



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**FÁRMACOS E MEDICAMENTOS COMO GERADORES DE CONHECIMENTOS  
NO ENSINO DE QUÍMICA**

**Jonas Mendonça Morais**

Goiânia  
2023

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
ESCOLA DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES E HUMANIDADES  
CURSO DE LICENCIATURA EM QUÍMICA

**FÁRMACOS E MEDICAMENTOS COMO GERADORES DE CONHECIMENTOS  
NO ENSINO DE QUÍMICA**

**Jonas Mendonça Moraes**

Orientadora: Profa. Dra. Adélia Maria Lima da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Licenciatura em Química, como parte  
dos requisitos exigidos para a conclusão do curso.

Goiânia  
2023

**FÁRMACOS E MEDICAMENTOS COMO GERADORES DE CONHECIMENTOS  
NO ENSINO DE QUÍMICA**

**Jonas Mendonça Moraes**

Orientadora:  
Profa. Dra. Adélia Maria Lima da Silva

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao  
Curso de Licenciatura em Química, como parte  
dos requisitos exigidos para a conclusão do curso.

APROVADO em 07 / 12 / 2023

---

Prof. Dr. Danna Pereira Barbosa – EFPH – Química – PUC Goiás

---

Profa. Dra. Elaine Reed – Escola Politécnica – PUC Goiás

---

Profa. Dra. Adélia Maria Lima da Silva – EFPH – Química – PUC Goiás

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço ao Criador pela vida e pelos processos que suportei para conseguir ter êxito em tamanha conquista. Não obstante, aos meus familiares: Sr. Fernando Barbosa Morais, Sr<sup>a</sup> Maria Mendonça da Silva, Srt<sup>a</sup> Beatriz Mendonça Morais e a Srt<sup>a</sup> Bárbara Mendonça Morais, que com tanto amor e estímulo empregados, são forças essenciais para prosseguimento de minha graduação.

Aos professores e amigos que fizeram parte desta história, reservo meu profundo respeito. Primeiro, por serem ativos e persistentes na área do ensino, e segundo, por estimularem a promoção de futuros profissionais para atuarem na área de Química, seja no ensino ou na indústria.

## **LISTA DE SIGLAS**

AAS – Ácido Acetilsalicílico

CEPI – Centro de Ensino de Período Integral

CLFS – Combinação Lineares Formadas por Simetria

COX - Ciclo-oxigenase

NOX – Número de Oxidação

SCIELO - Scientific Electronic Library Online

TCC – Teoria do Campo Cristalino

TLV – Teoria da Ligação de Valência

TRPECV – Teoria de Repulsão de Pares Eletrônicos da Camada de Valência

## RESUMO

O processo de ensino-aprendizagem dos conteúdos inerentes à Química deve oferecer subsídio para que os estudantes compreendam o mundo que os cercam. Os conteúdos se tornam mais interessantes quando são motivados por meio de metodologias diferenciadas que promovam interações com o cotidiano. A utilização de aulas expositivas e experimentais contextualizadas auxilia na aprendizagem, principalmente quando associadas a temas geradores do conhecimento científico. Dessa forma, o trabalho de conclusão de curso teve como objetivo geral estudar conceitos sobre fármacos e medicamentos e aplicá-los ao conteúdo de funções orgânicas por meio de práticas pedagógicas teórico-experimentais. Especificamente, foi dividido em três fases: conceitos gerais, fundamentos de Química Medicinal e automedicação. Foram realizadas três intervenções, com 64 estudantes de três turmas do 3º ano do Ensino Médio, de uma escola de tempo integral da rede estadual, em Goiânia-GO, sendo aplicados questionários pré e pós-conceituais, a fim de avaliar o tema. Foram realizadas atividades experimentais com Ácido Acetilsalicílico e Paracetamol para o estudo de funções orgânicas. Os resultados mostraram o interesse dos estudantes na execução e discussão dos experimentos, perceberam a existência das relações entre a Química e os medicamentos e que além de serem compostos químicos, os conhecimentos da área são necessários para o entendimento da automedicação e o descarte. Ainda, expressaram que os conhecimentos químicos são necessários para entendimento das ações dos medicamentos no organismo humano. Entretanto, o ponto negativo foi o deslocamento entre a sala de informática e o laboratório pelos estudantes durante as intervenções, pois favoreceu a dispersão e o desinteresse em responder aos questionários. Apesar desse problema, conclui-se que o ensino de química deve sim ser pensado na realização de atividades dialogadas com os presentes na sociedade, de modo que corrobore para o aprendizado de professores e estudantes. Essas relações permitem desmistificar a ideia da disciplina de Química, como algo sem aplicabilidade e sem interesse científico.

**PALAVRAS-CHAVES:** Ensino, experimentação, medicamento, Ácido Acetilsalicílico, Paracetamol.

## ABSTRACT

The teaching-learning process of content inherent to Chemistry must offer support for students to understand the world around them. Content becomes more interesting when it is motivated through different methodologies that promote interactions with everyday life. The use of contextualized expository and experimental classes helps learning, especially when associated with themes that generate scientific knowledge. Thus, the course completion work had the general objective of studying concepts about drugs and medicines and applying them to the content of organic functions through theoretical-experimental pedagogical practices. Specifically, it was divided into three stages: general concepts, fundamentals of Medicinal Chemistry and self-medication. Three interventions were carried out, with 64 students from three classes of the 3rd year of high school, from a full-time state school, in Goiânia-GO, with pre- and post-conceptual questionnaires being applied to evaluate the topic. Experimental activities were carried out with Acetylsalicylic Acid and Paracetamol to study organic functions. The results showed the students' interest in carrying out and discussing the experiments, they realized the existence of relationships between Chemistry and medicines and that in addition to being chemical compounds, knowledge of the area is necessary to understand self-medication and its disposal. Furthermore, they expressed that chemical knowledge is necessary to understand the actions of medicines in the human body. However, the negative point was the movement between the computer room and the laboratory by students during the interventions, as it favored dispersion and lack of interest in answering the questionnaires. Despite this problem, it is concluded that chemistry teaching should be designed to carry out activities in dialogue with the artifices present in society, in a way that contributes to the learning of teachers and students. These relationships allow us to demystify the idea of the Chemistry discipline as something without applicability and without scientific interest.

**KEYWORDS:** Teaching, experimentation, medicine, Acetylsalicylic Acid, Paracetamol.

## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO .....	9
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	12
	<b>2.1 Conceitos Gerais .....</b>	<b>12</b>
	2.1.1 Fármacos e medicamentos .....	12
	2.1.2 Grupos Funcionais .....	13
	2.1.3 Ensino de química.....	15
	<b>2.2 Fundamentos de Química Medicinal .....</b>	<b>16</b>
	2.2.1 Metais em Medicina .....	16
	2.2.2 Fitofármacos na Síntese de Medicamentos.....	20
	<b>2.3 Automedicação.....</b>	<b>21</b>
	2.3.1 Medicamentos envolvidos na automedicação .....	22
	2.3.2 Descarte de medicamentos .....	22
3	UNIDADE EXPERIMENTAL .....	24
	<b>3.1 Revisão da Literatura sobre o tema .....</b>	<b>24</b>
	<b>3.2 Testes experimentais.....</b>	<b>24</b>
	3.2.1 Paracetamol.....	24
	3.2.2 Ácido Acetilsalicílico .....	25
	<b>3.3 Planos de aulas e roteiros experimentais .....</b>	<b>25</b>
	<b>3.4 Intervenções.....</b>	<b>26</b>
	<b>3.5 Diagnóstico do Aprendizado .....</b>	<b>27</b>
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
	<b>4.1 Fármacos e medicamentos como tema gerador de conhecimentos. 28</b>	
	<b>4.2 Abordagem Inicial .....</b>	<b>32</b>
	<b>4.3 Abordagem Final .....</b>	<b>34</b>
5	CONCLUSÃO.....	37



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	39
APÊNDICE .....	43

## 1 INTRODUÇÃO

O processo ensino-aprendizagem dos conceitos relacionados à Química deve proporcionar uma base para que os estudantes possam compreender o ambiente no qual estão inseridos. A escola desempenha um papel fundamental na capacitação e preparação dos cidadãos, buscando conscientizá-los para uma atuação significativa na sociedade. Isso envolve a abordagem de temas que possam ser relacionados e contextualizados com a sua realidade (Pazinato *et al.*, 2012).

Dessa forma, abordar o tema sobre fármacos e medicamentos pode representar uma estratégia eficaz para estabelecer uma conexão entre a vida cotidiana dos estudantes e os conceitos da disciplina de Química. Isso ocorre ao contextualizar conteúdos abstratos, auxiliar na memorização de grupos funcionais, estabelecer relações entre as estruturas químicas das moléculas dos medicamentos e sua possível estrutura/atividade, além de explorar os efeitos positivos e negativos dessas substâncias no organismo humano. Adicionalmente, a abordagem desse tema pode também destacar outras questões, tais como os problemas resultantes da automedicação e o impacto ambiental associado ao descarte inadequado dos medicamentos no meio ambiente.

Ademais, o tema fármacos e medicamentos permite desenvolver aulas expositivas e experimentais contextualizadas para auxiliar na aprendizagem, por meio de metodologias de ensaios qualitativos que favorecem a visualização dos fenômenos reacionais. A contextualização com assuntos relacionados à sociedade é uma prática delineada à formação crítico-social, com utilização de assuntos que possam resgatar a importância da educação na sociedade (Marcondes, 2009).

Dessa forma, a educação é uma ferramenta para a construção de cidadania, além de fomentar os direitos e deveres, ela suscita o senso crítico, que é a essência do pensar antes de agir. Assim, o ensino de Química faz-se importante no aspecto de fármacos e medicamentos, pois, a abordagem Social e Científica, segundo Demo (1987), mostra que a mensuração da realidade se dá pelo aproveitamento crítico das condutas das ciências naturais e sociais, pois possibilita a discussão das motivações que levam à automedicação e as causas dos efeitos colaterais, além da perspectiva sobre o uso desses compostos pode ser elucidada quanto às suas composições, mecanismos de ação, rotas metabólicas e consequentes porquês dos efeitos colaterais.

Nesse âmbito, faz-se necessário a conscientização da população a fim de reduzir a ocorrência de indivíduos auto medicantes, e conseqüentemente, os efeitos colaterais acarretados pela dosagem errada, frequência e objetivos. Assim, análogo ao pensamento de Durkheim, os fatos sociais demonstram as ações individuais e coletivas, e havendo mudanças das consciências individuais haverá mudança da consciência coletiva, e vice-versa; dando início a um novo ambiente coercitivo (Costa, 2010). Paralelo a isso, os espaços de ensino assumem forte papel no que diz respeito à abordagem de temas advindos da sociedade, tais como ciência, cultura, ideologias, questões socioeconômicas e ambientais, contribuindo diretamente na formação de consciências individuais.

Ademais, o papel do professor assume destaque nas formulações e transformações de pensamentos. Podendo ele ser dividido em três tipos distintos: professor transmissor, professor mediador e professor facilitador. O professor mediador, segundo abordagem de mediação por Saviani:

Eis como a questão do conhecimento e a mediação do professor se põem. Porque o professor, enquanto alguém que, de certo modo, aprendeu as relações sociais de forma sintética, é posto na condição de viabilizar essa apreensão por parte dos alunos, realizando a mediação entre o aluno e o conhecimento que se desenvolveu socialmente (Saviani, 2011, p. 122).

Portanto, o tema fármacos e medicamentos para o ensino de Química gera possibilidades para a discussão de conceitos em Química Orgânica e Inorgânica, pois na composição, eles apresentam funções orgânicas, tais como os fitofármacos encontrados na natureza e os fármacos sintetizados em laboratório, bem como existem medicamentos compostos por metais em um centro de coordenação ligado a moléculas, conhecidos como metalofármacos. A interdisciplinaridade das áreas de Orgânica e Inorgânica dão aporte para o estudo de sistemas metabólicos, já que apresentam compostos orgânicos e inorgânicos essenciais à vida, compondo a área de estudos da Bioquímica.

Dessa forma, o trabalho de conclusão de curso teve como objetivo geral o estudo dos conceitos sobre fármacos e medicamentos e sua aplicação no ensino de Química, buscando contextualizar os conteúdos relacionados às funções orgânicas no nível de ensino médio por meio de práticas pedagógicas teórico-experimentais. Especificamente, o trabalho foi dividido em três fases descritas a seguir: conceitos gerais, fundamentos de Química Medicinal e automedicação.

### Fase 1: Conceitos Gerais

- Estudar fármacos e medicamentos como tema gerador de conhecimentos.
- Discutir os grupos funcionais presentes nas estruturas moleculares dos fármacos e medicamentos, assim como realizar teste analítico qualitativo para análise de fenol a partir do paracetamol e análise do ácido carboxílico a partir do ácido acetil salicílico.
- Avaliar o conhecimento prévio dos estudantes sobre a temática.

### Fase 2: Fundamentos de Química Medicinal

- Estudar o uso de metais em medicina (metalofármacos) enfatizando o papel e a concentração dos metais;
- Analisar os principais fitofármacos na síntese de medicamentos, a fim de discutir as fontes naturais e concentração.

