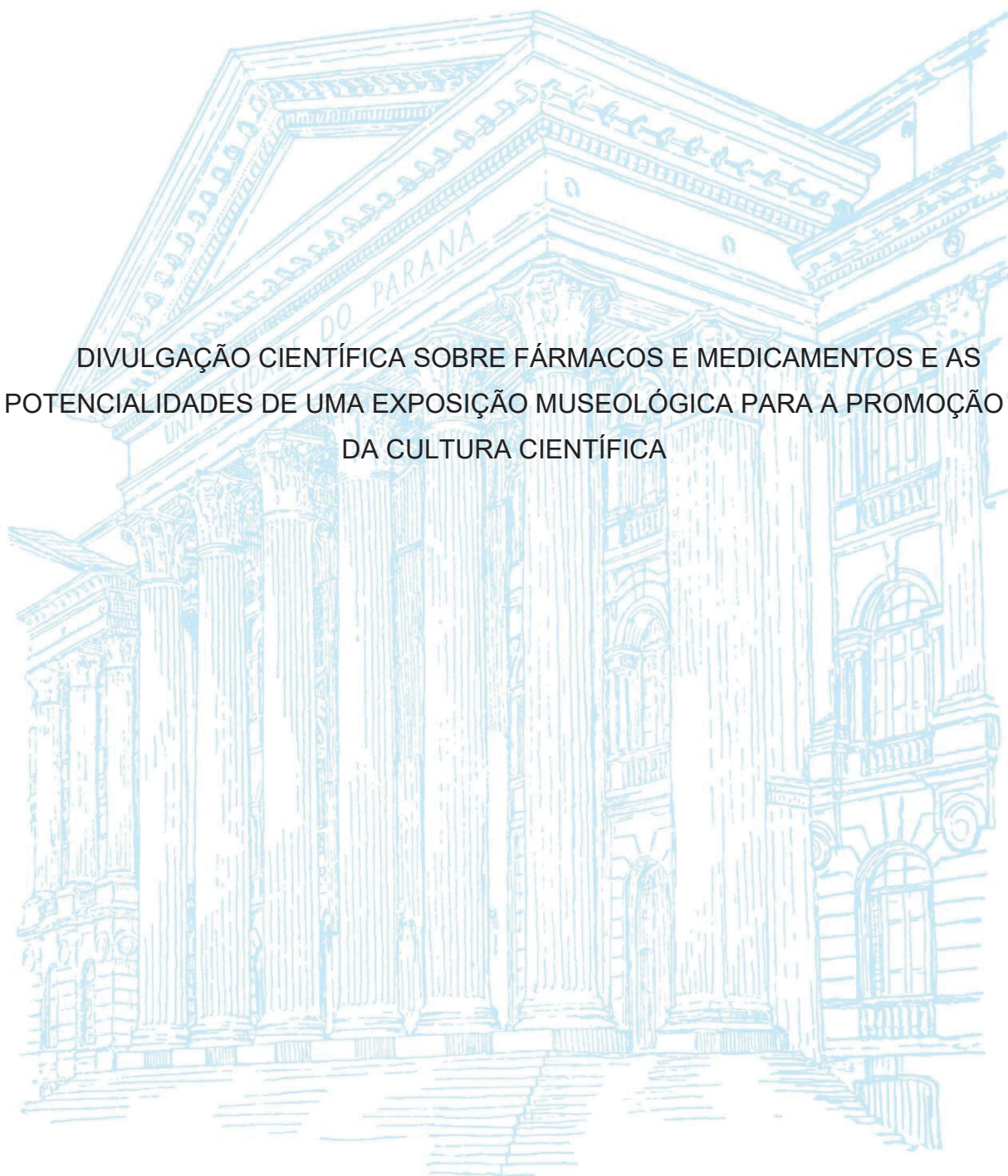


UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PAULINE HENRIQUE FERNANDES

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE FÁRMACOS E MEDICAMENTOS E AS
POTENCIALIDADES DE UMA EXPOSIÇÃO MUSEOLÓGICA PARA A PROMOÇÃO
DA CULTURA CIENTÍFICA



CURITIBA

2022

PAULINE HENRIQUE FERNANDES

DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE FÁRMACOS E MEDICAMENTOS E AS
POTENCIALIDADES DE UMA EXPOSIÇÃO MUSEOLÓGICA PARA A PROMOÇÃO
DA CULTURA CIENTÍFICA

Dissertação apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Química, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa e Pós-Graduação em Química em Rede Nacional – ProfQui.

Área de Concentração: Ensino de Química

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Camila Silveira da Silva

CURITIBA

2022

CATALOGAÇÃO

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
SISTEMA DE BIBLIOTECAS – BIBLIOTECA CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Fernandes, Pauline Henrique.

Divulgação científica sobre fármacos e medicamentos e as potencialidades de uma exposição museológica para a promoção da cultura científica. / Pauline Henrique Fernandes. – Curitiba, 2023.

1 recurso on-line : PDF.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional - ProfQui.

Orientadora: Profa. Dra. Camila Silveira da Silva.

1. Divulgação científica. 2. Museus. 3. Química (Ensino médio). 4. Fármacos. I. Silva, Camila Silveira da. II. Universidade Federal do Paraná. Programa de Pós-Graduação em Química em Rede Nacional - ProfQui. III. Título.

Bibliotecário: Nilson Carlos Vieira Júnior CRB-9/1797

TERMO DE APROVAÇÃO



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR DE CIÊNCIAS EXATAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO QUÍMICA EM REDE
NACIONAL - 31001017169P2

TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação QUÍMICA EM REDE NACIONAL da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da dissertação de Mestrado de **PAULINE HENRIQUE FERNANDES** intitulada: **DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA SOBRE FÁRMACOS E MEDICAMENTOS E AS POTENCIALIDADES DE UMA EXPOSIÇÃO MUSEOLÓGICA PARA A PROMOÇÃO DA CULTURA CIENTÍFICA**, sob orientação da Profa. Dra. CAMILA SILVEIRA DA SILVA, que após terem inquirido a aluna e realizada a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

A outorga do título de mestra está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

CURITIBA, 27 de Julho de 2022.

Assinatura Eletrônica

02/08/2022 12:31:53.0

CAMILA SILVEIRA DA SILVA

Presidente da Banca Examinadora

Assinatura Eletrônica

02/08/2022 16:29:15.0

TATIANA RENATA GOMES SIMÕES

Avaliador Interno (UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ)

Assinatura Eletrônica

02/08/2022 18:18:09.0

ELOI TEIXEIRA CÉSAR

Avaliador Externo (UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA)

Departamento de Química - Centro Politécnico - CURITIBA - Paraná - Brasil

CEP 81531-980 - Tel: (41) 3361-3396 - E-mail: profqui@ufpr.br

Documento assinado eletronicamente de acordo com o disposto na legislação federal Decreto 8539 de 08 de outubro de 2015.

Gerado e autenticado pelo SIGA-UFPR, com a seguinte identificação única: 211805

Para autenticar este documento/assinatura, acesse <https://www.prppg.ufpr.br/siga/visitante/autenticacaoassinaturas.jsp> e insira o código 211805

*Dedico a todos aqueles que ficaram pelo
caminho..., mas escolheram ser eles
mesmos!*

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos à Capes, pela Bolsa concedida; aos professores do PROFQUI/UFPR pela formação durante as aulas; à Professora Doutora Camila Silveira da Silva pela orientação da pesquisa; à Banca de Qualificação e Defesa Professora Doutora Tatiana Renata Gomes Simões e Professor Doutor Eloi Teixeira César pelas contribuições ao trabalho; ao Grupo de Pesquisa de Educação em Ciências/UFPR pelas aprendizagens coletivas; ao Museu da História da Medicina do Paraná pela acolhida para a realização do trabalho de campo; e ao Colégio Estadual Herbert de Souza pelo apoio para a realização do Mestrado.

Gostaria de agradecer também à Thayse Geane pela rica e abençoada mais que revisão, Flavia Zanforlim pela revisão e amizade infinita! Amélia Sato pelo carinho e disposição em ajudar com as fotos! Denise Medeiros, Natalia Fernandes e Geisiely pelo auxílio na composição do Produto Educacional! À Flávia Zornoff pelos livros e materiais todos, e por todas as palavras de incentivo! À Aline Kundlatsch pelas primeiras luzes da revisão, pela amizade e palavras de apoio! Ao Emerson Pucha pelas infinitas leituras e correções, por todo amor e amizade! Agradeço do mais profundo de mim à minha família: Luiz Patrício melhor pai do mundo pra mim, a Davine melhor mãe do mundo, escolhida por Deus para estar comigo, que à sua maneira sempre me incentivaram a estudar, às minhas irmãs Mariany e Jovine, à minha vizinha Tereza Fernandes, minhas tias Joaquina, Tereza e Dirce por acreditarem quando eu não acreditava mais a minha sogra e amiga Edilene Pucha e aos meus amigos que torceram e torcem sempre, ajudaram e ajudam infinitamente muito com tudo que eu preciso! Sou muito abençoado de ter todos vocês em minha vida! Pessoas boas que me fortalecem, inspiram e revigoram!

Se você é minha amiga ou amigo e está lendo isso, possivelmente eu já te agradei! Talvez a maior riqueza desse processo acadêmico foi me ver quebrada física e emocionalmente, pois assim descobri o quanto minhas relações são revitalizantes e o quanto Deus está comigo e com todos! Vou agradecer nominalmente os que em algum momento leram ou pararam suas vidas para me ajudar com o mestrado, seja para ajudar com as disciplinas, me auxiliando na minha rotina para que eu tivesse mais tempo para me dedicar aos estudos, ou ainda por me fazer parar, respirar, comer, me cuidar, ver a lua e pegar sol! Compartilho que

tenho até medo de começar a listar, pois corro o risco de esquecer alguém, mas vamos lá!

Muito obrigada Fernando Costa e Adriana pela parceria para estudar e pela amizade! Fernando Lorena pelas trocas de figurinhas! João Rafael e Thais Garcia pelos cafés! Padre José e Padre Kristo por rezarmos juntos! Jair e Leticia pela paciência e sempre sábias palavras! Adriana, Sandra, Marilene e toda a equipe gestora do Colégio Estadual Herbert de Souza pela amizade e apoio profissional, fundamental nesse período! Talita Nascimento e Vanderson Santos pelo apoio e leitura crítica, que me ajudaram a ter outras visões da universidade e do meu próprio trabalho! Lúcia Magalhães pelo auxílio com a ortografia! Adeline por me ajudar de coração e sempre com boa vontade nos diferentes momentos dos diferentes cursos que fizemos juntas nesse trajeto! Ana Carla Borile por ter sempre uma palavra realista de ânimo! Natasha por me acolher nas minhas crises e me apresentar o PRH, sem isso teria surtado ainda mais! Caio por me ajudar a esquecer um pouco os desafios e a recarregar a energia! Gilson Monteiro pelas partilhas que inspiram e a amizade! Karine, pela paciência e por me lembrar sempre que você está aí! Terezinha Fonseca pela inspiração e literalmente mão na massa das bolachinhas! Obrigada a absolutamente todos que ajudaram, saibam que foi realmente muito importante, seja com os cafés, chocolates ou com as leituras! Vocês foram anjos que Deus me enviou para me fazerem encontrar força, ânimo e apoio! Sou infinitamente grata! Obrigada Mãe, Pai José e Pai do Céu por me carregarem no colo todos os dias.

Aumentar o diálogo com a sociedade é uma questão de sobrevivência para a Ciência brasileira.

Massarani e Araripe, 2019.

RESUMO

Os museus são instituições científico-culturais com importante papel na promoção da Cultura Científica. Neste sentido, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de analisar as contribuições do acervo da Exposição *Pharmacia* do Museu da História da Medicina do Paraná (MHMP) para a promoção da Cultura Científica de estudantes do Ensino Médio, na disciplina de Química. Para isso, investigamos e analisamos aspectos teóricos, históricos e contemporâneos do acervo da exposição e estabelecemos relações destes com conteúdos curriculares de Química do Ensino Médio. A metodologia da pesquisa se caracteriza como qualitativa de cunho documental, por tomar os objetos expositivos do acervo como fontes de informação. Os dados foram constituídos por meio de registro fotográfico, a partir de 10 itens selecionados do acervo: uma Farmacopeia (livro), dois tipos de instrumentos (balanças e encapsuladores), duas vidrarias (vidro esterilizador e almofariz) e cinco fármacos (cafeína, teobromina, ácido salicílico, ácido acetilsalicílico e éter) - tendo como critério, a relação destes objetos com a história dos Fármacos e Medicamentos na perspectiva da Química. A análise dos dados seguiu dois estágios: i) observação, registro e descrição das propriedades físicas/estruturais dos objetos; e ii) investigação e avaliação quanto ao uso, utilidade e importância do objeto, seu significado científico-cultural. O tratamento dos dados procedeu com estudo e organização das informações sobre a relação com a Química Medicinal e demais aspectos técnico-científicos e a relevância do acervo para o campo da Divulgação Científica, sendo sistematizada em quatro grandes categorias advindas da Espiral da Cultura Científica, utilizando os quatro quadrantes como categorias analíticas, a saber: a) Produção e Difusão da Ciência; b) Ensino de Ciências e Formação de Cientistas; c) Educação para a Ciência; e d) Divulgação Científica. Na categoria Produção e Difusão da Ciência identificamos as construções das farmacopeias e a exposição que remete à evolução dos instrumentos, vidrarias e as produções científicas sobre os fármacos selecionados, por estarem intrinsecamente relacionadas às pesquisas e produções científicas. Na categoria Ensino de Ciências e Formação de Cientistas observamos as atividades desenvolvidas nas escolas e instituições de ensino formal com as balanças e almofarizes e sobre os fármacos selecionados, contribuindo assim para a formação de cientistas e para o ensino de fármacos e medicamentos. Na categoria Educação para a Ciência estão os itens da *Pharmacia* pela sua contribuição como material museológico destinado à comunicação do conhecimento químico para estudantes e visitantes; e, por fim, na categoria Divulgação Científica identificamos que a Exposição *Pharmacia* é um interlocutor do conhecimento químico. Como Produto Educacional desta pesquisa tem-se a elaboração do “Guia Digital de Divulgação Científica sobre Fármacos e Medicamentos”. Concluimos que a prática de Divulgação Científica sobre Fármacos e Medicamentos a partir da Exposição *Pharmacia* do Museu pode contribuir para a promoção da Cultura Científica de estudantes de Ensino Médio na disciplina de Química a partir da abordagem de temas da História da Química, principalmente a Medicinal, em articulação com conteúdos curriculares como: Funções e Síntese Orgânica, Modelagem Molecular e Interações Químicas.

