertida em triglicerídeos e armazenada no tecido adiposo. As reservas na forma de glicogênio são de uso imediato, pois ajudam a regular a glicose sanguínea e fornecem energia para os músculos, já a energia armazenada no tecido adiposo pode ser utilizada em períodos de escassez de alimentos sendo uma reserva energética de longo prazo.
- 3) Porque a resposta dos nossos olhos nessa faixa do espectro luminoso pode facilitar na identificação de algumas alterações nas análises, além disso, muitos instrumentos e equipamentos são projetados para operar no espectro visível, com isso temos padrões de referência que foram estabelecidos no espectro visível, por fim, a luz visível é mais fácil de controlar e manipular em comparação com outras partes do espectro eletromagnético.

8. 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.

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.

BARBOSA, N. E. De A.; et al. Intolerância à lactose: revisão sistemática. **Pará Research Medical Journal**, v. 4, p. 0-0, 2020.

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.

BERALDO, H.; **Contribuições da Química Inorgânica para a Química Medicinal**. Cadernos Temáticos De Química Nova Na Escola, nº 6, vol. 1, jul. 2005.

BERG, J. M.; TYMOCZKO, J. L.; STRYER, L. Bioquímica. 5 ed. Rio de Janeiro: **Guanabara-Koogan**, 2004; cap. 11, p. 310.

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>.

BRANCO, M. de S. C.; DIAS, N. R.; FERNANDES, L. G. R.; BERRO, E. C.; SIMIONI, P. U.; (2018). Classificação da Intolerância à Lactose: Uma Visão Geral Sobre Causas e Tratamentos. **Revista de Ciências Médicas**. n. 26, v. 3, p. 117-125, set/dez 2017. <http://dx.doi.org/10.24220/2318-0897v26n3a3812>.

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.

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.

CLARKSON, T. W., & MAGOS, L.; The Toxicology of Mercury and Its Chemical Compounds. **Critical Reviews in Toxicology**, vol. 36, p. 609–662, 2006.

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.

DA CUNHA, M. B.; O Glúten em Questão. **Química Nova na Escola**. Vol. 40, nº 1, p. 59-64, São Paulo/SP, fev; 2018.

DE LIMA, S. L. T.; De Jesus, M. B.; De Sousa, R.R.R.; Okamoto, A. K.; Renata De Lima, R.; e Fraceto, L. F.; Estudo da Atividade Proteolítica de Enzimas Presentes em Frutos. **Química Nova na Escola**. nº 28, p. 47-49, Campinas/SP, mai; 2008.

DELIZOICOV, D.; ANGOTTI, J. A.; PERNAMBUCO, M. M. C. A. **Ensino de ciências: fundamentos e métodos**. São Paulo: Cortez, c 2002. 364p. (Docência em formação Ensino fundamental) ISBN: 8524908580. Disponível em: <https://ria.ufrn.br/123456789/996>. Acesso em 24/01/2021.

DE ARAÚJO, E. B.; A Utilização do Elemento Tecnécio-99m no Diagnóstico de Patologias e Disfunções dos Seres Vivos. **Cadernos Temáticos De Química Nova Na Escola**, nº 6, vol. 7, jul. 2005.

ENSAIO. Modulo 5 **Ensaio clinico**. Disponível em: <<https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/59/o/Modulo5-Ensaioclinico.pdf>> . Acesso em: 16 de outubro de 2022.

FERREIRA, L. T.; SAVIOLLI, I. H.; VALENTI, V. E.; ABREU, L. C. de; Diabetes Melito: Hiperglicemia Crônica e suas Complicações. **Arquivos Brasileiros de Ciências da Saúde**, v.36, n. 3, p. 182-8, Set/Dez, 2011.

FIOCRUZ. **Vacinas Virais**. Fundação Oswaldo Cruz. Biomanguinhos, Rio de Janeiro/ RJ. 22/03/2022. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/perguntas-frequentes/perguntas-frequentes-vacinas-menu-topo/131-plataformas/1574-vacinas-virais#:~:text=As%20vacinas%20virais%20podem%20ser,mortos%20ou%20apenas%20part%C3%ADculas%20deles>. Acesso em: 27/11/2022.

FONTES, A. P. S.; CÉSAR, E. T.; e BERALDO, H.; A química Inorgânica na Terapia do Câncer. **Cadernos Temáticos De Química Nova Na Escola**, nº 6, vol. 4, jul. 2005.

GOODMAN & GILMAN: As Bases Farmacológicas da Terapêutica. 10ª edição. Rio de Janeiro, **McGraw-Hill**, 2005; cap. 24 p. 465.

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.

GUPTA, S.; The Application and Future Potential of mRNA Vaccines. **Yale School of Public Health**. 07/05/2021. Disponível em: <https://ysph.yale.edu/news-article/the-application-and-future-potential-of-mrna-vaccines/> - Acessado em 26/11/2022.

IDOETA, P. A.; **BBC News Brasil**. A História que Deu Origem ao Mito da Ligação entre Vacinas e Autismo. 24/07/2017. São Paulo/SP. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-40663622>. Acesso em 23/11/2022.

JUNIOR, W. E. F.; Francisco, W.; Proteínas: Hidrólise, Precipitação e um tema para o Ensino de Química. **Química Nova na Escola**. n° 24, p. 12-16, Araraquara/SP, nov; 2006.

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

LEHNINGER, T. M.; NELSON, D. L.; & COX, M. M. Princípios de Bioquímica. **Ed. Artmed**, 6ª Edição, cap.5, p. 90-91, 2014

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.

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

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.

NUNES, M., BARROS, R., MOREIRA, P., MOREIRA, A., & MORAIS-ALMEIDA, M. **Alergia Alimentar**, Ministério da Educação e Ciência - Direção-Geral da Educação, Governo de Portugal, 2012.

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>>. Epub11/04/2013. ISSN 1806-9592. <https://doi.org/10.1590/S0103-40142013000100014>.

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>.

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.

RATO, B.; VERÍSSIMO, M. T.; "Doença Celíaca No Idoso." **Medicina Interna**. Vol. 28, n. 2, p. 175-83. Lisboa, Portugal, abr/jun, 2021.

ROCHE. **Diagnostics Gmb** Accu-Chek and Accu-Chek Performa. Germany, 2013. Disponível em: <https://manuall.pt/accu-chek-performa-medidor-de-glicemia/>. Acesso em: 27/11/2022

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.ghhtml>.

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.

SENE, J. J.; CASTILHO, L. N. P.; DINELLI, L. R. e KIILL, K. B.; Equilíbrio Químico de Sais Pouco Solúveis e o Caso Celobar®. **Química Nova na Escola**; n. 24, nov. 2006.

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, 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*. **Rev. Eletron. Comum. Inf. Inov. 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, 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.

VIEIRA DIAS, W. L., & BARROS, P. T.; Cuidados de Enfermagem na Ressonância Magnética Cardíaca. **Revista Enfermagem Contemporânea**, vol. 4, n. 2, pp. 209-221, jul/dez 2015. <https://doi.org/10.17267/2317-3378rec.v4i2.452>.

VITORIO, T.; **EXAME RESEARCH**. Vacinas Não Causam Autismo – E Teoria é Comprovadamente Falsa. 09/02/2021. São Paulo/SP. Disponível em: <https://exame.com/ciencia/vacinas-nao-causam-autismo-e-teoria-e-comprovadamente-falsa/>. Acesso em: 23/11/2022.