### Fase 3: Automedicação

- Discutir automedicação dos principais produtos disponíveis nas farmácias, tais como ácido acetil salicílico (AAS), metamizol sódico (dipirona), paracetamol, dentre outros.
- Discutir o descarte adequado de medicamentos.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 Conceitos Gerais

A compreensão dos conceitos gerais sobre fármacos e medicamentos desempenha um papel crucial na formação acadêmica e na prática profissional em diversas áreas, especialmente relacionadas à saúde e à química. A seguir, será apresentada uma breve revisão sobre eles.

#### 2.1.1 *Fármacos e medicamentos*

As sociedades primitivas, por meio da observação do seu ambiente de convívio, aprenderam que o consumo de denominadas plantas acarretava em efeitos diretos, fossem esses analgésicos, anestésicos, alucinógenos ou mesmo letais. A partir da seleção mediante os efeitos acometidos, as aplicações dos compostos usados como mecanismo de defesas das plantas foram motivos da curiosidade humana na intenção de usar suas propriedades em processos terapêuticos. Entretanto, substâncias como curare (*Chondrodendron tomentosum*) e beladona (*Atropa Belladonna L.*) eram usados para caça e envenenamento, respectivamente (Goodman; Gilman, 2012). Por conseguinte, a busca pelo bem-estar e estimulações prazerosas levaram o homem a aproximar-se da natureza, além dos efeitos terapêuticos e prejudiciais, aplicações em ritos culturais e usufruto de propriedades afrodisíacas perpassaram pela história por anos (Barreiro, 2015).

O primeiro catálogo das fontes naturais de fármacos deu-se a partir de Galeno (129-199 a.C.), que reuniu extratos de vegetais que poderiam ser usados na cura de diversos malefícios. Já por volta do século XV suas ideias foram disseminadas e três séculos após a documentação do conhecimento dos fármacos de origem natural deu-se por intermédio dos franceses Antoine Laurent por volta de 1789 e por François Mangedie em 1811. Seus estudos foram pioneiros na classificação de plantas e investigação médica (Barreiro, 2001).

Conceitualmente, remédios são quaisquer substâncias ou recursos usados para ‘remediar’ situações. Fármacos ou princípio ativo são substâncias químicas que afetam o sistema vivo, já os medicamentos são os produtos comerciais farmacêuticos: as pílulas, comprimidos e afins. Objetivamente, nem todo remédio apresenta fármacos e todo medicamento apresenta fármacos (Vieira, 1996).

A ação dos fármacos é submetida a fatores como absorção, distribuição, metabolismo e excreção, a junção desses processos é chamada farmacocinética. A absorção do fármaco pela ingestão oral, considerado o método mais comum, seguro, conveniente e econômico, se dá primeiro no trato gastrointestinal, em seguida passa pelo fígado, onde o fármaco é metabolizado por meio de enzimas, como o citocromo P450, para posterior distribuição na corrente sanguínea (Goodman; Gilman, 2012).

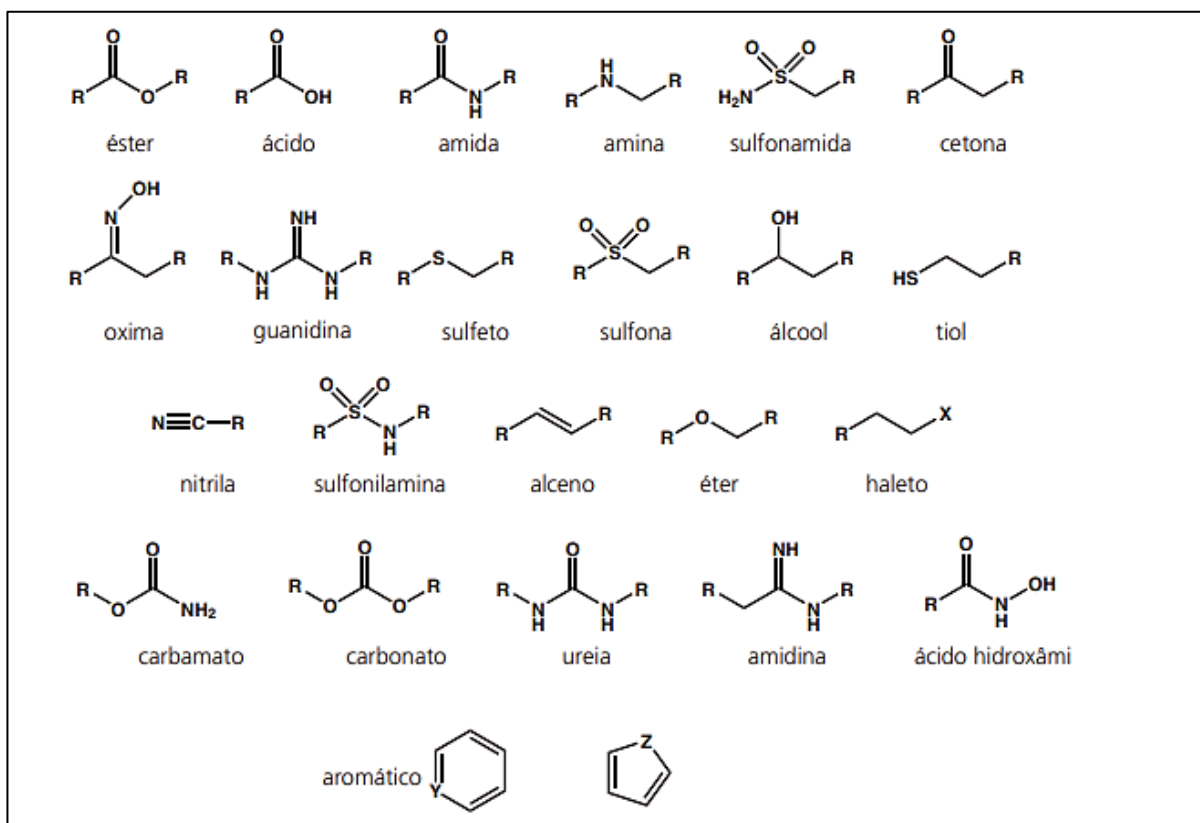
A etapa de distribuição é limitada por fatores fisiológicos, propriedades do fármaco, fluxo sanguíneo, permeabilidade e volume tecidual. Enquanto o fármaco circula pelos vasos e artérias, proteínas plasmáticas e macromoléculas se ligam a ele e o atribui aos tecidos. A última etapa percorrida pelos fármacos após sua ingestão é a excreção. Nessa etapa, os fármacos podem ser excretados sem nenhuma alteração ou são submetidos à conversão em metabólitos; órgãos como pulmão e os rins são importantes na excreção (Goodman; Gilman, 2012).

Para que a interação fármaco-bioreceptor seja favorecida é preciso que o conceito de complementaridade molecular seja seguido. O modelo de “chave-fechadura” elaborado por Emil Fischer possibilita a interpretação dos fármacos como chave e os bioreceptores como fechadura, a partir dessa interação que se dá a ação ou não dos fármacos, denominada farmacodinâmica. Esses conceitos são relevantes para determinar a dose e frequência com que os medicamentos serão administrados (Barreiro, 2001).

### 2.1.2 *Grupos Funcionais*

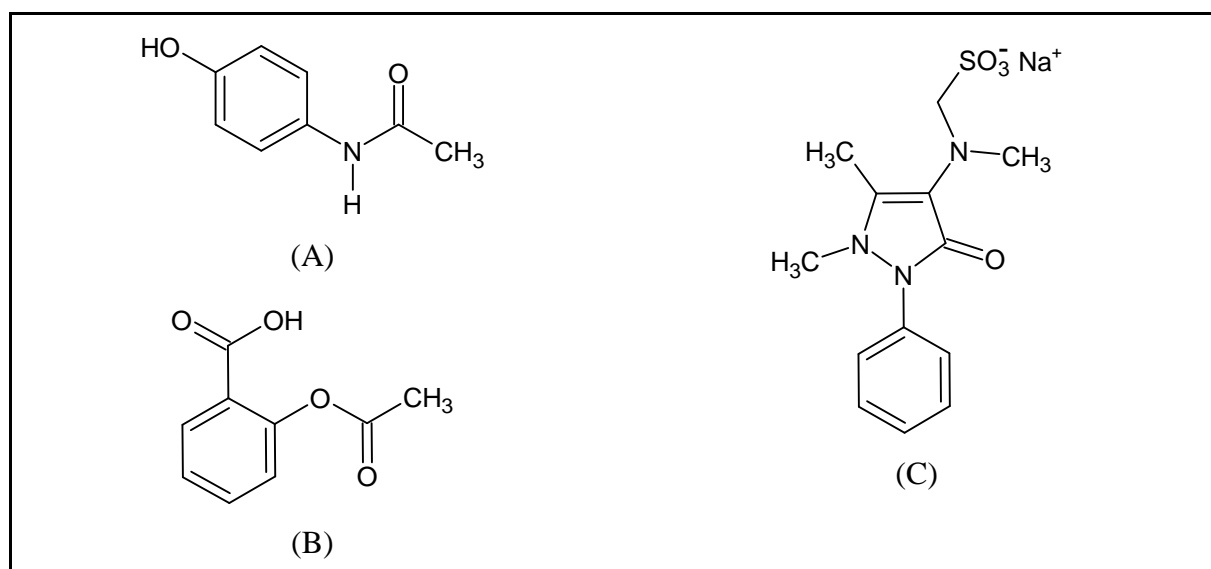
Os fármacos são compostos por grupos de átomos de elementos químicos combinados entre si por ligações covalentes, seja na forma de compostos de coordenação, quanto na forma de compostos orgânicos. Os elementos químicos presentes são majoritariamente carbono (C), hidrogênio (H), oxigênio (O), nitrogênio (N) e enxofre (S), além de halogênios ligados ao carbono conhecidos como haletos orgânicos. Alguns dos grupos predominantes nos fármacos são: éster; ácido carboxílico; amida; amina; álcool; éter; cetonas e aromáticos, dentre outros (Figura 1). Os fármacos dipirona, AAS e paracetamol, sendo os dois últimos alvos deste trabalho, têm as estruturas químicas representadas na Figura 2.

Figura 1 - Grupos funcionais presentes nos fármacos.



Fonte: Barreiro, 2015.

Figura 2 - Estruturas moleculares do paracetamol (A), AAS (B) e dipirona (C).



Fonte: Barreiro, 2015.

A partir de suas estruturas é possível identificar seus grupos constituintes. Esses fármacos agem inibindo ação das enzimas do tipo Ciclo-oxigenase (COX) e, conseqüentemente, a síntese de prostaglandina. Devido ao fácil acesso, são os fármacos mais requisitados no que tange a automedicação, assunto abordado na seção medicamentos envolvidos na automedicação (Goodman; Gilman, 2012).

### 2.1.3 *Ensino de química*

O ensino de química demanda de artifícios representativos que possibilitem a articulação com as teorias, e para além das representações simbólicas, no que diz respeito às interações mediáticas professor-conhecimento-estudante, é mister estabelecer alusões com a realidade dos estudantes. Nesse sentido que a Teoria Histórico-Cultural de Vygotsky se desenvolve, onde o estudante, imerso em um ambiente social, absorve o conhecimento no âmbito do senso-comum, em colaboração com outros indivíduos, e para que esse seja conduzido a zona de desenvolvimento real, faz-se necessário conhecer sua zona de desenvolvimento proximal. Na educação as interações entre professor-conhecimento-estudante, subsidiada pela teoria de Vygotsky, foi a base das metodologias de ensino usadas nesse TCC (Rego, 1999).

Nesse processo social-educacional, tanto para o professor, quanto para o estudante, Teixeira (1977, p. 215) relata as contribuições educativas do quesito democrático: “A experiência educativa é sempre uma experiência pessoal, em que o passado se liga ao presente e se projeta no futuro, aumentando o poder de compreensão ou de operação do indivíduo em seu crescimento emocional, intelectual e moral”. Já Demo (1987, p. 17) relata a razão presente nas ciências naturais no quesito ideológico, ou seja, “a teoria atômica não é culpada, em si, pela bomba atômica. Embora em termos práticos as coisas não se separem assim, porque, se a realidade é o que se conta e é sempre ideologizada, a física emerge, já como projeto ideológico”.

Assim, as metodologias de ensino de química envolvendo a experimentação culminam no aglomerado das abordagens supracitadas, pois, de um lado, as teorias e símbolos, não são capazes, por si só, de estabelecer relação com a realidade, e por outro lado, somente a condução experimental no espaço de ensino não estabelece relação direta com a teoria, logo, mesmo as ciências naturais sendo isentas de caráter ideológico, a ideologia emerge para que teoria, experimentação e sociedade entrem em harmonia, havendo maior aproximação da realidade. Entretanto, a experimentação não fica ausente de falhas, já que “o erro em um experimento planta o inesperado em vista de uma trama explicativa fortemente arraigada no



bem-estar assentado na previsibilidade, abrindo oportunidades para o desequilíbrio afetivo frente ao novo” (Giordan, 1999, p. 49).