Palavras-chave: Museu. Acervo histórico. Fármacos. Medicamentos. Química Orgânica.

ABSTRACT

Museums are scientific-cultural institutions with an important role in promoting Scientific Culture. In this sense, this research was carried out with the objective of analyzing the contributions of the collection of the Pharmacia Exhibition of the Museum of the History of Medicine of Paraná for the promotion of Scientific Culture of high school students, in the discipline of Chemistry. For this, we investigated and analyzed theoretical, historical and contemporary aspects of the collection and established relationships between them with curricular contents of High School Chemistry. The research methodology is characterized as qualitative with a documental nature, as it takes the exhibition objects from the collection as sources of information. The data were constituted by means of photographic records, from 10 items selected from the collection: a Pharmacopeia (book), two types of instruments (scales and encapsulators), two glassware (sterilizing glass and mortar) and five drugs (caffeine, theobromine, salicylic acid, acetylsalicylic acid and ether) - having as a criterion, the relationship of these objects with the history of Pharmaceuticals and medicines from the perspective of Chemistry. Data analysis followed two stages: i) observation, recording and description of physical/structural properties of objects; and ii) investigation and evaluation regarding the use, usefulness and importance of the object, its scientific-cultural meaning. Data processing proceeded with the study and organization of information on the relationship with Medicinal Chemistry and other technical-scientific aspects and the relevance of the collection to the field of Scientific Dissemination, being systematized into four major categories arising from the Spiral of Scientific Culture, using the four quadrants as analytical categories, namely: in the category: a) Production and Dissemination of Science; b) Science Teaching and Training of Scientists; c) Education for Science and, d) Scientific Dissemination. In the category Production and Dissemination of Science: we identified the constructions of pharmacopoeias and the exposition that refers to the evolution of instruments, glassware and scientific production on the selected drugs, as they are intrinsically related to research and scientific production. In the category Science Teaching and Training of Scientists: we observed in this category the activities carried out in schools and formal education institutions with scales and mortars and on selected drugs, thus contributing to the training of scientists and the teaching of drugs and medicines. In the Education for Science category: Pharmacia items are listed for their contribution as museological material for the communication of chemical knowledge to students and visitors; and, finally, in the Scientific Dissemination category: we identified that the Pharmacia Exhibition is an interlocutor of chemical knowledge. As an Educational Product, this research has the elaboration of the "Guia Digital de Divulgação Científica sobre Fármacos e Medicamentos". We conclude that the practice of Scientific Dissemination on Drugs and medicines from the Pharmacia Exhibition of the Museum can contribute to the promotion of Scientific Culture of high school students in the discipline of Chemistry from the approach of themes from the History of Chemistry, mainly medicinal, in conjunction with curricular contents such as: Functions and Organic Synthesis, Molecular Modeling and Chemical Interactions.

Keywords: Museum. Historical collection. drugs. Medicines. Organic chemistry.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA MOLECULAR DA MORFINA	26
FIGURA 2 - REPRESENTAÇÃO DA SIMPLIFICAÇÃO MOLECULAR DA MORFINA EM TRAMADOL	26
FIGURA 3 - REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL DA MOLÉCULA DA QUININA	27
FIGURA 4 - REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA MOLECULAR DA PRIMAQUINA, MEFLOQUINA E CLOROQUINA	28
FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DA SÍNTESE DE KOLBE	29
FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DA REAÇÃO DE PRODUÇÃO DO ÁCIDO ACETILSALICÍLICO	30
FIGURA 7 - CHAVE- FECHADURA COM O ÁCIDO ACETILSALICÍLICO	32
FIGURA 8 - RESUMO DAS FAMÍLIAS IMPORTANTES DE COMPOSTOS ORGÂNICOS	33
FIGURA 9 - SUBDIVISÕES DOS ISÔMEROS	36
FIGURA 10 - IMAGEM ESPECULAR	37
FIGURA 11 - ESTEREOISOMERISMO NAS REPRESENTAÇÕES MOLECULARES DA QUINIDINA E QUININA	37
FIGURA 12 - A ESPIRAL DA CULTURA CIENTÍFICA DE VOGT	48
FIGURA 13 - ENTRADA E AMBIENTE INTERNO DA SEÇÃO DE EXPOSIÇÃO	68
FIGURA 14 - PORTA DO ESPAÇO EXPOSITIVO DA PHARMACIA DO MHMPR	69
FIGURA 15 - PLACA IDENTIFICANDO SEÇÃO FARMÁCIA	70
FIGURA 16 - ARMÁRIOS E FRASCOS EM EXIBIÇÃO I	70
FIGURA 17 - ARMÁRIOS E FRASCOS EM EXIBIÇÃO II	71
FIGURA 18 - CODEX MEDICAMENTARIUS GALLICUS FRANCÊS (PRIMEIRO LIVRO A DIREITA)	78

FIGURA 19 - PHARMACOPEIA ABERTA	79
FIGURA 20 - DESCRIÇÃO METODOLÓGICAS	80
FIGURA 21 - TINTURA DE MARACUJÁ	81
FIGURA 22 - CONVERSÃO DAS MASSAS FARMACOLÓGICAS	83
FIGURA 23 - BALANÇAS DO ACERVO DA EXPOSIÇÃO PHARMACIA	87
FIGURA 24 - INSTRUÇÃO PARA PESAGEM	88
FIGURA 25 - BALANÇA COM PONTO DE APOIO	89
FIGURA 26: COMPONENTES DA BALANÇA	90
FIGURA 27 - DETALHE DA ESCALA GRADUADA	91
FIGURA 28 - ALAVANCA	92
FIGURA 29 - BALANÇA DENTRO DE VITRINE COM PESO	93
FIGURA 30 - MODELO DE BALANÇA DE DOIS PRATOS E VITRINE	95
FIGURA 31 - PESOS PADRONIZADOS I	96
FIGURA 32 - PESOS PADRONIZADOS II	97
FIGURA 33 - PESO PADRONIZADO DE 500MG	98
FIGURA 34 - BALANÇA COM PONTO DE APOIO E VITRINE	99
FIGURA 35 - DESCRIÇÃO PÍLULAS E ALOE E QUINA	101
FIGURA 36 - CÁPSULA DURA DE GELATINA DE DUAS PARTES	102
FIGURA 37 - EMBALAGEM DOS MOLDES DE CÁPSULAS VINDO DOS ESTADOS UNIDOS	103
FIGURA 38 - ENCAPSULADORES (BANDEJA)	104
FIGURA 39 - ENCAPSULADOR MANUAL	105
FIGURA 40 - APARELHO DE ENCAPSULAMENTO PATENTEADO EM 1871	106
FIGURA 41 - EMBALAGEM COM PRODUÇÃO EM SÃO PAULO	107
FIGURA 42 - INVÓLUCROS CONHECIDOS COMO HÓSTIAS	108
FIGURA 43 - APARELHO USADO NO HOSPITAL SANTA CASA	109
FIGURA 44 - ENCAPSULADOR COM CÁPSULAS DE TAMANHOS VARIADOS	109

FIGURA 45 - ALMOFARIZ DE METAL RÚSTICO	112
FIGURA 46 - ALMOFARIZ DE LATÃO DECORADO	113
FIGURA 47 - ALMOFARIZ COM ACABAMENTO MAIS REFINADO	115
FIGURA 48 - ÓXIDOS FORMADOS NA ESTRUTURA	116
FIGURA 49 - ALMOFARIZES DE CERÂMICA EM TAMANHOS DIFERENTES	117
FIGURA 50 - ALMOFARIZ DE VIDRO	118
FIGURA 51 - APARELHO DE ESTERILIZAÇÃO	120
FIGURA 52 - ESTERILIZADOR COM FUNDO FALSO DE VIDRO	121
FIGURA 53 - DESINFECTANTES NA PHARMACOPEIA	122
FIGURA 54 - DIGESTIVOS	124
FIGURA 55 - TEOBROMINA	125
FIGURA 56 - CHOCOLATES MEDICINALES	126
FIGURA 57 - DESCRIÇÃO CAFEÍNA 1. ^a PHARMACOPEIA BRASILEIRA	128
FIGURA 58 - FRASCO CONTENDO CAFEÍNA	129
FIGURA 59 - CAFEÍNA NO FRASCO DE COR ÂMBAR	130
FIGURA 60 - REPRESENTAÇÃO DA MOLÉCULA DE CAFEÍNA	131
FIGURA 61 - REPRESENTAÇÃO DA MOLÉCULA DE TEOBROMINA	131
FIGURA 62 - DOSE MÁXIMA DE CAFEÍNA	132
FIGURA 63 - SALICINA NA PHARMACOPEIA	136
FIGURA 64 - FRASCO CONTENDO ÁCIDO SALICÍLICO	138
FIGURA 65 - ÁCIDO SALICÍLICO NA PHARMACOPEIA	139
FIGURA 66 - FRASCO CONTENDO ÁCIDO ACETILSALICÍLICO	140
FIGURA 67 - REPRESENTAÇÃO DA MOLÉCULA DO ÁCIDO ACETILSALICÍLICO DE MANEIRA PLANA E TRIDIMENSIONAL	141
FIGURA 68 - ÉTER ANESTESIA	144
FIGURA 69 - ÉTER DESCRIÇÃO DA EMBALAGEM	145

FIGURA 70 - ORIENTAÇÕES QUANTO A CARACTERIZAÇÃO DO ÉTER NA PHARMACOPEIA	146
FIGURA 71 - ÉTER PROTEGIDO POR COBRE	148
FIGURA 72 - ORIENTAÇÕES DA EMBALAGEM DO ÉTER	149
FIGURA 73 - DESCRIÇÃO DO ÉTER	150
FIGURA 74 - POTENCIALIDADES DO ACERVO DO MHMPR PARA A PROMOÇÃO DA CULTURA CIENTÍFICA	152

LISTA DE SIGLAS

ACT - Alfabetização Científica e Tecnológica
BNCC - Base Nacional Comum Curricular
BDTD - Biblioteca Digital de Teses e Dissertações
CADD - Computer Assisted Drug Design
CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CNS - Conselho Nacional de Saúde
C&T - Ciência e Tecnologia
DC - Divulgação Científica
DEF - Dicionário de Especialidades Farmacêuticas
EF - Ensino Fundamental
EM - Ensino Médio
EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EQ - Ensino de Química
IBIC - Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia
ICTQ - Instituto de Ciência Tecnologia e Qualidade
IIR - Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade
IUPAC - International Union of Pure and Applied Chemistry
LBDD - Ligand Based Drug Design
SBDD - Structure Based Drug Design
MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
MHMPR - Museu da História da Medicina do Paraná
OMS - Organização Mundial de Saúde
PCN - Parâmetros Curriculares Nacionais
PCSC - Parâmetros Curriculares de Santa Catarina
PE - Pernambuco
PROFQUI - Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional
QNEsc - Química Nova na Escola
QSC's - Questões Sociocientíficas

RDC - Resolução de Diretoria Colegiada

SD - Sequência Didática

SINITOX - Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas

UFPR - Universidade Federal Do Paraná

UNICEF - Fundo Internacional de Emergência das Nações Unidas para Infância

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	17
2. FÁRMACOS E MEDICAMENTOS: FUNDAMENTOS, ENSINO E PESQUISA.....	24
2.1 FUNDAMENTOS DA QUÍMICA DE FÁRMACOS E MEDICAMENTOS.....	24
2.2 APONTAMENTOS SOBRE AS PESQUISAS E(M) ENSINO DE QUÍMICA COM FOCO NOS FÁRMACOS E MEDICAMENTOS	38
3. DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, MUSEUS E CULTURA CIENTÍFICA.....	46
3.1 A CULTURA CIENTÍFICA.....	46
3.2 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA.....	50
3.3 IMPORTÂNCIA DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA ESCOLA	57
3.4 A DC EM MUSEUS E A ARTICULAÇÃO COM A ESCOLA.....	61
4. CAMINHOS METODOLÓGICOS	64
4.1 - NATUREZA DA PESQUISA	64
4.2 - DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA	67
4.3 - METODOLOGIA DE ANÁLISE.....	72
4.4 PRODUTO EDUCACIONAL.....	73
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	77
5.1 AS FARMACOPEIAS	77
5.2 AS BALANÇAS.....	86
5.3 ENCAPSULADORES	100
5.4 ALMOFARIZ.....	111
5.5 FRASCOS ESTERILIZADORES.....	119
5.6 FÁRMACOS.....	123

5. 6.1 Teobromina e Cafeína	124
5.6.2 Ácido Salicílico e Ácido Acetilsalicílico	135
5. 6. 3 Éter	143
5.7 Sínteses das análises	151
6 CONCLUSÃO.....	159
REFERÊNCIAS	164

1. INTRODUÇÃO

A presente pesquisa foi desenvolvida no âmbito do Programa de Mestrado Profissional em Química em Rede Nacional (PROFQUI) da instituição associada Universidade Federal do Paraná (UFPR) e contempla uma proposta de Divulgação Científica (DC) a partir do acervo da Exposição *Pharmacia* do Museu da História da Medicina do Paraná (MHMPR), sobre a temática Fármacos e Medicamentos na perspectiva da Disciplina de Química do Ensino Médio.

A proposta desta investigação surge do interesse em aprofundar os estudos sobre a DC em minha prática docente a partir de uma nova perspectiva, a do acervo de um museu. O convite de minha orientadora, Prof.^a Dr.^a Camila Silveira da Silva, para desenvolvermos esse trabalho no MHMPR, se configurou como uma oportunidade para compreender os pressupostos da DC sob o viés dos objetos museológicos e a contribuição para a promoção da Cultura Científica.

Em minha prática profissional enquanto docente de Química da Educação Básica, atuando em colégios junto ao público do Ensino Médio, percebo que a maior parte dos estudantes demonstra pouco ou nenhum sentimento de pertencimento em relação a instituições científico-culturais, como é o caso dos jardins botânicos, zoológicos, parques e museus. E, neste sentido, o desenvolvimento deste estudo pode contribuir com a valorização desses espaços nos processos educativos, em especial, no contexto da disciplina escolar de Química.