O ensino de química pela temática de medicamentos é uma das formas de contribuição na zona de desenvolvimento proximal dos estudantes, pois, aborda partes específicas da ciência e é circundada por aspectos da sociedade. O consumo displicente de medicamentos, a automedicação, é um fator social que acomete em efeitos tóxicos aos indivíduos que não possuem informações sobre as consequências dessa prática. E nesse sentido, a educação se faz presente na tentativa de formar cidadãos conscientes de que produtos químicos tem seu risco caso não usados com segurança. Estudos empregando essa temática estimulam o ensino de grupos funcionais, a associação de assuntos do cotidiano dos estudantes, e principalmente a contribuição para formação de um cidadão crítico no que diz respeito ao consumo indiscriminado, descarte e efeitos adversos de medicamentos (Coutinho *et al.*, 2020; Nascimento, 2022; Pazinato *et al.*, 2012; Rodrigues; Correia, 2013; Sydor, 2021).

## **2.2 Fundamentos de Química Medicinal**

A química medicinal é um campo interdisciplinar que se concentra na descoberta, *design* e desenvolvimento de compostos químicos para uso na prevenção, tratamento e alívio de doenças. Ela combina princípios da química orgânica, bioquímica, farmacologia e biologia molecular para entender as interações entre substâncias químicas e organismos vivos. Seu objetivo central é identificar compostos que possuam propriedades terapêuticas específicas, minimizando os efeitos colaterais indesejados. O processo de descoberta de novos fármacos envolve síntese química, testes de atividade biológica e otimização estrutural, com o objetivo final de melhorar a eficácia e a segurança dos medicamentos disponíveis para a sociedade. A seguir, será apresentada uma breve revisão sobre química medicinal.

### *2.2.1 Metais em Medicina*

Os metais são indispensáveis para a manutenção da vida, devido a sua interação com moléculas biológicas, como é o caso do transporte de gás oxigênio pela hemoglobina. O uso de metais como fonte de tratamento data do período do Renascimento, período em que Theophrastus Paracelsus (1493-1541), iatroquímico, interpretou os processos metabólicos como um equilíbrio mecânico, e para manter esse equilíbrio em decorrência de patologia,

haveria o uso de medicamentos. Paracelsus desenvolveu medicamentos à base do metal Mercúrio. Com a descoberta do íon tetramincobre(II),  $[\text{Cu}(\text{NH}_3)_4]^{2+}$ , por Andréas Libau (1540-1616) em 1597, também iatroquímico, aprimorou-se o estudo de compostos de coordenação (Farias, 2009).

A introdução dos compostos metálicos na forma terapêutica deu-se a partir dos estudos de Paul Erlich (1845-1915), abordando ideias de estrutura-atividade e índice terapêutico para compostos inorgânicos à base de arsênio, usados no tratamento de sífilis (Beraldo, 2005). Com os postulados da teoria de Alfred Werner, pai da Química de Coordenação, os compostos metálicos puderam ser explicados quanto à ligação química e posicionamento espacial.

Os compostos de coordenação ou complexos podem ser definidos por um composto contendo um átomo ou íon central que está circundado por ligantes. A teoria que explica a formação de complexos é ácido-base de Lewis, onde a espécie central é um ácido, receptor de pares de elétrons, e os ligantes são bases, doadores de pares de elétrons. Segundo os postulados de Alfred Werner a maioria dos elementos possui valência primária, condizendo ao estado de oxidação; e valência secundária, condizendo ao número de coordenação; contudo todos os elementos tendem a suprir suas valências primárias e secundárias (Farias, 2009).

A teoria do Campo Cristalino (TCC) subsidia a explicação das cores, propriedades magnéticas e espectroscópicas, e aspectos estruturais e termodinâmicos dos compostos de coordenação. Abordada por Hans Bethe em 1929 e modificada por Van Vleck em 1935, o postulado da TCC pressupõe que a interação metal-ligante para compostos do tipo  $[\text{ML}_6]$  é propriamente eletrostática, onde os pares isolados da espécie ligante é considerada carga pontual negativa (Farias, 2009).

A aproximação dessas cargas negativas pelos vértices de um octaedro faz com que os orbitais de subnível  $d$  do metal central sofram desdobramento do campo cristalino dos seus 5 orbitais em 2 orbitais  $e_g$ , de maior energia, e 3 orbitais  $t_{2g}$ , de menor energia. Os orbitais  $e_g$  assumem energia de  $+0,6\Delta_O$  enquanto os orbitais  $t_{2g}$  assumem energia de  $-0,4 \Delta_O$ . O estabelecimento dessas energias corrobora para a Energia de Estabilidade do Campo Cristalino.

Através da análise espectroscópica dos compostos de coordenação e consequente estudo dos espectros para ligantes diferentes para um mesmo metal central, Ryutaro Tsuchida propôs a série espectroquímica, arranjando de forma crescente, pela diferença de energia entre os orbitais  $e_g$  e  $t_{2g}$ , os ligantes; partindo dos ligantes de campo fraco até os ligantes de campo

forte. A série espectroquímica do metal central é posta em ordem crescente, onde sua variação se dá pelo aumento do número de oxidação e variação do raio eletrônico; quanto maior o NOX, menor o raio eletrônico, maior a carga e menor a distância entre M-L. A teoria ácido-base de Pearson, classifica espécies químicas quanto a variação de raio atômico, eletronegatividade, eletropositividade e estados de oxidação. (Shriver, 2008).

Entretanto, a TCC por si só não é capaz de explicar a força dos ligantes na série espectroquímica, ou a relação de diferença de energia nas transições de orbitais  $e_g$  e  $t_{2g}$ , pois a TCC considera a interação M-L meramente eletrostática, para tanto, a Teoria do Campo Ligante, subsidiada pela Teoria de Ligação de Valência (TLV) e a Teoria de Repulsão de Pares Eletrônicos da Camada de Valência (TRPECV), demonstra que a formação de ligações covalentes entre metal e ligante é por meio de Combinações Lineares Formadas por Simetria (CLFS), onde a força do ligante está relacionada com seus orbitais  $\pi$  estarem preenchidos e não preenchidos, assim, quanto mais orbitais  $\pi$  estiverem preenchidos menor será a diferença de energia  $\Delta_o$ , e quanto mais orbitais  $\pi$  estiverem incompletos/vazios maior será a diferença de energia  $\Delta_o$  (Shriver, 2008).

Os metais em medicina considerados exógenos como: Ítrio (Y), Bário (Ba), Tecnécio (Tc), Prata (Ag), Gálio (Ga), Platina (Pt), Ouro (Au), Mercúrio (Hg), Bismuto (Bi), Samário (Sm) e Gadolínio (Gd) podem ser inseridos no organismo via compostos orgânicos, que agem através da coordenação com os metais livres ou ligados a proteínas, e drogas ou compostos usados em diagnósticos para detecção e imagem. Ademais, metais considerados endógenos não estão isentos das aplicações. Os metais de transição como Manganês (Mn), Ferro (Fe), Cobalto (Co), Níquel (Ni), Cobre (Cu) e Zinco (Zn) apresentam funcionalidade nos processos metabólicos como constituintes de metaloproteínas, metaloenzimas e vitaminas (Toma, 2015).

A organização dos metais na tabela periódica mediante suas características de número e raio atômico, e conseqüente estados de oxidação e distribuição de orbitais, pode ser observada de acordo com o aumento dos períodos; nos períodos de transição 4, 5 e 6 estão compreendidos os metais de orbital  $d$  que possuem aplicações terapêuticas. Nesse sentido, os metais Fe do 4º período, Prata do 5º período, e Platina do 6º período, possuem aplicações terapêuticas.

O Ferro, elemento essencial no processo de respiração celular, também é submetido a aplicações terapêuticas, já que devido as baixas concentrações de ferro no organismo pode

influenciar no desempenho intelectual, baixa imunidade e temperatura regular do corpo; o consumo diário de ferro é de 10mg e 15mg para homens e mulheres adultos, respectivamente (Pinheiro; Porto; Menezes, 2005).

A anemia ferropriva, doença acarretada pelo baixo nível de ferro a longo prazo, pode ser tratada pela administração de compostos contendo ferro, como os sais ferrosos e férricos, assim como o complexo de ferro polimaltosado (ferripolimaltose). A dose a ser administrada é de 3mg a 5 mg/Kg/dia, no período de um a dois meses para normalizar a quantidade de hemoglobinas, e de dois a seis meses para restaurar os estoques normais de ferro do organismo. Além do tratamento da anemia, os radioacidentados por césio 137 em Goiânia no ano de 1987 foram submetidos a aplicação do complexo de ferro  $\text{Fe}_4[\text{Fe}(\text{CN})_6]_3$ , conhecido como Azul da Prússia, esse medicamento acelera a eliminação do contaminante radioativo do organismo, seja ele Césio(Cs) ou Tálcio (Tl) (Cançado; Lobo; Friedrich, 2010; Ruela; Bueno; Fonseca, 2016).

O sal de ferro, sulfato ferroso, apesar de sua eficácia no tratamento da doença atribui efeitos adversos, sendo eles pirose, epigastralgia, náusea, vômito, gosto metálico, escurecimento do esmalte dentário, dispepsia, plenitude ou desconforto abdominal, diarreia e obstipação, além da toxicidade aguda do trato intestinal mediante doses excessivas, sendo sua dose letal de 350 mg/Kg. Entretanto, o complexo de ferro polimaltosado é livre das intoxicações gastrointestinais devido ao seu tamanho molecular; sua absorção lenta em comparação ao sulfato ferroso eleva o tempo de tratamento, porém, enquanto os efeitos para o sal de ferro são de 44,7%, para a ferripolimatose é de 17,5%, e ainda assim, o sal sulfato ferroso é o mais adotado no Sistema Único de Saúde, mesmo diante dos efeitos adversos. (Cançado; Lobo; Friedrich, 2010).

Os metais dos períodos 5<sup>o</sup> e 6<sup>o</sup>, prata (Ag) e platina (Pt), são inseridos em tratamento de queimaduras e câncer. A sulfadiazina de prata, composto orgânico ligado a prata, descoberta em 1968, tem grande importância no tratamento de queimaduras, atuando na prevenção e no controle microbiano de fungos e bactérias (Ferreira; Paula, 2013). Sua utilização pode acarretar em leucopenia e, raramente, em reações alérgicas, devido à absorção da sulfadiazina. Já a platina utilizada na quimioterapia com o complexo diaminodicloroplatina,  $[\text{PtCl}_2(\text{NH}_3)_2]$ , conhecido como *cis*-platina, é usada devido a formação de ligações com o filamento de DNA, levando as células terem seu processo de divisão alterado e assim, posterior, apoptose (Neves; Vargas, 2011).

### 2.2.2 Fitofármacos na Síntese de Medicamentos

A natureza acompanha a espécie humana nos seus avanços desde os tempos mais primitivos, quando o homem começou a desbravar as propriedades dos materiais e principalmente dos produtos naturais que consumia. Assim, a ingestão de determinadas plantas garantia efeitos adversos sob o organismo, fosse ele animal ou humano; por meio da observação dos efeitos causados aos animais que os primitivos começaram a pensar nas propriedades benéficas, ou não, das plantas. (Goodman; Gilman, 2012).

Nesse contexto entram os fitofármacos, substâncias advindas de espécies vegetais que possuindo metabolismo primário, capaz de produzir substâncias para sua manutenção, como celulose, proteínas, açúcares, lipídios, dentre outras, e metabolismo secundário, responsável pela biossíntese de agentes defensivos, como alcalóides, terpenóides e derivados de fenilpropanóides. Os grupamentos funcionais presentes nas substâncias biossintetizada compreende os ácidos graxos, ésteres, hidrocarbonetos, álcoois, aldeídos, cetonas, acetilas, aminas, amidas e fenóis (Alves, 2001). Os alcalóides, representam o grupo das aminas, os quais apresentam com:

[...] pronunciadas propriedades biológicas, e cerca de 50 dos agentes farmacêuticos utilizados hoje em dia são derivados de aminas naturais. Apenas como três exemplos, a morfina, um agente analgésico, é obtida do ópio da papoula *Papaver Somniferum*. A efedrina, um broncodilatador, descongestionante e supressor de apetite, é obtida da planta chinesa *Ephedra sinica*. A cocaína, tanto um anestésico quanto um estimulante, é obtida do arbusto da coca *Eruthroxylon coca* [...] (McMurry, 2016, p. 61).

O estudo das substâncias de fontes vegetais contribuiu para a fabricação de fármacos e posteriormente medicamentos que colaboram na profilaxia de doenças, a exemplo do Ácido Acetilsalicílico, proveniente da reação de acetilação do ácido salicílico, obtido por hidrólise oxidativa da salicilina presente no Salgueiro Branco (McMurry, 2016; Luz *et al.*, 2019), usado como analgésico e antipirético; da quinina, proveniente de árvores do gênero *Cinchona*, usada como agente antimalária, por meio do uso da quinina desencadeou a descoberta da Cloroquina (Menegatti; Fraga; Barreiro, 2001), e do potencial da Capsaicina, abundante nas sementes de pimentas do gênero *Capsicum*, como supressor do câncer, podendo inibir início, promoção e progressão do câncer (Oliver, 2016). Entretanto, a presença de íons inorgânicos como Sódio (Na), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Cromo (Cr) podem ser atribuído às propriedades farmacológicas de um extrato vegetal e não propriamente ao princípio ativo orgânico (Sixel; Pecinalli, 2005).

Apesar da importância das plantas medicinais para o estudo e desenvolvimento dos fármacos, esta não é a fonte predominante na obtenção de medicamentos, pois até 1991 dos 866 medicamentos usados, 680 são de origem sintética, representando 79%, e o percentual restante corresponde aos de origem natural ou semissintética (Menegatti; Fraga; Barreiro, 2001). Dado o volume de fármacos sintéticos é mister que seu desenvolvimento seja pensado levando em conta a rota metabólica (farmacocinética) e sua interação no organismo (farmacodinâmica) - demonstrando a importância do modelo de Emil Fischer neste último – para que o metabolismo dos fármacos seja promovido pelas enzimas, biotransformando - os em metabólitos e que posteriormente sejam excretados, de acordo com sua afinidade, pelas vias polares ou apolares, evitando acúmulos no organismo (Pereira, 2007).

É na síntese de fármacos que a Química Orgânica se faz presente, no que diz respeito aos compostos não coordenados, essa área da Química que predispõe a síntese de moléculas com fins medicamentosos, e por intermédio do grau de pureza da matéria-prima, das etapas reacionais e da metodologia de síntese aplicada, o maior rendimento sob o menor custo é objetivado de forma que garanta sua segurança de administração. Porém, por vezes a síntese de bancada, que visa a adaptação metodológica de uma rota sintética pode não se mostrar economicamente viável para a síntese na escala de produção, pois os métodos aplicados nas etapas de purificação podem elevar expressivamente o valor final (Barreiro, 1991). Uma ferramenta que auxilia a síntese de fármacos é a modelagem molecular. Por artifícios computacionais essa ferramenta fornece informações importantes na descoberta de novos fármacos, além das propriedades que influem na interação fármaco-receptor, a ferramenta possibilita o planejamento de novas moléculas que satisfaçam as condições de encaixe em um sítio receptor (Rodrigues, 2001).

### **2.3 Automedicação**

Automedicação pode ser compreendida como a ingestão de substâncias de ação medicamentosa sem acompanhamento ou prescrição de um profissional da saúde (Castro, 2007). Essa prática está envolvida com a falta de instrução e informações dos usuários, além do acesso facilitado aos fármacos pelo sistema de saúde. Apesar da ausência de prescrição médica de alguns medicamentos, como os analgésicos, esses não são isentos de serem agentes intoxicantes e precursores para efeitos adversos (Arrais, 1997; Arrais *et al.*, 2016).

### 2.3.1 Medicamentos envolvidos na automedicação

Ao tratar de automedicação é evidente o consumo de determinados princípios ativos e/ou medicamentos. Aqueles que não precisam de receita médica estão mais sujeitos a serem os mais solicitados justamente pelo fácil acesso. Segundo Arrais *et al.* (2016), os medicamentos mais consumidos são analgésicos, relaxantes musculares, antiinflamatórios e antirreumático, e vitaminas. Já os princípios ativos são dipirona, cafeína, paracetamol e diclofenaco, além da presença de mais de um princípio ativo com eles.

Estudo semelhante dos medicamentos presentes na automedicação realizado por Arrais (1997) demonstrou a permanência dos analgésicos, em seguida de congestionante nasal, antiinflamatórios e antirreumático, antimicrobianos e vitaminas. Com os princípios ativos dipirona, ácido acetilsalisílico, cafeína, ácido ascórbico, diclofenaco, etiniestradiol e paracetamol, sendo participantes dos medicamentos mais solicitados.

Segundo levantamento de Llata *et al.* (2022) observou-se que os medicamentos mais utilizados foram analgésicos, vitaminas e antitérmicos. No estudo não há levantamento dos princípios ativos. Cabe ressaltar a diferença entre os estudos citados, pelo fato histórico da pandemia da Covid-19, a permanência da busca por analgésicos e o aumento da busca por vitaminas deu-se como tentativa de prevenir os sintomas da doença covid-19 e o fortalecimento da imunidade durante o período.

### 2.3.2 Descarte de medicamentos

Além da problemática envolvendo os índices de automedicação, o advento do descarte incorreto dos medicamentos é vigente nesse contexto. Mesmo que haja a indicação correta por um profissional da saúde, evitando assim em parte a automedicação, a destinação dos medicamentos não é disseminada, colaborando para o aumento da concentração de substâncias contaminantes no meio ambiente, já que, a destinação comum é o lixo doméstico (Escher *et al.*, 2019).

Gil e Mathias (2005) relatam que os principais geradores de resíduos são, em ordem decrescente, indústrias farmacêuticas, responsável por resíduos orgânicos: compostos clorados e aromáticos, e inorgânicos: sais de metais de cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e cromo (Cr); instituições de ensino e pesquisa, e residências e fazendas agropecuárias. Sendo esses dois últimos vias recorrentes de contaminação ao meio ambiente, às vias urbanas, a

contaminação advém dos excrementos humanos e consequente contaminação do esgoto pelos fármacos, e o descarte indiscriminado no lixo doméstico; às vias rurais, a contaminação advém do uso de antibióticos, hormônios em rações e agentes parasitários em animais, os excrementos desses animais em cursos de água e no solo contaminam águas subterrâneas.

A concentração desses contaminantes em fontes de água é da ordem de nanogramas por litro ( $\text{ng.L}^{-1}$ ) e microgramas por litro ( $\mu\text{g L}^{-1}$ ), o que foge do controle das Estações de Tratamento de Água (ETA) e Esgoto (ETE), já que as partículas monitoradas são da ordem de miligramas por litro ( $\text{mg. L}^{-1}$ ), logo, os fármacos presentes nesses corpos de água estão sujeitos à bioacumulação, seja nos animais aquáticos, sejam nos próprios seres humanos. Dentre os tipos de fármacos mais identificados no meio ambiente estão os antipiréticos, analgésicos, antibióticos, anti-inflamatórios, antidepressivos, quimioterápicos, contraceptivos, hormônios, dentre outros. As consequências da presença de fármacos no meio em questão promovem o aumento da resistência à antibióticos de microrganismos, mutação genética de espécies aquáticas e elevação no custo dos processos de pureza da água (Costa Junior, Pletsch; Torres, 2014).

Pensando nisso, o decreto nº 10.388 estabelecido em 2020, regulamenta o sistema de logística reversa de medicamentos de uso humano que estejam vencidos ou em desuso. Em seu artigo terceiro é definido por logística reversa o conjunto de ações, procedimentos e meios que viabilizam o retorno de medicamentos e suas embalagens ao setor empresarial para sua destinação ambientalmente adequada (Brasil, 2020). Acessando o site <https://www.descarteconsciente.com.br>, é possível conferir as empresas participantes do sistema de logística reversa, e descobrir, pelo endereço qual o local mais próximo para o descarte correto dos medicamentos vencidos ou em desuso.



### 3 UNIDADE EXPERIMENTAL

#### 3.1 Revisão da Literatura sobre o tema

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica no Google Acadêmico, Scielo, revistas científicas, trabalhos científicos e livros físicos e virtuais, por meio de palavras chaves, sobre o tema fármacos e medicamentos envolvendo os conceitos, história, princípios ativos dentre outros, voltados para o ensino de Química.

#### 3.2 Testes experimentais

Para a realização dos experimentos na escola-campo foram conduzidos testes experimentais no laboratório de química da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como descrito a seguir:

##### 3.2.1 *Paracetamol*

O protocolo experimental para a extração do princípio ativo em comprimidos de paracetamol e sua identificação por teste qualitativo foi realizado pela metodologia descrita por Bolzan, Angnes e Sandri (2020), descrita a seguir:

Em uma balança analítica de marca Shimadzu, modelo AUY220, pesou-se cinco comprimidos de paracetamol com massa aproximada de 0,5g de amostra (1 comprimido de paracetamol), a fim de macerá-los separadamente com almofariz e pistilo de porcelana. Em cinco béqueres de 50 mL identificados de 1 a 5, transferiu-se 10 mL de etanol 99,8% com auxílio de uma proveta de 10 mL e juntou-se aos comprimidos macerados em cada béquer contendo etanol.

Em seguida, agitou-se a mistura etanol:paracetamol por meio de um agitador magnético da marca Fisatom, sem aquecimento, por cerca de 5 minutos utilizando cronômetro digital, a fim de promover a extração máxima. Após agitação magnética, transferiu-se a mistura para tubos de ensaios cônicos, os quais foram submetidos a centrifugação, por cerca de 5 minutos na rotação de 4 rpm, utilizando uma centrífuga de marca Excelsa Baby. Esta etapa tem

como objetivo separar outros componentes presentes nos comprimidos e obter um extrato do paracetamol.

Após centrifugação, tarou-se cinco béqueres para cálculo do rendimento. O extrato obtido foi transferido para os béqueres. Posteriormente, aqueceu-se em estufa BIOPAR, modelo S80ST, a  $105^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$  por 2 horas. Em seguida, os béqueres com os resíduos foram retirados e armazenados em dessecador com sílica gel e pesados até peso constante. A fim de avaliar a pureza do paracetamol extraído, determinou-se o ponto de fusão de três amostras, por meio do equipamento Fisatom, modelo 431d.

Para a identificação do paracetamol, realizou-se um teste qualitativo, de acordo com o protocolo recomendado pela Farmacopeia Brasileira (ANVISA, 2019). Para esse teste, foi preparada uma solução contendo cerca de 0,1278g do paracetamol com 10 mL de água destilada e 100 mL da solução de cloreto férrico,  $\text{FeCl}_3$ , 1% (m/V). Em seguida, adicionou-se ao volume da solução de paracetamol cerca de 5 gotas da solução de cloreto férrico, a fim de desenvolver uma solução de coloração azul violeta.

### 3.2.2 *Ácido Acetilsalicílico*

O protocolo experimental para o teste qualitativo de identificação do ácido carboxílico presente no AAS foi por meio da reação com bicarbonato de sódio, segundo metodologia descrita por Pazinato *et al.* (2012), descrita a seguir.

No teste qualitativo com AAS foi utilizado 0,7745g, relativo a soma da massa de 5 comprimidos do medicamento em 10 mL de água destilada a fim de preparar uma suspensão de 5% (m/V) em relação a quantidade do princípio ativo de 100mg no medicamento, e utilização de uma alíquota de 2mL em um tubo de ensaio. A uma solução saturada, recém-preparada, de Bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ) foi adicionada gota a gota, a suspensão de AAS, até observação da liberação de gás.

## 3.3 Planos de aulas e roteiros experimentais

Foram elaborados planos de aulas com carga horária de 2h/aula e roteiros experimentais (Apêndices A e B), a fim de trabalhar reações químicas qualitativas que

identifiquem a presença dos grupos funcionais fenol no Paracetamol e ácido carboxílico no Ácido acetilsalicílico.

### 3.4 Intervenções

Numa escola da rede estadual de ensino de período integral localizada em Goiânia-GO, participaram cerca de 64 estudantes de três turmas do 3º ano do Ensino Médio, na disciplina de Química. Foram realizadas três intervenções teóricas-experimentais, a fim de estudar os conceitos químicos e identificação de grupos funcionais no AAS e paracetamol, por meio de aulas dialogadas e contextualizadas.

No primeiro momento, o tema fármacos e medicamentos foi introduzido de forma oral na sala de informática, a fim instruir os estudantes sobre os conceitos gerais, organização da proposta na construção do conhecimento científico, além de preenchimento do primeiro formulário eletrônico (Apêndice C), denominado “Abordagem Inicial”. No segundo momento, no laboratório de ciências foram realizadas as atividades experimentais, onde os estudantes de cada turma foram divididos em 10 grupos, contendo cerca de dois a três integrantes. Cada grupo dispunha dos materiais expressos no quadro 1 conforme cada experimento proposto. Mediante a leitura do roteiro experimental, os estudantes puderam realizar a atividade, realizando anotação de suas observações sobre os experimentos. No terceiro momento, novamente na sala de informática, houve a discussão do procedimento executado em laboratório e preenchimento do segundo formulário eletrônico (Apêndice C), denominado “Abordagem Final”.

Quadro 1 - Materiais necessários para os experimentos propostos

<b>Experimento com AAS</b>	<b>Experimento com Paracetamol</b>
10 Estantes para tubo de ensaio	2 Béqueres 50 mL
10 Tubos de ensaio	100 mL Solução aquosa de Paracetamol 1%
1 Béquer 50 mL	100 mL Solução aquosa de Cloreto Férrico 15
100 mL Sol. Saturada de NaHCO <sub>3</sub>	1 Pipeta de Pasteur
100 mL Suspensão Aquosa de AAS 5%	-

1 Pipeta de Pasteur	-
---------------------	---

### 3.5 Diagnóstico do Aprendizado

Foram elaborados dois questionários eletrônicos avaliativos em forma de perguntas qualitativas sobre a temática fármacos e medicamentos usados como geradores de conhecimentos no ensino de Química Orgânica (Apêndice C). O primeiro visou o levantamento das informações dos estudantes sobre o tema e das concepções sobre medicamentos, princípio ativo, automedicação e resíduos. O segundo visou o diagnóstico sobre a experimentação no ensino de química, por meio de registros e discussão dos dados das análises qualitativas e avaliação das conclusões geradas.