A temática Fármacos e Medicamentos, além de intimamente ligada à História da Medicina, está conectada à minha história de vida - meu primeiro emprego foi em uma farmácia e lá nasceu a paixão pela Química -, estudei e trabalhei em outras áreas antes de cursar a Graduação em Química, mas o cerne de observar e questionar as transformações da matéria já estava em mim. Aos domingos, havia pouco ou nenhum movimento na farmácia em que eu trabalhava, então eu lia o Guia de Medicamentos e o Dicionário de Especialidades Farmacêuticas (DEF) para entender as interações medicamentosas informadas nas bulas, pois eram direcionadas aos profissionais de saúde e a bula para pacientes só foi aprovada pela ANVISA mais tarde, em 2005¹. Nesse período, também já era possível observar que

¹ Pela Resolução RDC n°. 126.17 de 17 de maio de 2005.

as pessoas se automedicavam (na época, a venda de antibiótico não exigia receita médica, mas a farmácia levantava os dados quando havia prescrição) e que as interações medicamentosas que geram riscos à saúde não eram fortemente discutidas na sociedade.

O desenvolvimento de pesquisas e projetos em DC, para Fourez (2016, p. 117), ressalta a importância de as pessoas terem conhecimento científico suficientemente práticos para discutirem Ciência, principalmente na área médica, “ponderar sobre decisões com melhor conhecimento de causa e ao menos saber em que ‘especialista’ eles podem confiar”. Ainda, Fourez (2016) defende que o conhecimento científico deve ser promovido a partir de uma ação conjunta de educadores e profissionais de diferentes áreas de conhecimento, não se limitando à de educação formal, além de destacar a influência da mídia e de diversos espaços sociais com potencial de integrar e conectar as pessoas.

No cenário atual, da pandemia de Covid-19, o tema “Fármacos e Medicamentos” tem grande relevância para a Cultura Científica e para o ensino de Química. No Brasil, 79% das pessoas com mais de 16 anos admitem tomar medicamentos sem prescrição médica ou farmacêutica, e o percentual é crescente segundo dados do Instituto de Ciência, Tecnologia e Qualidade (ICTQ, 2018).

A discussão sobre Fármacos e Medicamentos é extremamente necessária para que os estudantes possam se contrapor a desinformação e distinguir o que é confiável do que não é. A quantidade de informação que tem chegado aos estudantes e jovens brasileiros tem trazido uma problemática que deve ser inserida no cotidiano das escolas e instituições de ensino formais e não formais, principalmente, pelo cenário atual, no que tange fármacos e medicamentos.

Identifica-se a necessidade de estudos que envolvam a Divulgação Científica com profundidade e conteúdo, pois, como demonstram Chagas e Massarani (2020) em seu estudo sobre percepção de jovens brasileiros sobre Ciência e Tecnologia, esses estão inseguros quanto às informações veiculadas nas mídias. As autoras ainda acrescentam que:

[...] esses jovens, a quem normalmente atribuímos o título de nativos digitais, afirmam que estão *tropeçando* num enorme volume de informações e se mostram inseguros em relação à sua capacidade de identificar o grau de confiabilidade do que recebem/acessem. Quase 70% deles afirmam ser difícil

ou muito difícil distinguir verdadeiro ou falso, [...] (CHAGAS; MASSARANI, 2020, p. 44, grifo das autoras).

Dentro desse contexto, encontram-se jovens em idade escolar que frequentam o ensino formal e participam de aulas de Biologia, Física e Química, e possivelmente não se sentem convidados a levar os assuntos de seu interesse para as salas de aulas (CHAGAS; MASSARANI, 2020). Sendo assim, entendemos que cabe ao professor o papel de proporcionar e potencializar discussões atuais sobre esse alto fluxo de informação.

Para Mesquita e Soares (2008, p. 1879), “o professor de química precisa atuar de forma que seus alunos desenvolvam uma visão crítica da sociedade, assumindo uma postura de questionamento frente aos meios de comunicação”. Compreendemos que com o enorme volume de informações que os jovens recebem, cabe também à escola e aos professores levar para a sala de aula discussões pertinentes ao momento atual, criando conexões entre a Química estudada, as notícias veiculadas nas mídias, o cotidiano do estudante e, principalmente, em relação às fontes de informação.

Nesse caminho, o ensino da Química deveria ser marcado pela promoção da Cultura Científica e da criticidade do estudante sobre Ciência e pseudociências. Contudo, encontramos críticas à abordagem da Química em sala, tais como: aulas marcadas pela excessiva memorização de fórmulas, símbolos, reações e equações, com conteúdos sendo trabalhados com pouca ou sem nenhuma contextualização (MAROJA, 2007), o que pode contribuir para a desmotivação dos estudantes em se apropriar dos conhecimentos químicos para embasar seus posicionamentos.

A motivação dos estudantes depende de muitos fatores, todavia a forma como o conhecimento científico é apresentado nas aulas, pode contribuir para o engajamento do estudante (MAROJA, 2007). Nessa perspectiva, as parcerias com os museus e instituições de ensino não formal podem ser um diferencial em sala de aula.

O dia a dia dos estudantes deve fazer parte das aulas de Química (CORREIA *et al.*, 2015). Uma alternativa para contextualização pode vir da DC, que, para Massarani (2020), tem o compromisso de utilizar uma linguagem compreensível e atraente, a fim de levar ao público não especializado o conhecimento científico.

Objetivando a formação integral, pautadas nas reflexões sobre os cenários atuais da Divulgação Científica e Ensino de Ciências, Nascimento Filho, Pinto e Sgarbi (2015, p. 21), afirmam que “[...] há um déficit de Cultura Científica e que é preciso superá-lo por meio da Divulgação Científica”.

A produção de ações e produtos de DC para a promoção da Cultura Científica a partir de espaços não formais de educação, como os museus, ainda carecem de mais pesquisas, como observaram Moraes e Ferreira (2016). As autoras acrescentam que a educação pode ser promovida em quaisquer espaços educativos, desde que o objetivo seja bem delimitado e voltado para aprendizagens amplas, que extrapolem o conceitual e tenham por objetivo o fomento da Cultura Científica e Tecnológica (MORAIS; FERREIRA, 2016). Nesse sentido, afirmam que as iniciativas de promoção da Ciência devem partir de outras instituições culturais e não somente dos museus de ciência (MORAIS; FERREIRA, 2016).

Em concordância com Moraes e Ferreira (2016), Campos e Freitas (2021, p. 9) identificaram que a DC “ainda é um tema de estudo recente no campo Ensino de Química”, após analisarem periódicos científicos nacionais e internacionais classificados como A1 pelo Qualis CAPES, no intervalo de 11 anos (2009 a 2019). Detectaram também que, nos periódicos internacionais analisados, as publicações são de autores brasileiros, sinalizando uma escassez ainda maior de pesquisas com foco na DC para o Ensino de Química no cenário internacional (CAMPOS; FREITAS, 2021). As autoras ainda observaram que a maior parte dos trabalhos publicados sobre Divulgação Científica tinham como foco a construção de conhecimentos químicos em sala de aula, sendo que os estudos com abordagens em espaços não formais constituíam o menor número de publicações, seguidos das pesquisas desenvolvidas na área de formação de professores. Assim é possível observar uma lacuna no que tange a DC em espaços não formais para o Ensino de Química (CAMPOS; FREITAS, 2021).

Uma das formas de potencializar a DC nas aulas de Química se dá por meio da relação museu e escola, sendo fundamental o papel dos objetos expositivos para despertar a curiosidade dos estudantes, segundo Marandino (2008). Em um espaço como os museus, o conhecimento científico é abordado de uma forma diferente da escola, com foco nos objetos e valorização do patrimônio exposto e comunicado ao público (MARANDINO, 2008), mas que se relacionam com os conteúdos curriculares

e podem configurar uma potencialidade educativa na relação entre as duas instituições (GOUVEA *et al.*, 2010).

De acordo com Jacobucci (2008), os museus são espaços científicos e culturais com potencial na formação da Cultura Científica, junto com a mídia e as escolas. Para a referida autora, alguns espaços de educação não formal têm sido locais de pesquisa do campo educacional, buscando compreender e subsidiar as relações entre instituições de ensino não formal e a educação formal no Brasil (JACOBUCCI, 2008). Ela ainda acrescenta que museus e centros de ciência se destacam nessas pesquisas “pela potencialidade de envolvimento da comunidade escolar com a Cultura Científica” (JACOBUCCI, 2008, p. 57).

Para Vogt (2012), a compreensão pública sobre a Ciência é fundamental para a busca do bem-estar social, e esta depende da comunicação e educação científica em todas as esferas da sociedade. O autor denomina de Espiral da Cultura Científica o processo dinâmico de promoção e apropriação da Cultura Científica. Neste modelo, Vogt (2012) delinea o seu modelo de Espiral a partir de quatro quadrantes que estruturam a Cultura Científica: i) produção e difusão de Ciência; ii) ensino de Ciência e formação de cientistas; iii) ensino para Ciência; e iv) Divulgação Científica.

A função educativa das instituições museológicas tem sido ampliada a partir de exposições e atividades desenvolvidas em parceria com escolas (FIGURELLI, 2011; CHAGAS; MASSARANI, 2020). Em particular, museus com acervos de Ciência e Tecnologia, promovem uma relação do público com os objetos, a partir de suas práticas educativas, estimulando interesses individuais e sociais sobre os aspectos envolvidos no campo científico e fomentando a Cultura Científica (JACOBUCCI, 2008).

Para Figurelli (2011), as exposições de museus constituem instrumentos para a construção do conhecimento do público visitante, elas devem provocar a curiosidade e o olhar investigativo, de modo que ele se sinta sujeito do processo e não apenas espectador. Assim, o museu cumpre sua função socioeducativa de difusor da Cultura Científica quando amplia a capacidade crítica do visitante “oportunizando experiências que privilegiam a aprendizagem ao longo da vida” (FIGURELLI, 2011, p. 16), auxiliando numa maior compreensão pública da Ciência.

Entendemos que a educação científica deve ser ampla, alcançando e envolvendo diversos setores da sociedade e, que embora seja iniciada na escola, é construída ao longo da vida por processos informais e não formais de ensino. Por isso, buscamos com esse trabalho subsidiar uma prática de Divulgação Científica que articula os conhecimentos da escola e do museu para promover a Cultura Científica.

Com essa perspectiva, a pergunta que orienta esta pesquisa é: "**Quais as potencialidades do acervo da *Pharmacia* do Museu da História da Medicina do Paraná para a promoção da Cultura Científica?**".

O objetivo geral desta pesquisa é identificar e analisar potencialidades do acervo da Exposição *Pharmacia* do Museu da História da Medicina do Paraná para promoção da Cultura Científica de estudantes de Ensino Médio, na disciplina de Química, a partir da temática Fármacos e Medicamentos em uma perspectiva de Divulgação Científica. Para isso, delimitamos os seguintes objetivos específicos: a) selecionar, investigar e analisar o acervo da Exposição *Pharmacia* do Museu da História da Medicina do Paraná; b) identificar contribuições de práticas de Divulgação Científica sobre Fármacos e Medicamentos a partir de itens do acervo da Exposição *Pharmacia*; e c) estabelecer relações entre os itens do acervo da Exposição *Pharmacia* com conteúdos curriculares de Química do Ensino Médio.

Considerando o problema de pesquisa e os objetivos delineados, esta Dissertação está organizada em quatro capítulos, que estão apresentados a seguir:

- Capítulo 2 - FÁRMACOS E MEDICAMENTOS: FUNDAMENTOS, ENSINO E PESQUISA - Neste capítulo apresentamos os principais aspectos teóricos e históricos da Química dos Fármacos e Medicamentos; as pesquisas no Ensino de Química sobre Fármacos e Medicamentos a partir de uma revisão de literatura que objetiva apresentar um panorama das publicações acadêmicas a respeito de Fármacos e Medicamentos voltadas para DC no Ensino de Química desenvolvidos em espaços educativos formais e não formais.
- Capítulo 3 - Divulgação Científica e promoção da Cultura Científica dos estudantes - Neste capítulo apresentamos as definições de Cultura Científica, Bem-estar Cultural e os diferentes aspectos da Espiral da Cultura Científica de Carlos Vogt. Expomos as principais ideias e

modelos de Divulgação Científica e realizamos uma discussão sobre características da DC em museus e a articulação com a escola, objetivando fornecer subsídio para fomentar as discussões no que se refere a DC a partir dos itens analisados da exposição *Pharmacia*.

- Capítulo 4 - Caminhos metodológicos - Neste capítulo apresentamos a descrição dos caminhos metodológicos, no qual adotamos os pressupostos da pesquisa qualitativa de cunho documental. Apresentamos ainda a caracterização do campo de pesquisa, com registros do espaço por meio de fotografia e a técnica de constituição de dados, juntamente com o recorte do *corpus* da pesquisa. Finalizando o capítulo, detalhamos a metodologia de análise realizada para identificar e analisar potencialidades do acervo da Exposição *Pharmacia* do Museu da História da Medicina do Paraná para promoção da Cultura Científica. E, por fim, apresentamos a metodologia utilizada para o desenvolvimento do produto educacional.
- Capítulo 5 - Resultados e Discussão - Neste capítulo apresentamos os resultados do trabalho de campo de pesquisa juntamente com a análise desses dados a partir do quadro teórico que embasa a investigação.

Por fim, estão as Considerações Finais, onde apresentamos e sintetizamos as considerações oriundas do desenvolvimento de estudo, visando responder ao problema de pesquisa e finalizamos o texto com as referências.

2. FÁRMACOS E MEDICAMENTOS: FUNDAMENTOS, ENSINO E PESQUISA

Neste Capítulo apresentamos fundamentos teóricos sobre a Química dos Fármacos e Medicamentos, a abordagem curricular proposta para este tema na Educação Básica e um compilado de pesquisas da área de Ensino de Química oriundo da revisão de literatura que realizamos, buscando compreender os resultados das produções científicas sobre a temática em estudo.

2.1 FUNDAMENTOS DA QUÍMICA DE FÁRMACOS E MEDICAMENTOS

A Química de Fármacos e Medicamentos é uma área da Química Medicinal que trabalha com a descoberta e o avanço de novos produtos químicos terapêuticos - fármacos -, tendo como objetivo o desenvolvimento de medicamentos úteis à sociedade, com melhor custo-benefício ao que tange, desde os efeitos colaterais até os custos financeiros (BARREIRO; FRAGA, 2015). Para isso, utiliza-se de conhecimentos e profissionais de diferentes áreas e segmentos, incluindo, Química Orgânica, Síntese Orgânica, Modelagem Molecular, Físico Química entre outras.