Os resultados foram tabulados e transcritos, a fim de avaliar até que ponto a proposta de ensino contribuiu para a evolução dos conceitos químicos com a temática. Com base no perfil dos dados, a aprendizagem em Química estará vinculada aos seguintes questionamentos: ocorreu a assimilação conceitual dos fármacos e medicamentos? Os estudantes adquiriram novas formas de ver e pensar sobre o uso da automedicação? A temática apresentada na forma de aulas dialogadas e experimentais despertou o interesse dos estudantes com a disciplina de Química?

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo serão apresentados os resultados e discussão das intervenções realizadas na escola-campo, a coleta de dados, as atividades educacionais propostas e a análise dos dados, de acordo com os objetivos específicos do TCC.

### 4.1 Fármacos e medicamentos como tema gerador de conhecimentos.

A análise do perfil dos estudantes mostra que se trata de jovens na faixa etária entre 17 e 19 anos, que estudam em período integral no sistema público de educação, com interesse em concluir o ensino médio, porém apenas alguns pretendem seguir para o ensino superior. A educação em período integral desempenha um papel fundamental no desenvolvimento educacional e socioemocional dos estudantes, proporcionando uma série de benefícios de ampliação do tempo de aprendizagem, ou seja, mais tempo para aprofundar conhecimentos em diversas disciplinas, explorar áreas curriculares e participar de atividades práticas.

Nesse sentido, o desenvolvimento das atividades curriculares propostas nesse TCC, tais como as aulas experimentais, permitiram abordar não apenas os conteúdos acadêmicos, mas também a oportunidade em vivenciar na prática análises de identificação analítica de grupos funcionais, nas quais geralmente, são abordadas exclusivamente nos livros textos adotados pelos professores.

Outra questão importante no tema foi a implementação de atividades voltadas para o desenvolvimento socioemocional dos estudantes, ao promover a realização de experimentos em grupo e despertar a empatia, resiliência, trabalho em equipe e autoconhecimento. Além disso, o tema fármacos e medicamentos é muito utilizado em questões de Química Orgânica, destinadas aos vestibulares e processos seletivos.

A Química Orgânica está intrinsecamente relacionada com a vida e por muito tempo foi considerada como a Química dos produtos naturais de origem animal e vegetal e conhecida como a química dos compostos de carbono (Pazinato *et al.*, 2012). No entanto, ela aborda vários temas como, os fármacos e os medicamentos, nos quais podem contextualizar diversos conteúdos escolares (ex. funções orgânicas) com assuntos pertinentes à sociedade (ex. automedicação e geração de resíduos), levando em consideração não somente a aplicação de

conceitos, mas também o desenvolvimento de estratégias que despertem a preocupação com os impactos sociais (Marcondes *et al.*, 2009).

O propósito do ensino de química por meio de temas do cotidiano foi contextualizar e tornar crucial que as abordagens fossem investigativas para os estudantes, a fim de que eles pudessem adquirir entendimentos e reflexões sobre a compreensão de assuntos específicos. Essa abordagem emergiu como uma ferramenta vital para a construção de significados. Assim, os fármacos e medicamentos foram usados como temas geradores de conhecimentos no ensino de Química Orgânica e Bioinorgânica, pois eles são constituídos por diversas substâncias químicas que apresentam, em sua estrutura, inúmeras funções orgânicas, as quais podem ser identificadas por ensaios analíticos (Pazinato *et al.*, 2012). Ademais, a temática, além de ser rica conceitualmente, permitiu discutir a relação entre as estruturas químicas das moléculas do paracetamol, dipirona e AAS, e as influências que elas têm no corpo humano.

#### **4.2 Extração e Identificação de Fármacos e Medicamentos**

A experimentação desempenha um papel fundamental no ensino de Química, proporcionando uma série de benefícios que enriquecem a aprendizagem dos estudantes (Giordan, 1999). Ela os envolve de forma ativa, permitindo-os a manipulação de substâncias, soluções, equipamentos e procedimentos práticos, promovendo-os a participação direta no processo de aprendizagem.

No entanto, para que um experimento seja usado em sala de aula é fundamental e indispensável que ele seja testado e analisado, para proporcionar oportunidades aos estudantes a visualização e compreensão de conceitos químicos abstratos por meio de observações práticas e resultados tangíveis. Além disso, a experimentação desafia os estudantes a formular hipóteses, realizar análises críticas dos resultados e tirar conclusões. Isso promove o desenvolvimento do pensamento crítico e da capacidade de resolver problemas.

Dessa forma, os testes experimentais conduzidos previamente no laboratório de Química possibilitaram a avaliação da metodologia dos experimentos para que posteriormente fossem aplicados na escola-campo. Assim, a extração do princípio ativo do paracetamol pôde ser avaliada por meio da média de rendimento e ponto de fusão que o caracteriza.

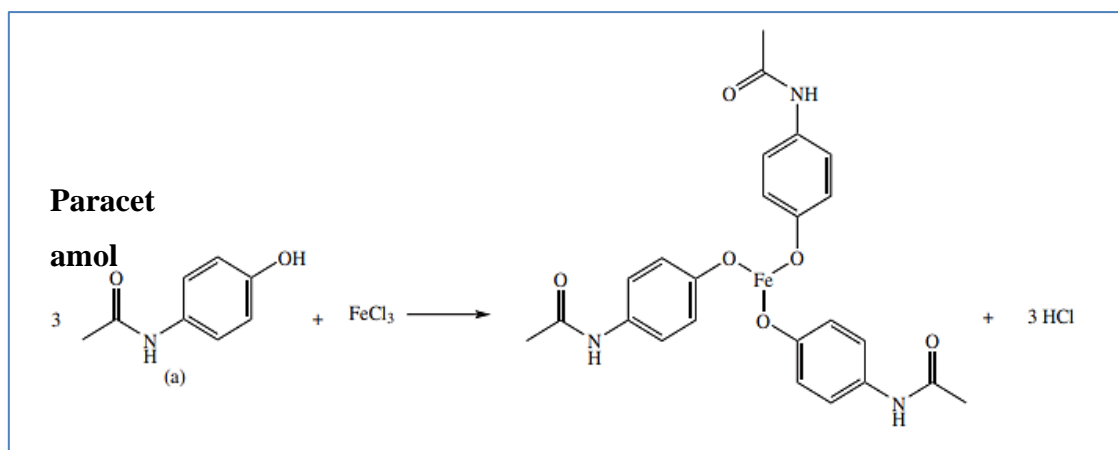
Os resultados do processo de extração estão apresentados na tabela 1. Observou-se que o rendimento médio foi de  $86,1\% \pm 3,8$ . O ponto de fusão médio foi de  $172,1 \pm 0,4$  °C, condizente ao relatado aos valores descritos por Bolzan, Gomes e Sandri (2020).

Tabela 1 – Rendimento da extração do paracetamol em comprimidos comerciais

Massa Béquer (g)	Massa Comprimido (g)	Massa Béquer + Paracetamol (g)	Massa Paracetamol (g)	Rendimento (%)
30,4455	0,5458	30,8808	0,4353	79,8%
30,0065	0,5407	30,4767	0,4702	87,0%
29,9099	0,5425	30,3878	0,4779	88,1%
30,3209	0,5403	30,8135	0,4926	91,2%
30,6776	0,5472	31,1403	0,4627	84,6%
<b>Média</b>			0,4677	86,1%
<b>Desvio Padrão</b>			0,01900	3,8%

Dessa forma, pode-se observar que a técnica de extração do paracetamol em comprimidos foi avaliada com ênfase específica em otimizá-la e propor um procedimento viável para o ensaio de identificação e confirmação da presença de grupos funcionais, como amida e fenol. Nesse trabalho, o grupo fenol foi identificado com solução de  $\text{FeCl}_3$ , 1% (m/V), o qual forma um complexo colorido azul violeta, segundo reação química descrita na Figura 3.

Figura 3 - Reação de identificação do fenol



Fonte: Pazinato *et al.*, 2012.

Neste contexto, a otimização do experimento para ser usado nas intervenções foi o primeiro passo para inserção de uma metodologia diferenciada, a fim de introduzir conceitos de Química orgânica através da temática “Fármacos e Medicamentos”. Silva, Machado e Tunes (2013, p. 235) destacam o papel da experimentação no ensino, ou seja, “A experimentação no ensino pode ser entendida como uma atividade que permite a articulação entre fenômenos e teorias”. Desta forma, o aprender Ciências deve ser sempre uma relação constante entre o fazer e o pensar”. Ademais, Paulo Freire, em seu livro “Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa”, relata enquanto processo educativo entre formador-formando:

Ensinar inexistente sem aprender e vice-versa e foi aprendendo socialmente que, historicamente, mulheres e homens descobriram que era possível ensinar. Foi assim, socialmente aprendendo, que ao longo dos tempos mulheres e homens perceberam que era possível – depois, preciso – trabalhar maneiras, caminhos, métodos de ensinar. Aprender precedeu ensinar ou, em outras palavras, ensinar se diluía na experiência realmente fundante de aprender (Freire, 1996, p.13).

Nesse sentido, envolto pelo meio sociocultural, o ensino de Química por meio de experimentações além de ser ferramenta contribuinte ao ensino dos estudantes, também contribui para a formação do professor, enquanto troca mútua de conhecimentos, contribuindo para um ambiente de aprendizado dinâmico e enriquecedor. Deve-se ressaltar que o professor traz consigo expertise acadêmica e experiência prática, fornecendo uma base sólida e não recaindo meramente na transferência de conhecimentos aos estudantes. Por outro lado, estes com seus questionamentos, interesses e experiências individuais, enriquecem o ambiente educacional ao desafiar e ampliar os horizontes do conhecimento.

Essa interação bidirecional cria um espaço propício para o diálogo, a colaboração e o desenvolvimento mútuo. Professores podem beneficiar-se ao compreender as necessidades, interesses e desafios específicos enfrentados pelos estudantes, adaptando seus métodos de ensino e abordagens didáticas. Ao mesmo tempo, os estudantes têm a oportunidade de se engajar ativamente no processo de aprendizagem, compartilhando suas experiências, questionando conceitos e contribuindo para discussões significativas em sala de aula.

Nesse sentido, os resultados gerados das três intervenções na escola-campo foram divididos em dois momentos. Primeiro, relacionado as respostas do formulário “Abordagem inicial”, apresentado as informações prévias dos estudantes antes dos experimentos, e segundo, relacionado as respostas do formulário “Abordagem final”, após a finalização dos experimentos.



## 4.2 Abordagem Inicial

Durante a primeira intervenção foi abordado o tema fármacos e medicamentos, enfatizado a sua importância na formação dos estudantes. Inicialmente, eles foram questionados sobre os tipos de reações orgânicas que existem, quais funções orgânicas eles lembravam e em seguida, qual seria a diferença conceitual entre medicamento e remédio, a fim de contextualizar a temática e os conteúdos de química orgânica. Após introdução da temática e instruções sobre as atividades experimentais, os estudantes tiveram acesso ao formulário eletrônico que continha quatro questões. Dos 64 estudantes presentes 53 responderam o formulário eletrônico.

Sobre a primeira pergunta: “Para você, qual a importância de conhecer a Química de medicamentos de acordo com a sua vivência em sociedade?” É mister destacar algumas respostas dos estudantes e o nível de consciência sobre automedicação:

“Para mim, a química de medicamentos é importante para que as pessoas corram menos riscos de acabar ingerindo substâncias danosas para a própria saúde ou entender a funcionalidade dos medicamentos.” (Estudante A).

“É importante ter conhecimento para que não haja enganos, ou uso inadequado dos medicamentos e para o descarte correto destes.” (Estudante B).

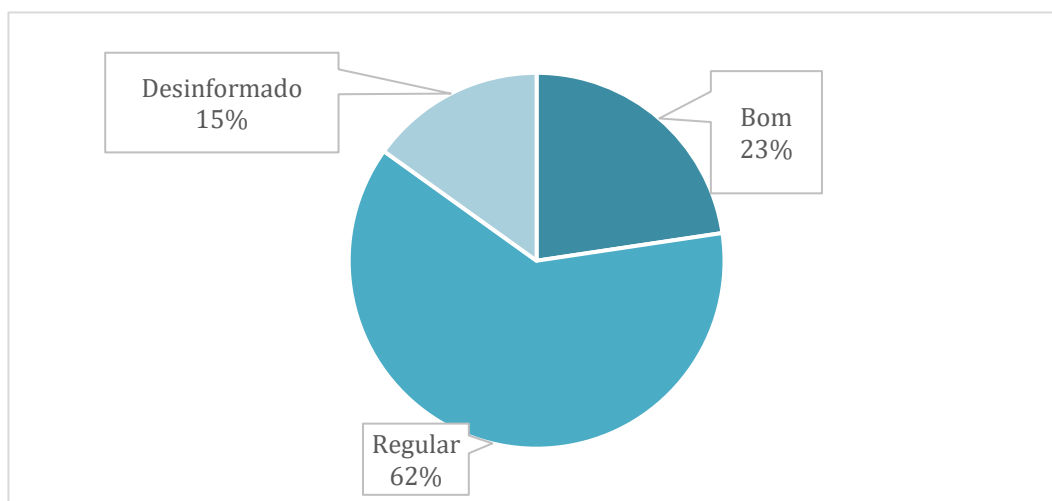
“Apreendi desde muito nova a sempre ler a bula dos medicamentos, para saber a composição e as contraindicações. (Estudante C)

“É de suma importância saber a química dos medicamentos para que serve e sua composição, assim se certificando se é seguro ingerir o medicamento ou não.” (Estudante D).