O instinto de sobrevivência fez os homens buscarem formas de se adaptar a diferentes desafios, e neste processo, a inclusão de plantas na alimentação como forma de tratamento já faz parte do acervo cultural desde a antiguidade (BARREIRO; FRAGA, 2015). Por exemplo, na busca dos alquimistas pelo “elixir da vida eterna” e obtenção de ouro, produziram óleos, resinas e os primeiros remédios (BARREIRO; FRAGA, 2015). Segundo Barreira e Fraga (2015), esses fármacos eram conservados em ânforas e vasos ricamente decorados, sendo substituídos posteriormente por latas e vidros; e mais tarde surgiram as balanças, jogos de pesos de tamanho variados, canecas de estanho e porcelanas, almofarizes de ferro e bronze, encapsuladores, camaleões aperta-rolhas e alambiques de cobre e vidro (BARREIRA; FRAGA, 2015).

Barreiro (2001) diferencia fármaco, medicamento e remédio. Segundo o autor, fármaco é o princípio ativo; o medicamento é a substância química formulada para a utilização; e remédio, é algo desenvolvido para remediar e não para curar, por isso a necessidade de diferenciar, pois existe um arsenal de produtos terapêuticos, capazes de curar efetivamente.

Segundo Barreiro (2001), o uso de extratos vegetais com efeito terapêutico foi divulgado por Galeno², que por popularizar essa prática, emprestou seu nome às formulações farmacêuticas, chamadas na época de formulações galênicas, sendo considerado o fundador da Farmácia. Suas teorias só foram divulgadas no século XV, estimulando a produção das primeiras publicações sobre o uso dos remédios de origem vegetal, que posteriormente viriam a compor a atual farmacopeia (BARREIRO, 2001).

Um dos remédios que Galeno prescrevia para dores de cabeça, epilepsia, asma, cólicas, febre e estados melancólicos, era o ópio, cujo uso como analgésico foi difundido ainda mais por Paracelso³ no século XVI (BARREIRO, 2001). Os estudos químicos sobre essas substâncias começaram no século XIX, e em 1804, Séquin⁴ isolou seu principal componente: a morfina, chamada assim em homenagem ao deus grego do sono: Morpheu (BARREIRO, 2001).

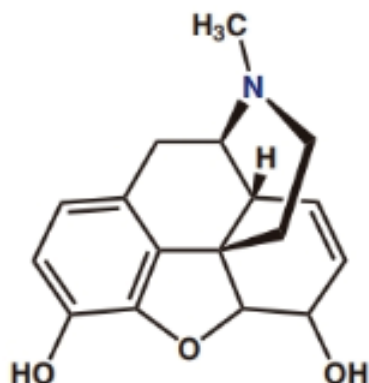
A morfina, cuja estrutura molecular está representada na Figura 1, é reconhecida como um analgésico de ação sobre o sistema nervoso central. A dosagem inicial gera tolerância, exigindo doses progressivamente maiores que provocam dependência (BARREIRO, 2001). O reconhecimento das propriedades nocivas desse fármaco levou a Organização Mundial de Saúde (OMS) a recomendar seu uso em casos específicos, mas a sua capacidade terapêutica estimulou pesquisas baseadas em sua estrutura química e que auxiliaram na identificação de analgésicos potentes e seguros (BARREIRO, 2001).

²Cláudio Galeno (129-199 a.C.) foi um médico da antiguidade que é considerado o “pai da farmácia”, sintetizou pela primeira vez matérias-primas necessárias para preparação de medicamentos e também escreveu sobre o preparo e posologia de extratos e tinturas de origens vegetais, que ficaram conhecidas como fórmulas galênicas.

³Paracelso, pseudônimo de Philippus Aureolus Theophrastus Bombastus von Hohenheim, (1493-1541) foi o primeiro médico a usar medicamentos não vegetais ou animais, chamados de medicamentos químicos, por isso é considerado o criador da farmácia química.

⁴Armand Séquin (1767-1835), também chamado como Armand Seguin foi um colaborador de Lavoisier, isolou a morfina, porém ficou famoso por desenvolver uma técnica de curtimento rápido de couro.

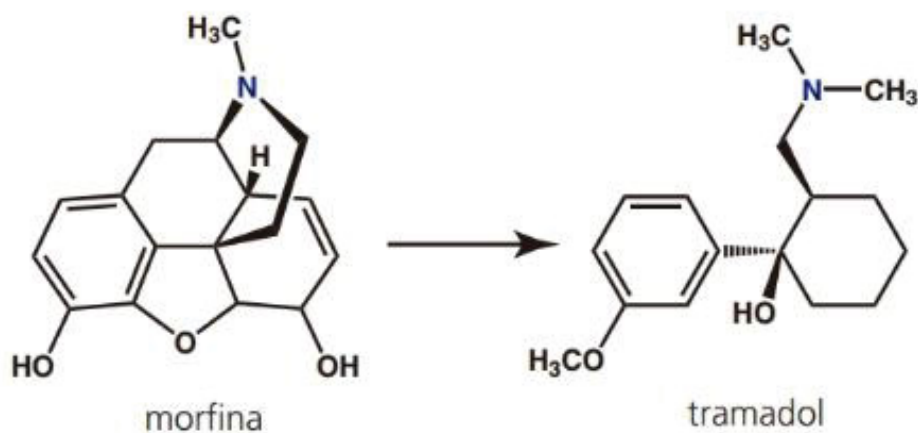
FIGURA 1: REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA MOLECULAR DA MORFINA



FONTE: adaptado de Barreiro e Fraga (2015).

Para Barreiro e Fraga (2015, p. 125), “a morfina pode ser considerada como a substância pioneira dentre os alcaloides a capitanear uma classe terapêutica”, a classe dos hipno-analgésicos. Os autores explicam que foi a partir dela que vieram os hipno-analgésicos como o tramadol, na busca de compostos analgésicos sem efeitos indutores de tolerância e dependência. Nesse processo, os químicos medicinais aplicaram a estratégia de simplificação molecular (BARREIRO, FRAGA, 2015). A simplificação da estrutura molecular do tramadol com relação à estrutura molecular de morfina está representada na Figura 2:

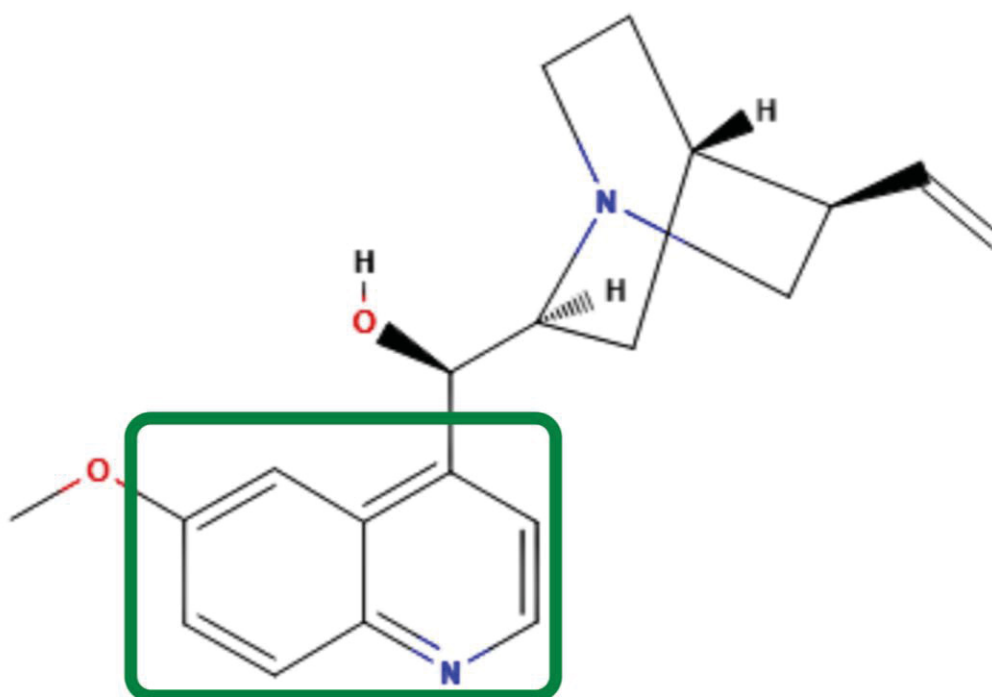
FIGURA 2: REPRESENTAÇÃO DA SIMPLIFICAÇÃO MOLECULAR DA MORFINA EM TRAMADOL



FONTE: adaptado de Barreiro e Fraga (2015).

Os produtos naturais originaram diversos fármacos de diferentes categorias terapêuticas (BARREIRO, FRAGA, 2015). Os alcaloides como a morfina e o tramadol, são produtos de origem natural e de caráter básico; outro alcaloide importante na história do desenvolvimento dos fármacos e medicamentos é a quinina, cuja representação da estrutura é mostrada na Figura 3, com o grupo quinolina destacado em verde

FIGURA 3: REPRESENTAÇÃO ESTRUTURAL DA MOLÉCULA DA QUININA



FONTE: A autora (2022).

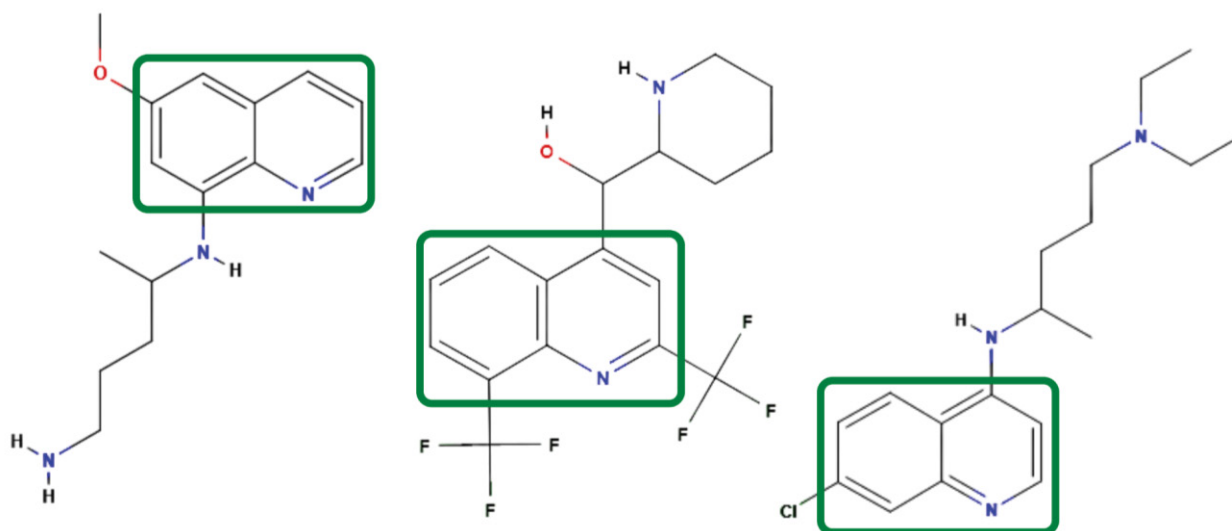
A quinina é um componente da casca da *Cinchona officinalis*, utilizada pelos ameríndios⁵ como antitérmico e analgésico, revelando-se como o primeiro antimalárico conhecido e que originou outros antimalaríais como a cloroquina, a primaquina, e a mefloquina (BARREIRO; FRAGA, 2015).

Na Figura 4 é possível observar a similaridade (devido ao grupo quinolina) na representação da estrutura das moléculas de primaquina, da mefloquina e da

⁵Denominação dada ao indígena do continente americano, para diferenciar do asiático.

cloroquina, em relação à estrutura molecular da quinina (apresentada anteriormente na Figura 3).

FIGURA 4: REPRESENTAÇÃO DA ESTRUTURA MOLECULAR DA PRIMAQUINA, MEFLOQUINA E CLOROQUINA



FONTE: A autora (2022).

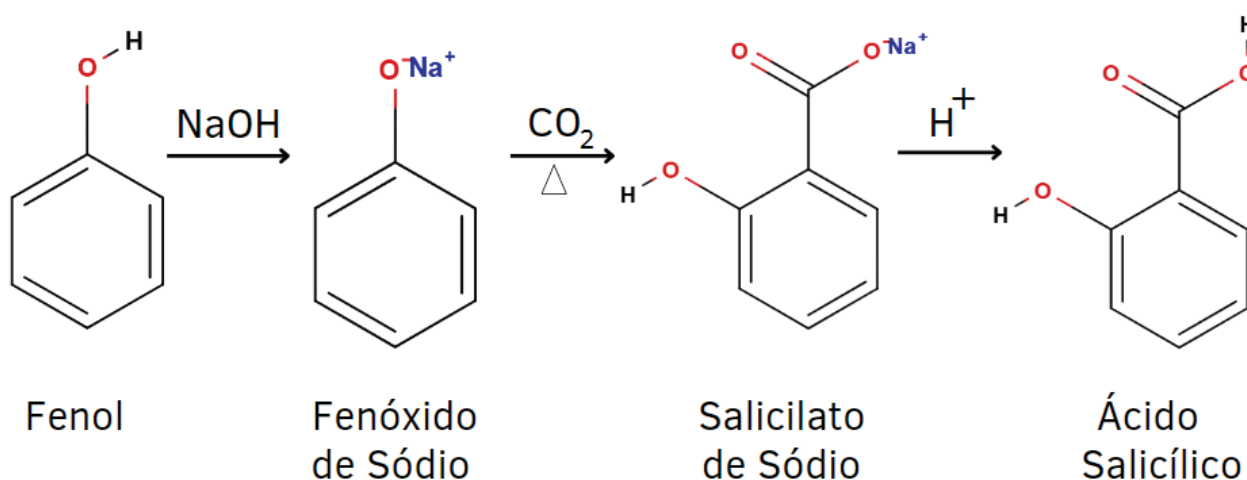
Os fármacos de origem vegetal são chamados de fitofármacos, desenvolvidos na área da Química chamada de Química de Produtos Naturais (BARREIRO; FRAGA, 2015). Esses produtos são uma fonte importante de substâncias biologicamente ativas pela diversidade de estruturas e propriedades químicas dos compostos, que podem ser obtidos da natureza de maneira primária, como a quinina, ou serem o protótipo natural para a construção de novas moléculas com diferentes níveis de complexidade (BARREIRO; FRAGA, 2015).

Os efeitos colaterais do uso da quinina, a alta dos preços e a escassez da casca da quina devido à Segunda Guerra Mundial, estimularam o desenvolvimento de novos fármacos (SÁ, 2011). Por isso, na década de 50, o Brasil e outros países desenvolveram uma molécula análoga à quinina, a cloroquina, e a síntese desse medicamento fomentou as discussões para o lançamento do Programa Global de Erradicação de Malária da OMS, incentivando o desenvolvimento de novas técnicas para a síntese de moléculas (SÁ, 2011).