“Para não explodir nada, sem saber se pode ou não misturar algo” (Estudante E).

As próximas questões tratam do conhecimento sobre descarte de medicamentos, recomendações aceitas antes de consumi-los e a frequência com que os estudantes os consomem. A Figura 4 apresenta a relação, em percentual, de estudantes que classificam em “bom”, “regular” e “desinformado” seu conhecimento sobre o descarte de medicamentos. Dentre os 53 estudantes que responderam o formulário, 12 (23%) classificam como “bom”, 33 (62%) classificam como “regular” e 8 (15%) classificam como “desinformado”.

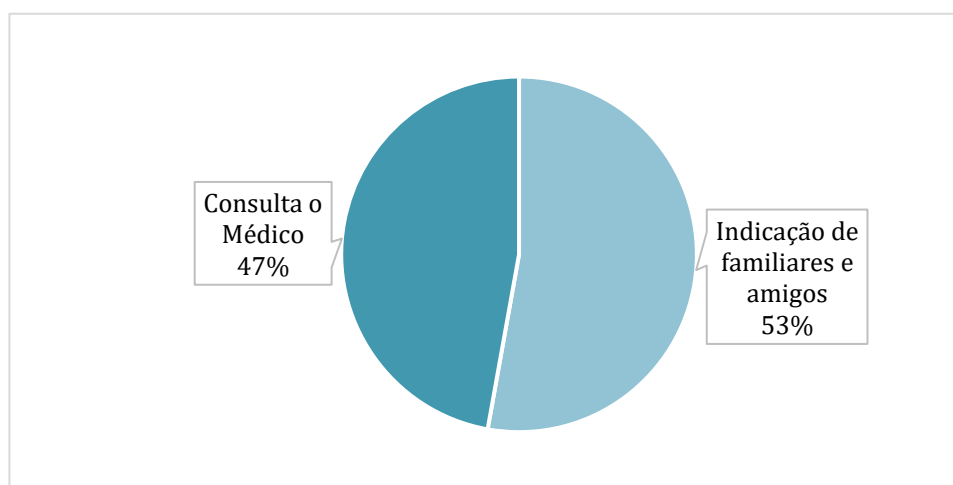
Figura 4 - Classificação dos estudantes quanto ao seu autoconhecimento sobre o descarte de medicamentos.



Fonte: Autor, 2023.

A Figura 5 apresenta, percentualmente, o comparativo entre a recomendação de um profissional da saúde e de amigos ou dos familiares quanto ao consumo de medicamentos. Dentre eles, cerca de 28 estudantes consultam amigos ou familiares (53%), enquanto 25 estudantes (47%) consultam um profissional da saúde. Apesar do posicionamento sobre o consumo seguro de medicamentos, 28 estudantes utilizam amigos e familiares como referência na ingestão de medicamentos.

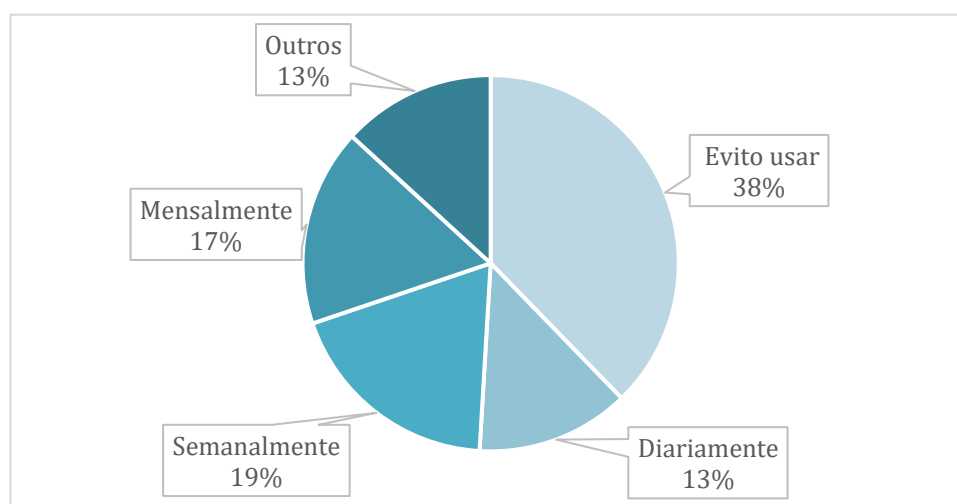
Figura 5 - Recomendação preferencial dos estudantes antes de consumir medicamentos



Fonte: Autor, 2023.

Já a Figura 6 expressa a frequência com que os estudantes consomem medicamentos. A identificação do consumo de medicamentos se dá por “evito usar”; “diariamente”, “semanalmente”, “mensalmente” e “outros”. Cerca de 20 estudantes (38%) evitam usar medicamentos, 7 consomem diariamente (13%), 10 consomem semanalmente (19%), 9 consomem mensalmente (17%) e 7 na lacuna “outros” (13%) responderam que fazem uso de medicamentos em casos de necessidades, a ressaltar duas respostas justificadas pelo uso diário: “Diariamente, pois tenho enxaqueca (Estudante A); “Porque faço um tratamento dermatológico” (Estudante B); “Diariamente, pois minha dor é constante e aguda” (Estudante C).

Figura 6 - Frequência de consumo de medicamentos conforme os estudantes



Fonte: Autor, 2023.

### 4.3 Abordagem Final

Após o preenchimento do primeiro formulário os estudantes foram direcionados ao laboratório a fim de executar a atividade prática envolvendo a temática de fármacos e medicamentos. Com roteiro experimental em mãos foi realizada leitura do procedimento experimental de forma a identificar os materiais a serem utilizados e a sua ordem. Durante a preparação da suspensão aquosa de AAS lhes foi pedido que identificassem as funções orgânicas presentes nas estruturas do AAS e Paracetamol. Ao término dos experimentos os estudantes foram questionados sobre suas observações para posterior discussão.

Em seguida, os estudantes foram instruídos a retornarem à sala de informática. O trânsito dos estudantes pelas intermediações da instituição de ensino foi considerado como obstáculo à inserção de atividades experimentais no ensino. Silva, Machado e Tunes (2013) relatam sobre a inadequação dos espaços e laboratórios para aulas experimentais, a ausência de equipamentos e reagentes essenciais e a não previsão de tempo para preparação de experiências, com organização prévia e posterior desses espaços. Nesse cenário, a atividade proposta foi influenciada quanto a direção dos estudantes para espaços diferentes, levando a alguns estudantes a dispersar sua atenção aos objetivos propostos.

A discussão dos resultados e observações no laboratório girou em torno do porquê e como as reações aconteceram, tomando por base a representação das reações químicas contidas no roteiro experimental. Perguntas como “*Por que formou bolhas?*”, no experimento com AAS e “*Por que mudou de coloração?*”, no experimento com Paracetamol, promoveram a discussão de forma que fosse especificado que a formação de bolhas era a liberação do gás carbônico (CO<sub>2</sub>), e a mudança de coloração se deu pela formação de uma substância proveniente da espécie química coordenada ao íon Fe<sup>3+</sup>. Ambos acontecimentos identificam transformações químicas. O volume das bolhas e tom de cor possibilitou a abordagem da concentração dos reagentes como fator importante na formação dos produtos.

A aplicação do formulário pós-experimento teve caráter avaliativo no sentido de buscar dos estudantes suas avaliações quanto à vivência e participação em outros procedimentos experimentais; a compreensão entre a temática e os experimentos realizados; a observação mais atrativa captada; a relação dos medicamentos apresentados como substâncias químicas; quais palavras ou expressões não foram compreendidas durante a atividade e, por fim, sua percepção sobre a interação e dinâmica abordadas nos dois momentos da atividade proposta, como forma de contribuição enquanto participantes no processo de ensino-aprendizagem.

O preenchimento do segundo formulário permitiu a obtenção de 33 respostas, uma diferença de 20 respostas em comparação ao primeiro. Isso se deve a influência do horário do transporte público sobre a permanência e participação de alguns estudantes, e em outros casos por conta da distração com outras atividades. Com 33 respostas tem-se por volta de 62 % da participação dos estudantes que começaram e finalizaram a atividade.

Quando perguntados: “Você já vivenciou algum momento em que executou um experimento químico? Quais motivações te levaram a participar ou não participar de uma

atividade experimental como essa aula de Química que tivemos?” A maioria das respostas afirmativas apontou que sim, eles fizeram parte de outras atividades experimentais, com somente duas respostas negativas. As principais motivações identificadas foram “curiosidade” e “interesse”. Entretanto, a resposta "para não explodir nada, sem saber se pode ou não misturar algo” demonstra o estereótipo que por vezes é absorvido pelos estudantes, e a partir desse ideal que possivelmente surgem curiosidades e interesses. Outro cenário possível é de sim, ter-se o estímulo dos estudantes para a promoção da Química enquanto ciência.

No que diz respeito à compreensão dos estudantes quanto ao contexto da temática abordada e os experimentos realizados algumas respostas foram formuladas a partir ocorrência de reações químicas com os medicamentos, cabendo destacar algumas como: “Os medicamentos são substâncias químicas orgânicas” (Estudante X) e “Que as reações químicas acontecem com duas substâncias, e que os medicamentos são substâncias que reagem no nosso organismo.” (Estudante Y). Paralelo a isso, os estudantes consideraram a mudança de coloração o artifício que mais lhes chamou atenção.

Consoante Silva, Machado e Tunes (2013) uma série de crenças aduzem a realização de atividades experimentais como meio de aprofundamento no ensino. Sendo os experimentos impactantes (com explosões, liberação de gases coloridos ou cheiros) colaboradores na redução do interesse dos estudantes em aprender os aspectos microscópicos, ou seja, somente o aspecto macroscópico torna-se suficiente aos estudantes. Outra crença apresentada, e observada na realização das intervenções, é o gosto dos estudantes em ir ao laboratório ou realizar atividades experimentais, porque permite a eles maior movimentação e interação, opondo-se ao ambiente da sala de aula.

Portanto, o ensino por meio de experimentações vai além de criar espetáculos com mistura de reagentes. O cenário do ensino está submetido a fatores de infraestrutura, contexto histórico-social dos estudantes e professores, bem como o entendimento do professor na aplicação de experimentações como metodologia no ensino de Química. De forma congruente, tem-se o processo de aprendizagem articulado com metodologias ativas que validam as ações realizadas pelo professor, e nesse âmbito, ambos estão sujeitos ao processo. Porém, o professor, é o mais propenso a aprender com seus processos pelo ato de ensinar, podendo avaliar os resultados de suas metodologias e assim reformulá-las.

## 5 CONCLUSÃO

O trabalho de TCC apresentou alguns desafios ao longo de seu percurso. Inicialmente, foi a delimitação do tema, pois abordar os fármacos e os medicamentos no contexto escolar envolveu uma organização didática e seleção de quais conteúdos programáticos seriam trabalhados com os estudantes na escola-campo. Desafio superado veio a elaboração das atividades propostas visando o formato experimental, não demonstrativo, almejando alternativas que fossem atrativas para os estudantes e que promovessem o diálogo e a participação, pois até o momento não se dispunha de experimentos otimizados e voltados para o ensino médio.

No decorrer da pesquisa, algumas frustrações se fizeram presentes e uma delas foi a não interação de alguns estudantes com as atividades propostas. Assim, foi necessário reavaliar as práticas pedagógicas a fim de promover a interação entre os estudantes e com o pesquisador, além de proporcionar um ambiente favorável ao processo ensino-aprendizagem. Isso gerou um sentimento de superação, pois a cada intervenção era analisado os pontos fortes e falhos durante a coleta de dados e a partir dos objetivos propostos no projeto, as metodologias foram se readequando. As trocas de experiências e o compartilhamento de informações foram fundamentais para o aprendizado sobre o tema.

Dessa forma, as intervenções foram realizadas e possibilitaram explicar de forma dialogada, os conceitos gerais de fármacos e medicamentos, assim como discutir a presença dos grupos funcionais nas estruturas moleculares do AAS e paracetamol, tanto de forma teórica, quanto por ensaios analíticos qualitativos. Um ponto forte foi a análise da automedicação e discussão do descarte adequado de medicamentos.

Contudo, apesar de ter ocorrido participações por meio das atividades propostas que contribuíram muito para que os dados fossem coletados e discutidos, muitos estudantes se dispersaram devido as mudanças físicas no ambiente escolar, ou seja, o deslocamento da sala de informática para o laboratório e vice-versa contribuiu negativamente na participação e envolvimento, apesar dos esforços relacionadas à produção de material didático, como roteiros e planos de aulas.

Considerando a aplicação dos experimentos, o envolvimento dos estudantes foi maior, principalmente na execução, observação e reflexão sobre os resultados, pois ocorreu discussão entre os pares, trabalho em equipe e interesse em saber o que estava ocorrendo visualmente, como a mudança de cor (experimento com o paracetamol) e a liberação de gás

(experimento com o AAS). Esses experimentos possibilitaram trabalhar o conteúdo de funções orgânicas de forma mais significativa e menos fragmentada, possibilitando aproximar a disciplina de Química com situações do cotidiano dos estudantes, permitindo trazer a aplicabilidade do conhecimento científico.

Neste trabalho foi possível constatar que os estudantes dizem perceber a existência das relações entre a Química e os medicamentos e que além de serem compostos químicos, os conhecimentos da área são necessários para o entendimento da automedicação e o seu descarte. Ainda, expressaram que os conhecimentos químicos são necessários para entendimento das ações dos medicamentos no organismo humano. Essas relações permitem desmistificar a ideia da disciplina de Química, como algo sem aplicabilidade e sem interesse científico.

Um tema sociocientífico que não foi abordado nesta pesquisa, mas que surgiu por meio dos relatos de alguns estudantes nas atividades propostas, diz respeito à doação de medicamentos. Portanto, sugere-se que trabalhos futuros explorem essa questão, que é polêmica, controversa e demonstra potencial para ser discutida em sala de aula. A doação de medicamentos transcende aspectos científicos e tecnológicos, apresentando complexidade e grande relevância social. Além disso, a discussão sobre a doação de medicamentos traz à tona aspectos relacionados às condições de armazenamento desses produtos nas residências. Quando há interesse em destiná-los a outra pessoa, é crucial que estejam nas condições ideais de conservação para garantir sua eficácia.

Finalmente, destaca-se a importância de abordar temas de interesse social nos ambientes escolares, visando proporcionar um ensino de Química contextualizado e significativo, além de promover a vivência da cidadania. Enfatiza-se, igualmente, a necessidade essencial de práticas em sala de aula que estimulem o interesse e cultivem a confiança na química, que, infelizmente, tem sido frequentemente subestimada e desacreditada.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, Hélio de Mattos. A diversidade química das plantas como fonte de fitofármacos. **Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 3, p. 10-15, mai., 2001.
- ANVISA, **Farmacopeia Brasileira**. 6ª ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, p. 1235-1237, 2019.
- ARRAIS, Paulo. Sérgio. Dourado., **Perfil da automedicação no Brasil**. Revista de Saúde Pública, v. 31, n. 1, p 71-77, fev., 1997.
- ARRAIS, P. S. D.; FERNANDES, M. E. P.; PIZZOL, T. S. D.; RAMOS, L. R.; MENGUE, S. S.; LUIZA, V. L.; TAVARES, N. U. L.; FARIAS, M. R.; OLIVEIRA, M. A.; BERTOLDI, A. D. Prevalência da automedicação no Brasil e fatores associados. **Revista Saúde Pública**. v. 50, supl. 2, p. 1-11, 2016.
- BARREIRO, Eliezer. Jesus. A importância da síntese de fármacos na produção de medicamentos. **Química Nova**, v. 14, n. 3, p 179-188, mai., 1991.
- BARREIRO, Eliezer. Jesus; FRAGA, Carlos Alberto Manssour. **Química medicinal : as bases moleculares da ação dos fármacos**. ed. 3, Porto Alegre: Artmed, 2015.
- BARREIRO, Eliezer. Jesus. Sobre a Química dos Remédios, dos Fármacos e dos Medicamentos. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 3, p. 4-9, mai., 2001.
- BERALDO, Heloisa. Contribuições da Química Inorgânica para a Química Medicinal. **Cadernos Temáticos da Química Nova na Escola**, n. 6, p. 4-6, jul., 2005.
- BOLZAN, Juliana Aparecida; GOMES, Sandra. Inês. Adams. Angnes.; SANDRI, Marilei Casturina Mendes. Extração do paracetamol comprimidos: uma técnica verde para o ensino de química farmacêutica. **Revista brasileira de ensino de ciências e tecnologia**. v. 13, n. 1, p. 216-239, abr., 2020.
- BRASIL. **Resolução – RE nº 1170, de 19 de abril de 2006**. Dispõe sobre o Guia Para Provas De Biodisponibilidade Relativa/Bioequivalência De Medicamentos. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2006.
- CANÇADO, Rodolfo Delfini; LOBO, Clarisse; FRIEDRICH, João Ricardo. Tratamento da anemia ferropriva com ferro por via oral. **Revista Brasileira de Hematologia e Hemoterapia**, v. 32, supl. 2, p. 114-120, 2010.
- CASTRO, H. C.; AGUIAR, M. L. P. de; BARROS, R. G. de; FREITAS, C. C.; ALCOFORADO, L. F.; SANTOS, D. O.; BARBOSA, C.; FONSECA, C.; ALÓ, C.; RANGEL, E.; TOLEDO, I.; FEITOSA, M.; RODRIGUES, C. R.; SANTOS, T.; CABRAL,



L. M. Automedicação: entendemos o risco? **Infarma: Ciências Farmacêuticas**, v. 19, n. 11/12, p. 33-36, 2007.

COSTA, Cristina. **Sociologia: Introdução à ciência da sociedade**. ed. 4. São Paulo: Moderna, 2010.

COSTA JUNIOR, I. L.; PLETSCH, A. L.; TORRES, Y. R.; Ocorrência de Fármacos Antidepressivos no Meio Ambiente – Revisão. **Revista Virtual de Química**, v. 6, n. 5, p. 1408-1431, set. 2014.

COUTINHO, Taís de Souza. Alves; SILVA, Kelly da.; BARROSO, Marco Antônio. **Além da sala de aula: relatos sobre ensino, pesquisa e extensão**. Belo Horizonte: EdUEMG, 2020.

DEMO, Pedro. **Introdução à metodologia da ciência**. ed. 2. São Paulo: Editora Atlas, 1987.

ESCHER, M. A. S.; AMÉRICO-PINHEIRO, J. H. P.; TORRES, N. H.; FERREIRA, L. F. R. A problemática ambiental da contaminação dos recursos hídricos por fármacos. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais**, n° 51, p. 141-148, mar., 2019.

FARIAS, Robson. Fernandes. **Química de Coordenação: fundamentos e atualidades**. ed. 2, São Paulo: Editora Átomo, 2009.

FERREIRA, Francis Villega; PAULA, Larissa Barbosa. Sulfadiazina de prata versus medicamentos fitoterápicos: estudo comparativo dos efeitos no tratamento de queimaduras. **Revista Brasileira de Queimaduras**, v. 13, n. 3, p. 132-139, 2013.

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

GIL, Eric de S.; MATHIAS, Ricardo. O. Classificação e riscos associados aos resíduos químicos – farmacêuticos. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 2, n. 2, p. 87-93, dez., 2005.

GIORDAN, Marcelo. O papel da Experimentação no ensino de ciências. **Química Nova na Escola**, n° 10, p 43-49, nov., 1999.

GOODMAN, Louis S.; GILMAN, Alfred. **As bases farmacológicas da terapêutica de Goodman e Gilman**. Ed 12. Porto Alegre: AMGH Editora Ltda, 2012.

LLATA, F. M.; SILVA, G. O. N.; ASSUNÇÃO, K. C.; BENDILATI, L. B.; FREITAS, T. G.; BONINI, L. M. M. Prevalência da automedicação no contexto da Covid-19 – São Paulo, Brasil. **Revista Extensão**, v. 6, n. 3, p. 22-30, ago., 2022.

LUZ, L. S.; GOMES, S. I. A. A.; SANDRI, M. C. M.; MELLO, F.; BOLZAN, J. A. Avaliação e otimização das condições de obtenção do ácido acetilsalicílico para fins didáticos. **Revista Educación Química**, v. 30, n. 02, p. 54-69, abr., 2019.

MENEGATTI, R.; FRAGA, C. A. M.; BARREIRO, E. J.; A importância da síntese de fármacos. **Química Nova na Escola**. n. 3, p. 16-22, mai., 2001.

MARCONDES, Maria Eunice Ribeiro. Proposições metodológicas para o ensino de Química: oficinas temáticas para a aprendizagem da ciência e o desenvolvimento da cidadania. **Revista Extensão**, v. 7, n. 1, nov. 2009.

MCMURRY, John. **Química Orgânica**. ed. combo. São Paulo: Cengage Learning, 2016.

NASCIMENTO, Adriano José da Silva. Química dos medicamentos: proposta de sequência didática. Monografia (TCC). Maceió: Universidade Federal de Alagoas. **Instituto de Química e Biotecnologia**, 2022.

NEVES, Amanda. P.; VARGAS, Maria. D. Complexos de Platina(II) na terapia do Câncer. **Revista Virtual de Química**, v. 3, n. 3, p. 196-209, 2011.

OLIVER, Angela M. Chapa; TENIENTE, Laura. Mejía. Capsaicin: from plants to a cancer-suppressing agent. **MDPI: Journal Molecules**, v. 21, p. 1-14, jul., 2016.

PAZINATO, M. S.; BRAIBANTE, H. T. S.; BRAIBANTE, M. E. F.; TREVISAN, M. C.; SILVA, G. S. Uma abordagem diferenciada para o ensino de funções orgânicas através da temática medicamentos. **Química Nova na Escola**, v. 34, n. 1, p. 21-25, fev., 2012.

PEREIRA, D. G. Importância do metabolismo no planejamento de fármacos. **Química Nova**, v. 30, n. 1, p. 171-177, ago., 2007.

PINHEIRO, D. M.; PORTO, K. R. A.; MENEZES, M. E. S. **A química dos alimentos: carboidratos, lipídios, proteínas, vitaminas e minerais**. Maceió: EDUFAL, 2005.

REGO, Teresa. Cristina. **Vygotsk: uma perspectiva histórico-cultural da educação**. ed. 7. Petrópolis: Vozes, 1999.

RODRIGUES, Carlos Rangel. Processos modernos no desenvolvimento de fármacos: modelagem molecular. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, n. 3, p. 43-49, mai., 2001.

RODRIGUES, Cecília.; CORREIA, Daniele. **O uso de tema medicamentos nas aulas de Química e Biologia**. Encontro de Debates sobre o Ensino de Química, n. 33, 2013. Disponível em: <https://publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/edeq/article/view/2754>. Acesso em: 10 de jun. de 2023.

RUELA, H. S.; BUENO, J. F.; FONSECA, E. B.; CARMO, A. P. F. T. Azul da Prússia: aspectos químicos, farmacológicos e de eficácia e segurança para uso como medicamento. **Arquivos Brasileiros de Medicina Naval**. v. 77, n. 1, p. 37-45, set., 2016.

SAVIANI, Demerval. **Pedagogia Histórico-crítica: primeiras aproximações**. ed. 11. São Paulo: Autores Associados, 2011.

SHRIVER, Duward. F; ATKINS, Peter. **Química Inorgânica**. ed. 4. Porto Alegre: Bookman, 2008.

SILVA, Roberto Ribeiro; MACHADO, Patrícia Fernandes Lootens; TUNES, Elizabeth  
Experimental sem medo de errar. **Ensino de Química em foco**. Ijuí: Editora UNIJUÍ, 2013.

SIXEL, Paulo. José.; PECINALLI, Ney. Roner. Características farmacológicas gerais das plantas medicinais. **Infarma: Ciências Farmacêuticas**, v. 16, n. 13-14, p. 73-77, jan., 2005.

SYDOR, Mariá Schvind. **Medicamentos e seu descarte no ensino de química: atividades educacionais envolvendo saúde e cidadania**. Dissertação (mestrado) – Curitiba: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Programa de Pós-graduação em formação científica, educacional e tecnológica. 2021.

TEIXEIRA, Anísio Spínola. **Educação e o mundo moderno**. São Paulo: Editora Nacional, 1977.

TOMA, Henrique. Eise. **Química Bioinorgânica e ambiental** – coleção de Química conceitual v. 5. São Paulo: Blucher, 2015.

VIEIRA, Lúcio. **Química, saúde & medicamentos**. Porto Alegre: UFRGS, 1996. Disponível em: [www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/medicamentos.pdf](http://www.iq.ufrgs.br/aeq/html/publicacoes/matdid/livros/pdf/medicamentos.pdf). Acesso em: 10 de jun. de 2023.