Outro fármaco de valor histórico é o ácido acetilsalicílico, primeiro fármaco sintético, derivado de ácido salicílico, que, por sua vez, é derivado da salicina, extraída inicialmente da casca do salgueiro branco, da espécie *Salix alba*, por isso, o nome Salicina (ela é identificada também na espécie *Populus*) - as propriedades terapêuticas desta planta eram conhecidas desde o início do século V (SANDOVAL; LOMBA, 2007).

A Salicina foi isolada pela primeira vez em 1829 e era indicada para dores reumáticas, seu efeito terapêutico estava relacionado ao ácido salicílico, que teve sua primeira síntese em 1859, pelo químico alemão Kolbe⁶, conforme reação química representada na Figura 5 - essa síntese ficou conhecida como síntese de Kolbe (OLIVEIRA; REIS, 2017).

FIGURA 5 - REPRESENTAÇÃO DA SÍNTESE DE KOLBE



FONTE: Adaptado de Oliveira e Reis (2017).

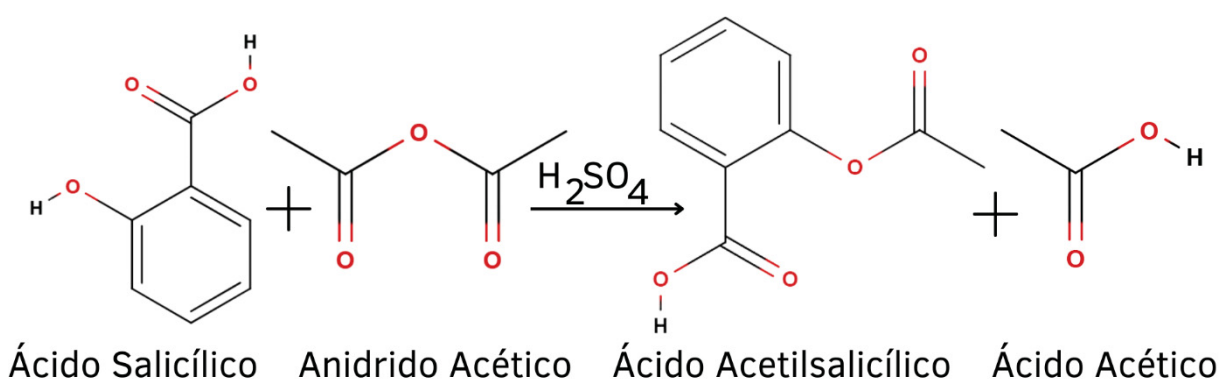
O químico Kolbe entrou para a história do desenvolvimento dos fármacos e medicamentos pela síntese do ácido salicílico (SILVA; SILVA; BRUM, 2018). Embora esse fosse um princípio ativo reconhecido pela comunidade científica e médica da época - como eficaz para o tratamento de febres reumáticas agudas -, apresentava

⁶Adolf Wilhelm Hermann Kolbe (27/09/1818 - 25/11/1884).

uma ação corrosiva às paredes estomacais, causando sérias irritações, um efeito colateral que atrapalhava sua recomendação diária (SILVA; SILVA; BRUM, 2018).

O químico Felix Hoffmann⁷, dos laboratórios Bayer®, buscava por melhorar a qualidade de vida do pai, que sofria com os efeitos colaterais do uso do ácido salicílico para dores reumáticas, e em 1897, sintetizou o ácido acetilsalicílico, através da reação do ácido salicílico com o anidrido acético (SILVA; SILVA; BRUM, 2018), conforme a representação mostrada a Figura 6.

FIGURA 6 - REPRESENTAÇÃO DA REAÇÃO DE PRODUÇÃO DO ÁCIDO ACETILSALICÍLICO



Fonte: adaptado de Silva, Silva e Brum (2018).

O ácido acetilsalicílico é um medicamento analgésico indicado, principalmente, para dor e febre, cujo potencial terapêutico é utilizado até hoje, inclusive para uso pediátrico, sob o nome de Aspirina ou AAS (BARREIRO; FRAGA, 2015). Esse fármaco inaugura um importante capítulo da Química Medicinal, pois os fármacos de origem sintética representam uma significativa parcela do mercado farmacêutico (MENEGATTI; FRAGA; BARREIRO, 2001).

A síntese de novos princípios ativos pertence à Síntese Orgânica, um desdobramento da Química Orgânica que necessita de reagentes de alta pureza para realização de reações com o objetivo de construir moléculas (SILVA; SILVA; BRUM, 2018). Nesse sentido, Menegatti, Fraga e Barreiro (2001) avaliam que ao observar os fármacos como resultado de um processo sintético de múltiplas etapas, compreende-se que a pureza do fármaco está diretamente relacionada à

⁷Felix Hoffmann (21/01/1868 - 08/02/1946).

metodologia de síntese aplicada na sua elaboração, bem como à pureza dos intermediários e matérias primas envolvidos.

Menegatti, Fraga e Barreiro (2001, p. 22) destacam ainda, que “a síntese de fármacos pode ser considerada uma aplicação nobre da química orgânica sintética, por permitir o acesso a substâncias terapêuticas úteis, com níveis de complexidade variáveis”. Os autores diferenciam o fármaco, como sendo um “produto farmacêutico tecnicamente elaborado”, que se difere de outros produtos, “como inseticidas, pesticidas, corantes, dentre outros”, pelo seu grau de pureza comercial ou analítica (MENEGATTI; FRAGA; BARREIRO, 2001, p. 16).

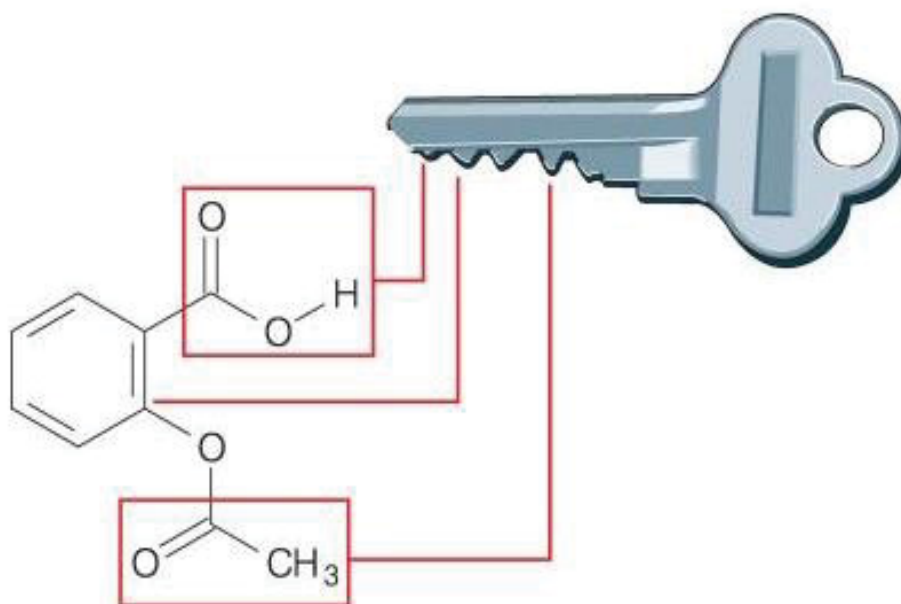
Para o desenvolvimento de fármacos, é necessário compreender a ação biológica dos princípios ativos. O modelo pioneiro que permitiu a racionalização dessas substâncias foi proposto por Emil Fischer⁸, em 1890, e ficou conhecido por chave-fechadura. Sobre esse modelo, Barreiro e Fraga (2015, p. 189) afirmam:

Esse modelo, já centenário e de extremo valor histórico, não contempla o atual estágio de conhecimento sobre as interações envolvidas no reconhecimento molecular da chave pela fechadura, especialmente quanto à flexibilidade e à plasticidade do complexo fármaco-biorreceptor. Entretanto, a Química medicinal, que visa a compreensão das bases moleculares da ação dos fármacos em sua amplitude, muito deve a esse modelo pioneiro, de imenso valor histórico e didático e que também contribuiu para que Fischer fosse agraciado com o Prêmio Nobel de Química, em 1902.

No modelo chave-fechadura, as moléculas dos compostos ativos seriam como chaves que interagem com os biorreceptores no organismo, que seriam as fechaduras, porém, essa interação depende dos dentes das chaves, que seriam as funções orgânicas. Analisando as interações dos grupos funcionais do fármaco com o biorreceptor (dentes da chave com a fechadura), é possível encontrar explicações farmacológicas que auxiliam a prever com aproximação às características do biorreceptor (fechadura). Entretanto, em muitos casos ocorrem alterações das propriedades físico-químicas (no organismo), alterando o mecanismo de interação (BARREIRA; FRAGA, 2015). A Figura 7 representa as funções orgânicas do ácido acetilsalicílico como dentes da chave.

⁸Hermann Emil Fischer (09/10/1852 - 15/07/1919).

FIGURA 7 - CHAVE- FECHADURA COM O ÁCIDO ACETILSALICÍLICO



FONTE: Adaptado de Barreiro (2001).

As funções orgânicas também chamadas de grupos funcionais, são compostos agrupados (a nível de estudo) por apresentarem arranjos, reatividade e propriedades semelhantes (SOLOMONS, 2018). Um resumo das funções orgânicas mais importantes, segundo Solomons (2018), pode ser observado de forma reduzida na Figura 8, onde são identificados o grupo funcional, fórmula geral, um exemplo específico da estrutura com o nome oficial (segundo a regra de nomenclatura e normatização da IUPAC) e o nome comum.

FIGURA 8 - RESUMO DAS FAMÍLIAS IMPORTANTES DE COMPOSTOS ORGÂNICOS

	Família							
	Alcano	Alqueno	Alquino	Aromático	Haloalcano	Álcool	Fenol	Éter
Grupo funcional	Ligações C—H e C—C			Anel aromático				
Fórmula geral	RH	RCH=CH ₂ RCH=CHR R ₂ C=CHR R ₂ C=CR ₂	RC≡CH RC≡CR	ArH	RX	ROH	ArOH	ROR
Exemplo específico	CH ₃ CH ₃	CH ₂ =CH ₂	HC≡CH		CH ₃ CH ₂ Cl	CH ₃ CH ₂ OH		CH ₃ OCH ₃
Nome IUPAC	Etano	Eteno	Etino	Benzeno	Cloroetano	Etanol	Fenol	Metoximetano
Nome comum ^a	Etano	Etileno	Acetileno	Benzeno	Cloreto de etila	Álcool etílico	Fenol	Dimetil éter
	Amina	Aldeído	Cetona	Ácido carboxílico	Éster	Amida	Nitrila	
Grupo funcional								
Fórmula geral	RNH ₂ R ₂ NH R ₃ N						RCN	
Exemplo específico	CH ₃ NH ₂						CH ₃ C≡N	
Nome IUPAC	Metanamina	Etanal	Propanona	Ácido etanoico	Etanoato de metila	Etanamida	Etanonitrila	
Nome comum	Metilamina	Acetaldeído	Acetona	Ácido acético	Acetato de metila	Acetamida	Acetonitrila	

FONTE: Adaptado Solomons (2018).

Ao contrário do que se pode intuir, com o modelo chave-fechadura, as entidades (chave e fechadura) não são rígidas, sendo possível concluir que é a flexibilidade, um dos fatores que permite às moléculas estruturalmente semelhantes, apresentarem conformações e orientações relativas distintas no sítio de ligação do receptor, resultando em atividades e afinidades também diferentes (BARREIRA; FRAGA, 2015).

Barreiro e Fraga (2015, p. 33) ponderam que o modelo chave-fechadura “é útil na compreensão dos eventos envolvidos no reconhecimento molecular ligante-receptor”, mas implica em uma representação parcial da realidade, pois “as interações entre a biomacromolécula (receptor) e a micromolécula (fármaco), apresentam características tridimensionais dinâmicas”. Os autores destacam como aspectos fundamentais para a compreensão das diferenças entre fármaco e receptor: o volume molecular do ligante, as distâncias interatômicas e o arranjo espacial entre os grupamentos farmacofóricos (BARREIRO; FRAGA, 2015).

Os aspectos ligados aos medicamentos no organismo é chamado biofase, que se inicia na sua administração oral até o efeito terapêutico e está dividida atualmente em três fases: i) fase farmacêutica onde ocorre a desintegração, desagregação ou dissolução do fármaco; ii) fase farmacocinética, área essencial para determinar a dose e a posologia do fármaco, suas etapas são: absorção, distribuição, metabolização e eliminação do fármaco; e iii) fase da farmacodinâmica, que estuda as interações dos fármacos com os biorreceptores e que geraram o efeito desejado (BARREIRO, FRAGA, 2015).

Para a realização de sínteses de novos fármacos, é necessário organizar uma sequência de etapas sintéticas, visando obter os melhores rendimentos possíveis (BARREIRO; FRAGA, 2015). Nessa busca, de melhores rendimentos, a síntese e o desenvolvimento de novos fármacos estão estruturados em uma nova área da Química, chamada de Modelagem Molecular (BARREIRA; FRAGA, 2015).

A Modelagem Molecular utiliza os benefícios dos *hardwares* (velocidade de cálculo) e *softwares* (programas de modelagem molecular) para desenvolver e otimizar modelos computacionais, principalmente, na farmacocinética e farmacodinâmica, fornecendo o Planejamento de Fármacos Auxiliado por Computador (conhecido pela sigla CADD - do inglês *Computer-Assisted Drug Design* (RODRIGUES, 2001).