PLANO DE AULA

Professor: Jonas Mendonça Morais

Data: 22/09/2023

Instituição: CEPI Pré – Universitário

Ano escolar: 3º ano

Área de conhecimento: Química

1. Objetivos	2. Conteúdo/Cronograma	3. Metodologia	4. Avaliação
<p><b>Específicos</b></p> <p>1.1 Compreender os fármacos Ácido Acetilsalicílico e Paracetamol enquanto substâncias químicas.</p> <p>1.2 Identificar a funções orgânicas presentes nos fármacos.</p> <p>1.3 Reforçar as percepções de acontecimento de uma reação química.</p>	<p><b>Tema geral da aula</b></p> <p>- Química Orgânica</p> <p><b>Tempo previsto de duração da aula:</b></p> <p>- 2 horas-aula</p> <p><b>Subtema da aula:</b></p> <p>- Química de Medicamentos</p>	<p><b>Procedimentos de Ensino e Recursos Didáticos</b></p> <p>3.1 Procedimentos de Ensino e Recursos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Exposição do conteúdo de forma oral, acompanhado por roteiro.</li> <li>- Formação de grupos entre os estudantes</li> </ul> <p>3.2 Recursos Didáticos</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Laboratório</li> <li>- Roteiro experimental</li> <li>- Béqueres de 50 ml</li> <li>- Estante para tudo de ensaio</li> <li>- Tubo de ensaio</li> <li>- Soluções de Bicarbonato de sódio, Cloroeto Férrico, AAS e Paracetamol</li> <li>- Sala de informática</li> </ul>	<p><b>Técnica de Observação e Instrumentos de Verificação</b></p> <p>4.1. Técnica de Observação [Avaliação Formativa]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Envolvimento</li> <li>- Cooperação em grupo</li> <li>- Interesse</li> </ul> <p>4.2. Instrumentos de Verificação [Avaliação Somativa]</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Preenchimento de formulário eletrônico proposto.</li> </ul>

## APÊNDICE

### APÊNDICE A - Plano de aula para o experimento

Base Nacional Comum Curricular. Ministério da Educação. Disponível digitalmente em: [http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC\\_EI\\_EF\\_110518\\_-versaofinal\\_site.pdf](http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_-versaofinal_site.pdf).

GIORDAN, M. **O papel da Experimentação no ensino de ciências.** Rev. Química Nova na Escola, n° 10, p 43-49, Nov. de 1999.

NASCIMENTO, A. J. S. **Química dos medicamentos: proposta de sequência didática.** Monografia (TCC) – Maceió: Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Química e Biotecnologia, 2022.

---

## Química de Medicamentos

---

### 1. Introdução e objetivos

As substâncias químicas são usadas pela civilização desde a observação dos efeitos causados após consumo de elementos encontrados na natureza. Dentre elas, o uso de extratos e chás de folhas, cascas ou caules começou a ser usado de acordo com os efeitos causados, sejam eles benéficos ou maléficos.

O Ácido Acetilsalicílico (AAS), conhecido comercialmente por Aspirina, é um fármaco derivado do Ácido salicílico que é encontrado na árvore de Salgueiro Branco; a síntese do AAS (figura 1) é por meio da reação entre o ácido salicílico e anidrido acético. O AAS possui propriedade analgésica, antitérmica e anti-inflamatória.

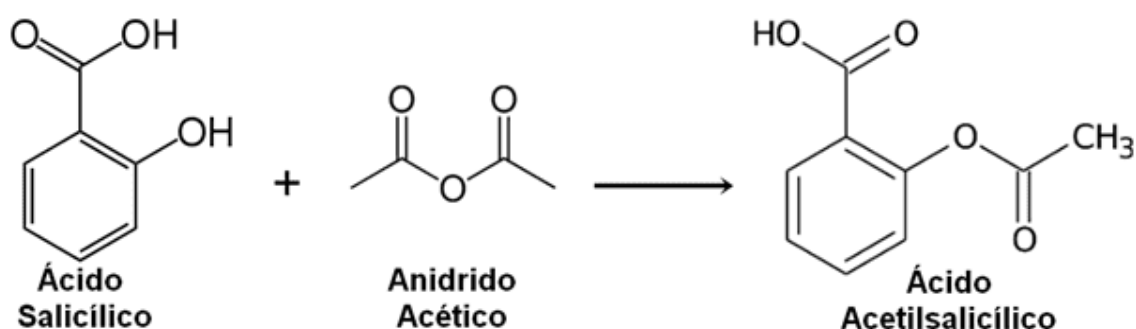
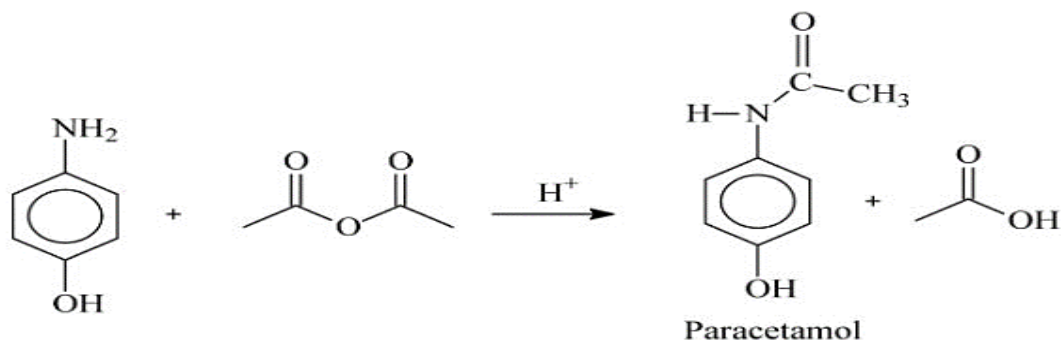


Figura 3: Reação de síntese do Ácido Acetilsalicílico

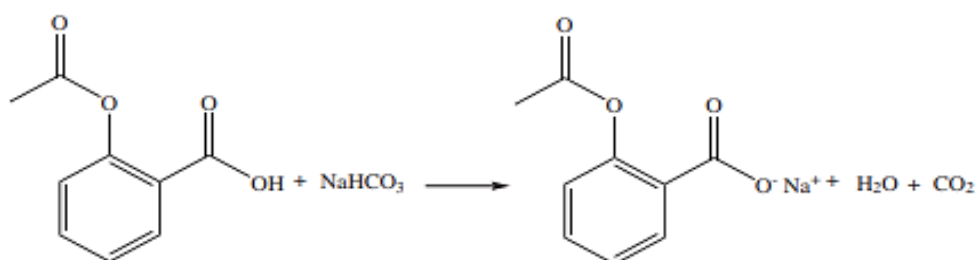
Com o aumento das civilizações fez-se necessário a introdução da síntese artificial de medicamentos, pois as fontes naturais não seriam suficientes para atender a demanda populacional. Dessa forma, o Paracetamol é um fármaco com a propriedades semelhantes ao AAS, combater dor e febre. O medicamento conhecido comercialmente por Tylenol apresenta

paracetamol em sua composição, a obtenção de paracetamol pode ser feita por alguns métodos de síntese, um deles é por meio da reação de *p*-aminofenol com anidrido acético (figura 2).



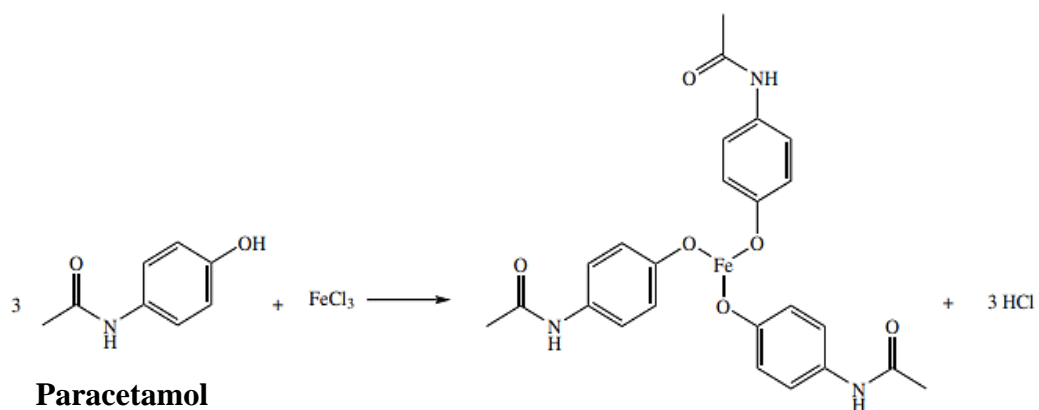
*Figura 4: Reação de síntese do Paracetamol*

Portanto, o objetivo do experimento proposto será a observação das mudanças que ocorrem na reação de neutralização do Ácido Acetilsalicílico com Bicarbonato de Sódio (figura 3) e na reação de teste para fenol em Paracetamol com Cloreto Férrico (figura 4).



**Ácido Acetilsalicílico**

*Figura 3: Reação de neutralização do AAS.*



*Figura 4: Teste de Fenol com Paracetamol.*

## 2. Materiais e Reagentes

- Estante para tubo de ensaio
- Tubo de ensaio
- Béquer 50 mL
- Pipeta de Pasteur
- Solução saturada de Bicarbonato de Sódio ( $\text{NaHCO}_3$ )
- Suspensão aquosa de Ácido Acetilsalicílico 5% (Aspirina)
- Solução aquosa de Cloreto Férrico 1% ( $\text{FeCl}_3$ )
- Solução aquosa de Paracetamol 1%

## 3. Procedimento Experimental

### 3.1. Experimento com Ácido Acetilsalicílico

No tubo de ensaio após adição da alíquota de 2 mL da suspensão aquosa recém preparada de AAS, adicione cerca de 10 gotas da solução saturada de bicarbonato de sódio ( $\text{NaHCO}_3$ ), observe e anote se houve mudança de temperatura e aspectos durante a reação. É importante levar em consideração o estado inicial dos reagentes em comparação com o produto formado ao final da reação.

### 3.2. Experimento com Paracetamol

No béquer de 50 mL adicione cerca de 10 mL de solução de Paracetamol, posteriormente, adicione gota a gota da solução aquosa de Cloreto Férrico 1% ( $\text{FeCl}_3$ ), com no máximo 10 gotas. Observe e anote se houve mudança de temperatura e aspectos. Atente-se novamente para o estado inicial dos reagentes em comparação com o produto final.

## Bibliografia

GOODMAN, L. S.; GILMAN, A. et al. **As bases farmacológicas da terapêutica de Goodman e Gilman** - 12. ed.- Porto Alegre: AMGH, 2012.

MCMURRY, J. **Química Orgânica**. – Combo ed. – São Paulo: 2016.

BARREIRO, E. J. **Sobre a Química dos Remédios, dos Fármacos e dos Medicamentos**. Química Nova na Escola: Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola, n. 3, mai. 2001.

## APÊNDICE C - Formulários Avaliativos



## Abordagem inicial - Medicamentos

Olá, este questionário serve como fonte de pesquisa para o meu estágio realizado no CEPI Pré-Universitário. Gostaria de sua atenção ao responder as perguntas, pois sua contribuição agrega para minha formação como futuro professor. Obrigado!

**Para você, qual a importância de conhecer a Química de medicamentos de acordo com a sua vivência em sociedade? \***

Sua resposta \_\_\_\_\_

**Como você avalia seu entendimento sobre o uso e descarte de medicamentos? \***

- Regular
- Desinformado
- Bom

**Você preferencialmente consulta um médico antes de ingerir medicamentos ou segue indicações de familiares e amigos? \***

- Consulto um profissional da saúde
- Sigo indicação de familiares e amigos



**Com qual frequência você consome medicamentos analgésicos (contra dor)? \***

Use o campo "outro" para descrever sua escolha referente ao consumo de medicamentos contra dor.

Exemplos:

1 - "Meu consumo é diário, pois tenho enxaqueca"

2 - "Evito usar, pois penso ser melhor não consumir"

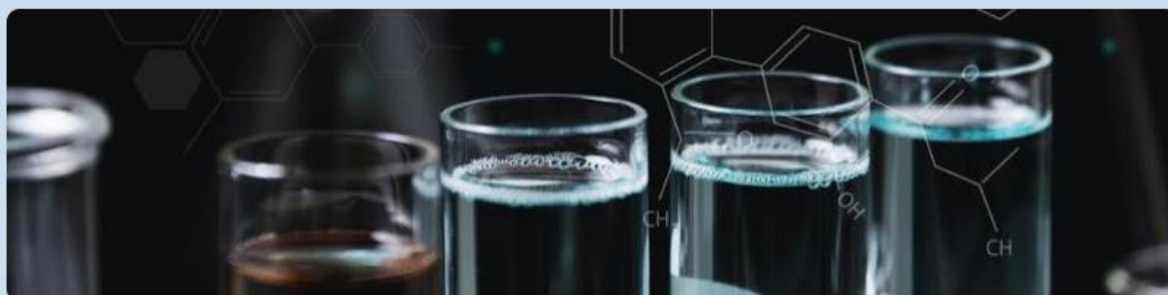
Evito usar

Diariamente

Semanalmente

Mensalmente

Outro: \_\_\_\_\_



## Abordagem final - Experimentação

Olá, este questionário é referente ao experimento que realizamos com os medicamentos. Gostaria de sua atenção ao responder as perguntas, pois sua contribuição agrega para minha formação como futuro professor. Obrigado!

**Você já vivenciou algum momento em que executou um experimento químico? \*  
Quais motivações te levaram a participar ou não participar de uma atividade experimental como essa aula de Química que tivemos?**

Sua resposta \_\_\_\_\_

**Como você compreendeu a apresentação do contexto de medicamentos e fármacos aliado ao experimento realizado? \***

Sua resposta \_\_\_\_\_

**Para você, o que mais te chamou atenção no experimento? Qual detalhe foi mais importante para você? \***

Sua resposta \_\_\_\_\_

**O meu tom de voz, o meu vocabulário e as expressões utilizadas foram compreensíveis para você? Da forma que conduzi o experimento você conseguiu acompanhar? \***

Sua resposta \_\_\_\_\_

**Quais palavras ditas durante o experimento que você não sabe o significado? \***

Exemplo:

1. fármaco
2. substância
3. solução

Sua resposta \_\_\_\_\_