Os programas de modelagem molecular são utilizados para simular e desenhar moléculas, realizar cálculos, otimizar geometrias, fazer estudos de análise conformacional e prever e analisar o comportamento de moléculas sob um dado conjunto de circunstâncias (BARREIRA; FRAGA, 2015). Para isso, os programas de modelagem molecular utilizam métodos teóricos (ou um conjunto) para simular um modelo otimizado de estrutura molecular, um “bom critério” para avaliar o grau de

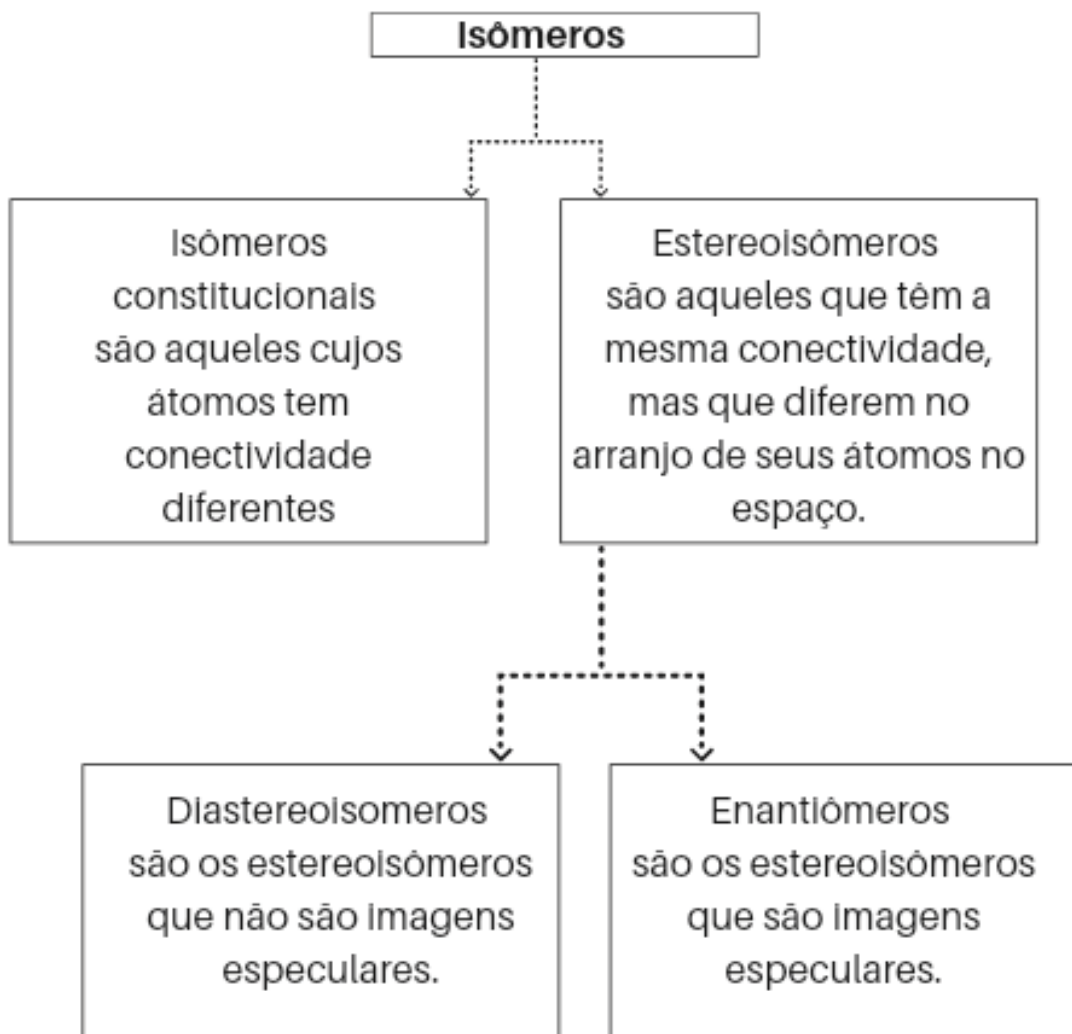
otimização dessa estrutura, pode ser a energia, que quanto menor, melhor é estrutura (BARREIRA; FRAGA, 2015, p. 250).

As estratégias empregadas em modelagem molecular podem ser divididas em dois grandes grupos: Planejamento de Fármacos Baseado na Estrutura do Ligante - LBDD, do inglês *Ligand Based Drug Design* - e o Planejamento de Fármacos Baseados na Estrutura do Receptor - SBDD, do inglês *Structure Based Drug Design*) (BARREIRA; FRAGA, 2015).

Quando a energia de uma molécula é alta, com relação à coordenada de uma reação química, o estado de transição fornece dados substanciais para o estudo de cinética da reação e o desenvolvimento dos planejamentos análogos (BARREIRA; FRAGA, 2015). Sendo assim, a visão estrutural da molécula de um fármaco, indica propriedades relevantes para a Química Medicinal (BARREIRA; FRAGA, 2015).

A área da Química Orgânica que trata da estrutura tridimensional é chamada de 'estereoquímica', onde um dos aspectos importantes é a existência do estereoisomerismo (SOLOMONS, 2018). Estruturas isoméricas (do grego *isoméres* significa partes iguais) se diferem entre si, unicamente pelo arranjo tridimensional dos seus substituintes e são chamados de estereoisômeros (SOLOMONS, 2018). As subdivisões para os isômeros podem ser observadas na Figura 9.

FIGURA 9 - SUBDIVISÕES DOS ISÔMEROS



Fonte: Adaptado Solomons (2018).

A diferença espacial das moléculas estudadas na estereoisomeria ocorre devido à quiralidade, uma característica relacionada à geometria molecular e à presença de quatro ligantes diferentes entre si, ligados ao carbono (chamado de carbono quiral ou centro quiral), essa é a principal condição para haver assimetria em uma molécula, esse fenômeno é chamado quiralidade (SOLOMONS, 2018). Segundo Solomons (2018), uma molécula quiral não se sobrepõe à sua imagem especular, conforme exemplifica a Figura 10.

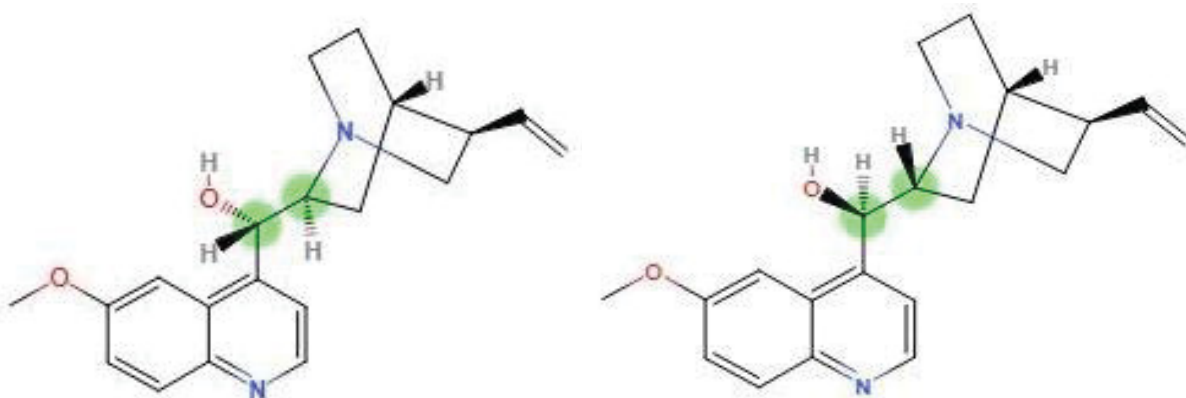
FIGURA 10: IMAGEM ESPECULAR



FONTE: Adaptado de Coelho (2001).

O estereoisomerismo pode ser observado entre as moléculas de Quinidina e Quinina, nas representações moleculares da Figura 11, respectivamente, com seus centros quirais destacados em verde.

FIGURA 11 - ESTEREOISOMERISMO NAS REPRESENTAÇÕES MOLECULARES DA QUINIDINA E QUININA



FONTE: A autora (2022).

Embora a diferença estrutural desses compostos só possa ser observada levando em consideração a projeção espacial, devido à quiralidade, o emprego de ambas no meio farmacêutico se difere quanto aos usos e as características (COELHO, 2001). Qualquer alteração na orientação espacial pode ocasionar prejuízos ao efeito terapêutico, podendo ser desde a inativação total do fármaco à diminuição do efeito biológico ou aparecimento de um efeito colateral contrário e indesejado, extremamente danoso para a saúde dos consumidores (BARREIRA; FRAGA, 2015).

A Química Medicinal e a História dos Fármacos apresentam um elevado potencial para abordagens do ensino da Química no Ensino Médio e fazem parte dos documentos oficiais da educação brasileira, conforme abordaremos no item a seguir.

2.2 APONTAMENTOS SOBRE AS PESQUISAS E(M) ENSINO DE QUÍMICA COM FOCO NOS FÁRMACOS E MEDICAMENTOS

O documento normativo que define o conjunto de aprendizagens essenciais que devem ser desenvolvidas pelos estudantes ao longo das diferentes etapas e modalidades da Educação Básica é a BNCC - Base Nacional Comum Curricular (BRASIL, 2017). Este documento sinaliza dez competências gerais que convergem para uma formação integral dos indivíduos (BRASIL, 2017). As competências específicas de Ciências da Natureza e suas Tecnologias para o Ensino Médio são:

1. Analisar fenômenos naturais e processos tecnológicos, com base nas interações e relações entre matéria e energia, para propor ações individuais e coletivas que aperfeiçoem processos produtivos, minimizem impactos socioambientais e melhorem as condições de vida em âmbito local, regional e global.
2. Analisar e utilizar interpretações sobre a dinâmica da Vida, da Terra e do Cosmos para elaborar argumentos, realizar previsões sobre o funcionamento e a evolução dos seres vivos e do Universo, e fundamentar e defender decisões éticas e responsáveis.
3. Investigar situações-problema e avaliar aplicações do conhecimento científico e tecnológico e suas implicações no mundo, utilizando procedimentos e linguagens próprios das Ciências da Natureza, para propor soluções que considerem demandas locais, regionais e/ou globais, e comunicar suas descobertas e conclusões a públicos variados, em diversos contextos e por meio de diferentes mídias e tecnologias digitais de informação e comunicação (TDIC) (BRASIL, 2017, p. 553).

A BNCC acrescenta que a temática “produção de medicamentos” deve ser abordada de modo a contribuir para que os estudantes sejam capazes de “associar a produção de medicamentos e outros materiais sintéticos, ao desenvolvimento científico e tecnológico, reconhecendo benefícios e avaliando impactos socioambientais” (BRASIL, 2017, p. 345).

Devido à relevância no processo de ensino e aprendizagem da Química no Ensino Médio, optamos por compreender como o campo científico Ensino de Química vem abordando a temática dos Fármacos e Medicamentos nas pesquisas, com o intuito de entendermos os aspectos teórico-metodológicos e os

conhecimentos produzidos, de modo a embasar os argumentos estabelecidos na presente investigação.

Para isso, realizamos um levantamento das dissertações e teses da área de Ensino de Ciências, selecionadas a partir do Banco de Tese e Dissertações da CAPES e da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD) do Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia (IBICT). Nesse contexto, realizou-se a busca cruzada de palavras-chave, sendo elas: Ensino de Química, Divulgação Científica, Fármacos e Medicamentos, Ensino não formal e Museu. Os trabalhos foram selecionados com base no resumo, depois lidos na íntegra e foram incluídos para essa discussão os que estavam na área de Divulgação Científica e com a temática Fármacos e Medicamentos envolvendo estudantes do Ensino Médio.

De modo geral, as pesquisas priorizam a temática para a contextualização da Química com estudos voltados para a área de Química Orgânica. Há também estudos que buscam problematizar a automedicação com o viés da Alfabetização Científica e Tecnológica, como a pesquisa realizada por Richetti (2008). A referida pesquisadora utilizou a metodologia de Ilhas Interdisciplinares de Racionalidade (IIR) com o objetivo de articular os temas sociais com os conteúdos curriculares. A autora buscou subsídios para a escolha do tema nas pesquisas em Saúde Pública, PCN (Parâmetros Curriculares Nacionais) e PCSC (Parâmetros Curriculares de Santa Catarina), e consultou professores do EM, a fim de compreender se ocorrem abordagens de temas sociais em aulas de Química e sua relação com os conteúdos curriculares, e avaliou o interesse dos discentes por meio de questionário (RICHETTI, 2008). Com base nos resultados obtidos por Richetti (2008), entendemos que existe um distanciamento por parte dos estudantes entre os conteúdos curriculares e as questões sociais envolvendo a temática de automedicação.

Em relação à automedicação, a OMS sugere que essa prática, em casos de menor urgência e transitórios, pode evitar o colapso dos sistemas públicos de saúde (CASTRO *et al.*, 2006). O problema é que ao ser realizada de maneira inconsequente, pode gerar problemas relacionados a diagnósticos errados, dosagem insuficiente ou excessiva e por consequência sintomas e eventos adversos (OMS, 2021). Na perspectiva atual de uma pandemia, a automedicação permite que a população tenha mais autonomia para gerenciar sua saúde, todavia precisa que a

ação esteja sustentada por informações confiáveis, para não apresentar riscos à saúde (MELO *et al.*, 2021). Tal cenário reforça a importância de trabalhos como o de Richetti (2008), bem como a continuidade de novas pesquisas, que permitam a aproximação da informação científica com temas sociais, inclusive a partir da escola.

Na mesma temática de Richetti (2008), Ramos (2016, p. 9) pressupõe que os estudantes “não vêem a possibilidade de interpretação do mundo físico através do conhecimento químico”, o que pode inviabilizar a percepção relativa da aplicação deste conhecimento em sua vida diária. Nesse sentido, o autor justifica sua pesquisa utilizando os PCNs e dados de publicidade de medicamentos no Brasil, afirmando que é essencial estabelecer essa relação entre a Química e situações do cotidiano (RAMOS, 2016). Para tanto, Ramos (2016) abordou a automedicação com o objetivo de elaborar e avaliar uma proposta de ensino contextualizada para o ensino de Química Orgânica, justificando que a falta de contextualização diminui o interesse e o engajamento dos alunos nessa disciplina. Os resultados das análises devolvidas por Ramos (2016) permitiram concluir que a maioria dos estudantes faz uso da prática de automedicação, influenciados pela mãe, amigos, balconistas, mídia e pelas prescrições médicas, e ainda, pela dificuldade no atendimento dos serviços públicos de saúde. Ramos (2016) também observou que os medicamentos utilizados pelos estudantes são de venda livre e que eles não possuem o hábito de ler a bula.

Richetti (2008) e Ramos (2016) convergem na problemática de que os estudantes não correlacionam os conceitos científicos estudados na disciplina de Química com as suas realidades, sendo assim, não se aculturam por meio do conhecimento científico, criando um desafio para a promoção da Cultura Científica.

Almeida (2009) realizou um estudo em duas escolas do Ensino Médio, onde buscou identificar quais os medicamentos mais consumidos e por quais fontes os estudantes tomaram conhecimento desses produtos. Tal perspectiva permitiu aprofundar a investigação sobre como os estudantes tomam conhecimento inicial sobre os medicamentos que eles consomem, aspecto esse não observado nas pesquisas citadas anteriormente. A pesquisa de Almeida (2009), revela que a propaganda de medicamentos atinge praticamente todos os alunos (95%), embora poucos deles confiem cientificamente nas propagandas de medicamentos. Considerando os resultados alcançados, Almeida (2009) evidencia a necessidade de programas e abordagens em sala de aula que busquem levantar dados e

conscientizar aspectos negativos do uso de medicamentos por jovens, e sugeriu que esses podem ser dirigidos aos estudantes, famílias, equipes de saúde e mídia.

Na mesma perspectiva, o Ministério da Saúde (2009) orienta que os programas de saúde pública na escola devem caminhar junto com os currículos escolares, contextualizando os eventos relevantes de saúde, com as necessidades dos alunos. E, sugere:

Entre os desafios mais importantes das ações de promoção da saúde na escola, estão: (1) A integração com ensino de competência para a vida em todos os níveis escolares; (2) A instrumentalização técnica dos professores e funcionários das escolas e dos profissionais da Estratégia de Saúde da Família para apoiar e fortalecer as iniciativas; (3) A identificação e a vigilância de práticas de risco; (4) O monitoramento e a avaliação da efetividade das iniciativas, para melhorar o compromisso das escolas com a promoção da saúde de seus alunos, professores e outros membros da comunidade escolar (BRASIL, 2009, p. 16).

Os resultados e discussão apresentados por Almeida (2009) e orientações do Ministério da Saúde (2009), corroboram a criação de abordagens contextualizadas que englobam como pauta, temas sobre Saúde e Ciência, a partir da discussão de assuntos de relevância social, abrindo oportunidades para o desenvolvimento da DC, bem como da Cultura Científica.

Os dados do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 2021) apontam que:

No Brasil existe uma farmácia (ou drogaria) para cada 3300 habitantes e o país está entre os dez que mais consome medicamentos no mundo, segundo dados do Conselho Federal de Farmácia. O acesso a farmácias e drogarias e a facilidade na aquisição de medicamentos no popularmente conhecido “balcão da farmácia” promovem um aumento no consumo de medicamentos pela maioria da população brasileira (CNS, 2021, p. 1).

Ao tratarmos das questões que envolvem a automedicação, no espaço da escola, cria-se a possibilidade de problematizar esses dados e as posturas individuais e coletivas sobre o consumo de medicamentos.

Outra proposta para a abordagem da temática, diferente da automedicação, foi desenvolvida por Silva (2011), que partiu de conhecimentos prévios de estudantes do terceiro ano do Ensino Médio, focando em conteúdos de Química Orgânica, investigando especificamente princípios ativos existentes em chás medicinais. A abordagem que a autora utilizou não realizou um paralelo entre as

moléculas dos princípios ativos dos chás medicinais e as características das funções orgânicas em questão, e foi um dos questionamentos dos estudantes que foram além da linguagem própria da Química, ou seja, das fórmulas.

No mesmo sentido do trabalho de Silva (2011), Morais (2020) analisou como a aplicação de uma sequência didática abordando a temática de agentes antimicrobianos e resistência bacteriana, colabora para o processo de ensino-aprendizagem no que tange automedicação, oportunizando diálogos, questionamentos e integração do grupo de estudantes do Ensino Médio participantes da pesquisa. Embasada nos dados, a autora observou que os estudantes apresentaram uma maior conscientização, mediante às atitudes a serem tomadas, frente a uma melhoria na qualidade de vida, tanto individual, quanto coletiva, referente ao uso de antimicrobianos e resistência bacteriana (MORAIS, 2020). Para Morais (2020), o desenvolvimento e construção de novas habilidades argumentativas baseada no conhecimento científico estão conectados à segurança adquirida pelos estudantes no grupo, na medida em que suas percepções iniciais foram respeitadas e reconstruídas por eles mesmos. Nesse sentido, compreendemos que é fundamental valorizar os conhecimentos prévios dos estudantes e estimulá-los na exploração e reconstrução das suas ideias baseada no conhecimento científico.

Silva e Pinheiro (2021) afirmam que a identificação de funções orgânicas abordadas de maneira contextualizada proporciona aos discentes uma visão de que a Química está aplicada em situações cotidianas, melhorando a aceitação da disciplina por parte dos alunos e a aprendizagem. Entendemos que a contextualização precisa desafiar e proporcionar questionamentos do conhecimento prévio e não somente exemplificar os conteúdos abordados em sala de aula.

Outro trabalho com a abordagem sobre fármacos para o ensinar Química no Ensino Médio, surgiu do levantamento de dados fornecidos pelo Sistema Nacional de Informações Tóxico-Farmacológicas - SINITOX: sistema esse que aponta a complexidade e extensão dos problemas relacionados ao uso não racional de medicamentos que geram intoxicações (CAMARGO, 2013). Camargo (2013) partiu desses dados e desenvolveu um estudo de caso no qual utilizou uma sequência didática a partir da temática medicação, para contextualizar e conceituar eixos estruturantes da Química Orgânica. A autora teve por objetivo desenvolver

atividades que contribuíssem com o desenvolvimento da capacidade crítico-reflexiva em sala de aula e reconheceu mudanças no discurso dos estudantes após avaliação e aplicação da proposta, devido a novas correlações dos conceitos com o cotidiano. As atividades desenvolvidas pela autora estimularam a participação dos estudantes durante a aula, e iniciaram dialogando sobre suas experiências e percepções - o que permitiu observar os posicionamentos e mudanças de discursos dos estudantes (CAMARGO, 2013).

Nessa perspectiva, compreendemos que se faz extremamente necessário utilizar e respeitar os conhecimentos e experiências do estudante, para o desenvolvimento de aulas na disciplina de Química, assim como deve-se considerar os aspectos históricos e culturais dos alunos, dentro do processo de ensino e aprendizagem. Em relação aos aspectos culturais, pode-se ressaltar que a articulação de diferentes áreas da Química revela que muitos compostos orgânicos com atividade farmacológica foram obtidos por alquimistas árabes que utilizavam processos de extração para separar substâncias das plantas, e que atualmente a síntese de fármacos pode ser considerada uma área nobre da Química (MENEGATTI *et al.*, 2001). Essa colocação nos provoca convidar os estudantes a examinarem a História da Medicina e dos medicamentos, configurando um caminho pedagógico que pode fazê-los refletir sobre o desenvolvimento do conhecimento da Química neste contexto.

O estudo realizado por Costa (2016) teve como objetivo analisar como a temática das plantas medicinais pode ser utilizada para promoção da educação ambiental junto aos alunos do EF e EM. A autora construiu uma abordagem interdisciplinar com conteúdos de Química e Biologia, por meio de palestras, oficinas, atividades práticas e de formação (COSTA, 2016). Como principais resultados identificou que o tema já é conhecido pelos alunos e professores, bem como sua pertinência já é reconhecida no que tange aspectos de promoção e cuidados com a saúde (COSTA, 2016). Ao final da pesquisa, sugeriu novas possibilidades para contemplar a interdisciplinaridade entre Biologia e Química, dentro da mesma temática, exemplificando como possibilidade a relação das Funções Orgânicas dos fármacos com os metabolismos celulares.

O conteúdo de fármacos pode ser abordado na perspectiva dos medicamentos fitoterápicos e nos processos extrativos das plantas medicinais, que

se baseiam em processos químicos, e se relacionam diretamente com o conhecimento sobre uso de chás medicinais trazidos pelos estudantes, permitindo a socialização desse aspecto da cultura popular (SILVA; AGUIAR, 2000), conforme fez Costa (2016) em sua abordagem. Todavia, a complexidade da estratégia de utilização e obtenção de fitofármacos possuem muitas variáveis mesmo dentro da indústria farmacêutica e que faz necessária a discussão e padronização dos princípios ativos, assim como a importância da estabilidade dos produtos fitoterápicos para a eficácia terapêutica (ALVES, 2001). Sendo assim, ao se trabalhar com a temática fármacos em sala de aula é possível abordar as questões sociocientíficas (QSC) conforme propõe Bezerra (2018) em seu trabalho. Em síntese, os resultados da pesquisa de Bezerra (2018) revelam que:

[...] a abordagem de QSC na sala de aula ressignifica as relações entre conhecimentos cotidianos, conhecimentos científicos e contextos, numa perspectiva integradora, e não de substituição de um pelo outro. Na heterogeneidade do pensamento verbal, diferentes formas de conhecimento podem se constituir como modos de pensar dos sujeitos que refletem suas representações e visões de mundo com compromissos epistemológicos, ontológicos e axiológicos que em processos de tomada de decisão no âmbito de práticas contextualizadoras, como na abordagem de QSC's podem emergir (BEZERRA, 2018, p. 258 - 259).

Outra perspectiva de pesquisa realizada por Rockenbach *et al.* (2020), foi baseada na revisão sistemática da literatura do campo de pesquisa Ensino de Química, visando identificar as estratégias e temáticas utilizadas, para o ensino de estereoisomeria, evidenciando que essas produções se concentram na utilização de *kits* moleculares, aplicativos e a temática fármacos como sendo a mais utilizada para a contextualização no ensino da Química. Ao analisarmos essa pesquisa, constatamos que embora a temática fármacos esteja entre a mais utilizada para abordar o conteúdo de estereoisomeria, não foi encontrada nenhuma abordagem utilizando o acervo de um museu de história.

A pesquisa mais recente identificada em nossa busca envolvendo essa temática de fármacos e medicamentos foi a de Sydor (2021), na qual a autora desenvolveu e aplicou atividades educacionais para o ensinar Química, durante 10 horas/aula na modalidade não presencial, problematizando o descarte de medicamentos. Essas atividades tiveram como objetivo identificar e compreender as percepções dos estudantes do terceiro ano do Ensino Médio sobre Saúde e

Cidadania e como resultado percebeu a existência de práticas de automedicação de forma leviana por parte dos estudantes, e após as atividades, constatou indícios de mudanças de percepção em relação ao consumo de substâncias classificadas pelos estudantes como “inofensivas” (SYDOR, 2021). Sydor (2021) também identificou uma temática emergente nos relatos dos estudantes: a doação de medicamentos, que pode ser explorada em futuras pesquisas.

As produções analisadas apontam a potencialidade da temática medicação e automedicação para ensinar Química como um caminho de contextualização dos conhecimentos químicos com aspectos sociais e com a realidade dos estudantes, de forma a contribuir para aprendizagem e formação da cidadania crítica. Quanto aos tópicos escolares de Química, identificamos uma predominância dos conteúdos de Química Orgânica, e todos apresentaram como resultado uma maior motivação por parte dos estudantes.

A respeito dos aspectos químicos apresentados, todas as pesquisas (exceto o de Morais, 2020) abordaram a temática associadas aos conteúdos curriculares de Química Orgânica, mais especificamente, funções orgânicas, com algumas variações quanto aos aspectos didáticos. Os aspectos didáticos foram diversos, mostrando resultados semelhantes na medida em que sensibilizaram e desafiaram os estudantes a participar das atividades propostas. Cumpre destacar que nenhuma das produções abordou acervos de museus em suas propostas de ensino.

Fármacos e Medicamentos se configuraram como temas geradores em muitas das produções, com a intencionalidade educativa de ensinar o conhecimento químico para uma formação crítica e cidadã, com foco nas implicações sociais e ambientais. A Química Medicinal é a Ciência que lida com a descoberta e desenvolvimento de novos produtos químicos terapêuticos e seu desenvolvimento em medicamentos úteis à sociedade (SILVERMAN; HOLLADAY, 2014). Considerando tais premissas, compreendemos, assim como Saldanha, Silva Neta, Weber (2012), que é primordial tratarmos de fármacos e medicamentos nos espaços educativos, tais como a escola, o museu e outros. Com isso, defendemos a relevância do tema para a promoção da Cultura Científica. No próximo Capítulo, abordamos os pressupostos teóricos da Divulgação e da Cultura Científica e o papel dos museus nestes processos e práticas.

3. DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA, MUSEUS E CULTURA CIENTÍFICA

Neste capítulo apresentamos os aspectos teóricos da Cultura Científica e da Divulgação Científica, as implicações no espaço escolar, bem como na interface da relação entre museu-escola, com o objetivo de tecer reflexões sobre a dinâmica entre a Ciência e sua divulgação.

3.1 A CULTURA CIENTÍFICA

A expressão “Cultura Científica” trouxe um sentido mais amplo e moderno de ideias e práticas, anteriormente ligadas à educação e comunicação científica, e essa atualização do termo se deve ao fato de que a palavra “cultura”, traz um sentido positivo e complexo, que considera as relações da perspectiva antropológica, sociológica e humanística, levando em consideração aspectos educativos, políticos e sociais (LORDELO; PORTO, 2012).

A “Cultura Científica” pode ser considerada como a “modernização ou atualização” de uma ideia para expressar práticas anteriores em educação e comunicação científica (LORDELO; PORTO, 2012). Contudo, essa nova expressão traz desafios em razão da polissemia do termo cultura (FERRI, 2012). Vogt (2003, p. 1) defende que a expressão “Cultura Científica”, “soa mais adequada do que as várias outras tentativas e designação do amplo e cada vez mais difundido fenômeno da Divulgação Científica, e da inserção no dia a dia de nossa sociedade dos temas da ciência e da tecnologia”. Nesta perspectiva, a proposta de Carlos Vogt contempla “processos sociais voltados para a produção, difusão, o ensino e a divulgação do conhecimento científico” (VOGT, 2010, p. 1).

Para Vogt (2003), a “Cultura Científica” expressa pelo menos três sentidos: “cultura da ciência” (aquela gerada pela ciência e cultura própria da ciência), “cultura pela ciência” (cultura por meio e a favor da ciência) e “cultura para ciência” (voltada para produção e socialização da ciência). Neste âmbito, o autor ainda denomina de “bem-estar cultural”, sendo o confronto das relações da sociedade com a ciência e suas inovações tecnológicas, incluindo as respectivas aplicações e facilidades que a ciência oferece (VOGT, 2010).

Vogt (2012, p. 5) declara que a expressão “bem-estar cultural” se trata de um conjunto de “valores e atitudes, hábitos e informações, com o pressuposto de uma participação ativamente crítica dessa sociedade, no conjunto dessas relações”. Assim, o autor exemplifica que a formação crítica tem por premissa, estimular as pessoas a se posicionarem e questionarem suas decisões no que tange às relações sociais com a tecnociência do cotidiano (VOGT, 2012).

Em entrevista à jornalista Kátia Kishi, do Journal Galoá⁹, Carlos Vogt afirma que:

Hoje, a questão da divulgação superou bastante esse conceito, digamos, quantitativo do déficit de conhecimento para ser crítico em relação à ciência. Por exemplo, não é porque você não joga futebol, que você não pode fazer crítica de futebol! É tão verdade isso que o Brasil inteiro faz isso (risos). Sendo assim, não é porque você não faz ciência profissionalmente que você não pode ser crítico em relação à ciência. Mas quais são os fundamentos de poder ser crítico sem ser cientista? É conhecer. Conhecer e saber do que se trata os assuntos (VOGT, SEM DATA, p. 1).

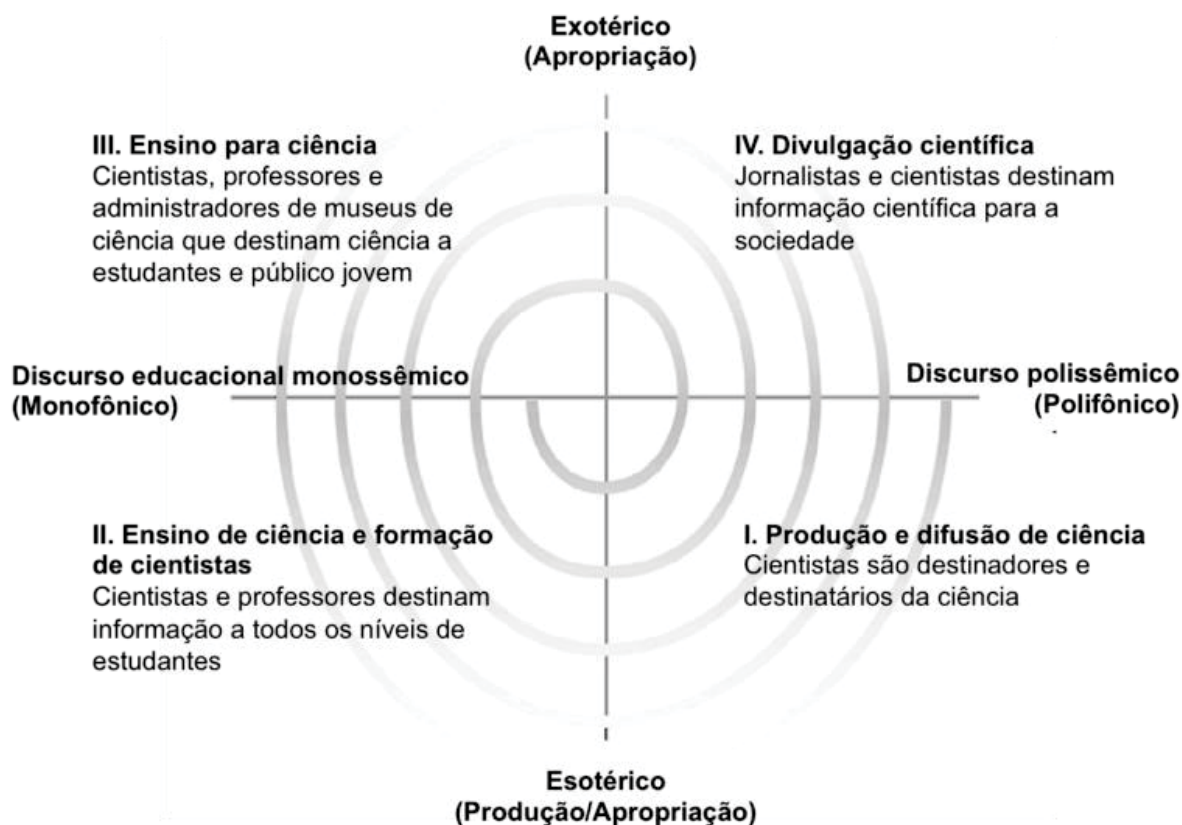
Vogt (2012) sugere uma Espiral da Cultura Científica como uma metáfora para explicar a dinâmica da Cultura Científica - que possui movimento comparado ao de uma espiral - e que embora esteja dividido em quatro quadrantes, esses estão interligados. Trata-se de um conjunto de elementos distribuídos de modo a contribuir para o entendimento da dinâmica de construção do processo de Cultura Científica. O autor afirma que um cidadão não-cientista, é capaz de entender o que está acontecendo à luz da Ciência, e deve se sentir convidado a participar dos processos de decisão de forma crítica, democratizando o conhecimento. Acrescenta que para isso ocorrer, a comunicação é o grande fenômeno que permite que a Ciência se consolide, se mova e evolua (VOGT, 2012).

Os quadrantes da Espiral da Cultura Científica proposta por Vogt (2003) estão organizados da seguinte forma: no primeiro quadrante estão os cientistas; no segundo, cientistas e professores destinando formações e informações aos estudantes, nos diferentes níveis de ensino; no terceiro quadrante um conjunto de ações do ensino de Ciências; e no quarto quadrante estão jornalistas e cientistas com atividades próprias da Divulgação Científica, com foco no público em geral. Os quadrantes estão estruturados dentro da Espiral, levando em consideração suas

⁹ Galoá é uma plataforma que surgiu em 2011, voltada para o dia a dia dos acadêmicos.

respectivas localizações em relação aos eixos verticais e horizontais, conforme é possível observar na Figura 12.

FIGURA 12 - A ESPIRAL DA CULTURA CIENTÍFICA DE VOGT



FONTE: Vogt (2003).

O primeiro quadrante engloba as ações voltadas para a produção e disseminação da Ciência, onde os cientistas são os locutores e destinatários da Ciência do ponto de vista da comunicação, entre pares, que acontece por meio de artigos e eventos científicos como congressos, simpósios, reuniões de associações, sendo assim, “é o momento da produção e a chamada difusão da ciência” (VOGT; MORALES, 2017, p. 1).

No segundo quadrante está o Ensino da Ciência e a formação de cientistas, onde as ações são realizadas na educação formal, para estudantes de diferentes níveis (da Educação Básica até a Pós-Graduação), com foco na apropriação dos conhecimentos científicos/curriculares a partir de práticas educativas que adotam uma linguagem cuja característica básica é ser didática (VOGT, 2008). Esses dois

quadrantes estão localizados abaixo do eixo horizontal da espiral, ocorrem em espaços de produção e reprodução da Ciência, chamado de eixo Esotérico, pois é reservado a grupos restritos e instituições de ensino e pesquisa (VOGT; MORALES, 2017).

O terceiro quadrante abrange as atividades e ações do Ensino para a Ciência, elas são realizadas por "cientistas-divulgadores, professores e centros/eventos como museus e feiras de ciências, por exemplo, levam a C&T aos estudantes e público majoritariamente jovem" (VOGT; MORALES, 2017, p. 1).

E, o quarto quadrante representa a DC de forma mais ampla, sendo aquela praticada por jornalistas e pesquisadores e tem como destinatário a sociedade como um todo (VOGT, 2008). O terceiro e o quarto quadrantes, segundo Vogt e Morales (2017), estão localizados acima do eixo horizontal e são os quadrantes da apropriação da ciência, chamada de Exotérica, por ser ampla, aberta e irrestrita.

A Espiral apresenta uma divisão no eixo vertical. À direita, localizam-se os quadrantes I (um) e IV (quatro), por apresentarem um discurso polissêmico e polifônico, caracterizado por vozes e diálogos que ocorrem de forma concomitante, cientistas com cientistas no quadrante um, e jornalistas e pesquisadores falando para o público em geral no quadrante quatro. À esquerda do eixo vertical, estão os quadrantes II (dois) e III (três), onde o discurso ocorre de modo monossêmico e monofônico, com características próprias do sistema educacional, do Ensino de Ciências e da formação de cientistas, caracterizando o Ensino para a Ciência (VOGT; MORALES, 2017). Vogt e Morales (2017) complementam que esta oposição dos dois grupos se dá também pelos aspectos qualitativos dos discursos inerentes aos processos contidos em cada um deles.

Para Vogt (2003, p. 1), utilizar a expressão "Cultura Científica" tem a vantagem de englobar outras expressões como: "alfabetização científica" (tradução para *Fscientific Literacy*), "popularização/vulgarização da ciência" (tradução para *popularisation/vulgarisation de la science*), "percepção/compreensão pública da ciência" (tradução para *public understanding/awarness of science*), e inclui a ideia de que "o processo que envolve o desenvolvimento científico é um processo cultural". Neste sentido, esse processo precisa ser analisado levando em consideração a dinâmica social do ensino, da educação e da divulgação da Ciência na sociedade.

Tomando como referência a Espiral da Cultura Científica proposta por Vogt (2003), apresentamos uma discussão que articula as definições e estratégias adotadas no campo da Divulgação Científica, bem como seus objetivos e aspectos de sua abordagem e importância no contexto da escola e do museu.

3.2 DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA

O cerne da Divulgação Científica seria divulgar, disseminar e difundir os aspectos inerentes à Ciência, envolvendo fatos históricos, o fazer científico e seus produtos e papéis na sociedade (MASSARANI, 2008). Defendemos que a Divulgação Científica deve ir além da comunicação sobre estes elementos, promovendo oportunidades de ampliação e apropriação de conhecimentos junto aos diversos públicos, democratizando o acesso ao conhecimento e criando condições para a promoção da Cultura Científica na sociedade.

Para entender DC, é necessário refletir sobre como acontece o processo de divulgar Ciência. Para Sánchez Mora (2003, p. 8), a Ciência tem diversos tipos de linguagem, e o método da Divulgação Científica deve “utilizar apenas as ferramentas da linguagem natural para recriar os conceitos da ciência, reproduzir as imagens, usar os modelos e resgatar o espírito do conhecimento científico”. Para a autora, a obra de divulgação deve ser original e cautelosa na aplicação de recursos literários, e sempre fiel à mensagem científica. Sendo assim, divulgar Ciência é uma necessidade, embora Pechula (2002) afirme que os veículos de comunicação de massa informam as descobertas científicas de forma que faz parecer que a Ciência possui o poder de explicar e solucionar os problemas de uma maneira mágica, o que gera uma visão coletiva ingênua, desvinculada dos conflitos e falhas próprias do método científico. Nesse sentido a autora afirma que:

A ciência é transformada em notícia: a pesquisa torna-se fonte de Divulgação Científica para a massa e, mesmo que ainda em processo de hipótese e elaboração, é rapidamente divulgada. Contudo, geralmente, não aparece como processo e nem são apresentados os problemas e conflitos inerentes à sua produção. Ao contrário, a pesquisa é divulgada como a descoberta, a criação já acabada ou como início de uma descoberta que inexoravelmente alcançará o seu intento (PECHULA, 2002, p. 194).

Para Sánchez Mora (2003), embora não se possa inferir que a intenção de Galileu na publicação “*Dialogo sopra i due massimi sistemi del mondo, tolemaico e copernicano*”¹⁰, fosse Divulgação Científica, em seu sentido amplo, seus escritos demonstram uma tendência didática extensiva a pessoas educadas, forma discursiva bastante utilizada na Renascença. Para essa autora, não há consenso de quando se iniciou a Divulgação Científica, mas a ideia para pensar na sua origem, é a de tornar a Ciência acessível ao grande público, diminuir o distanciamento entre cientistas e não-cientistas.

Massarani (2008, p. 1) defende que o cenário da Divulgação Científica vem se alterando, com ações sendo protagonizadas por diferentes atores, além dos próprios cientistas. Ela salienta o papel de novos profissionais que surgem como divulgadores, evidenciando a importância de processos mais informais e ligados a instituições de ensino não formal e a canais informais de comunicação (MASSARANI, 2008).

Considerando que a DC pode ser realizada de diferentes formas, Bueno (2009) destaca o uso de recursos, técnicas e processos para veicular as informações da Ciência para o público não especialista, podendo ocorrer pela imprensa (incluindo o jornalismo científico) e também por meio de feiras de livros, feiras de ciências, documentários, quadrinhos, suplementos infantis, folhetos, informativos entre outros, sendo em todos esses casos DC, pois todas essas ações constroem diálogos entre ciência e sociedade. (BUENO, 2009).

Em relação a DC, Massarani (2012) expressa a síntese de três modelos propostos para a Compreensão Pública da Ciência, propostos por Brossard e Lewnstein (2006), sendo eles: i) o modelo contextual, ii) o modelo de expertise leiga e iii) o modelo de engajamento público. Segundo Massarani (2012), no modelo contextual,

[...] reconhece-se que os indivíduos não respondem simplesmente como recipientes vazios, mas, sim, processam a informação de acordo com esquemas sociais e psicológicos que vêm sendo desenhados por suas experiências prévias, o contexto cultural em que se insere e suas circunstâncias pessoais. O modelo contextual também reconhece a

¹⁰Diálogo sobre os dois máximos sistemas do mundo, ptolomaico e copernicano, publicado em 1632, na língua italiana, quando o latim era a língua formal das igrejas e universidades.

capacidade de sistemas sociais e representações da mídia de reduzir ou amplificar suas preocupações sobre questões específicas. O modelo contextual, no entanto, tem sido criticado por supostamente ser apenas uma versão mais sofisticada do modelo de déficit: ele reconhece que as audiências não são meramente recipientes vazios, mas ainda conceitualiza o problema como se o público fosse formado por indivíduos que respondem às informações de forma que seria inadequada para os cientistas (MASSARANI, 2012, p. 96).

Massarani (2012) argumenta sobre a necessidade de se reconhecer uma prática educativa que não exclua o conhecimento dito como leigo, pelo contrário, é necessário incluí-lo na participação pública, gerando modelos de engajamento público, que visa à construção dessa participação de forma dialógica entre cientistas e público. Para essa autora, o modelo do engajamento público visa incrementar a participação do público, e as atividades são dirigidas com centralidade na democratização da Ciência e alerta que possuem “um caráter bem politizado de tirar o controle da ciência das mãos dos cientistas e políticos da elite e colocá-los nas mãos de setores do público, aumentando o empoderamento deste último (MASSARANI, 2012, p. 97).

Outra abordagem conceitual coloca quatro modelos: o “modelo do déficit”, “modelo contextual”, “experiência leiga”, e o mais aceito atualmente, é o de “participação pública”. Este último modelo reconhece e valoriza a opinião pública e seu direito de participar das decisões públicas de Ciência, Tecnologia e Inovação. Para Porto, Brotas e Bortoliero (2011) o modelo de participação pública:

[...] É considerado um modelo dialógico por essência, uma vez que pressupõe a existência de fóruns de debate com a participação de cientistas e do público. Ainda assim, é alvo de algumas críticas por estar mais centrado na discussão das políticas científicas em lugar da compreensão pública de ciência (PORTO; BROTAS; BORTOLIERO, 2011, p. 22).

Para Porto, Brotas e Bortoliero (2011), esses modelos - que procuram explicar as relações entre ciência e sociedade - são estratégias de DC para a educação científica dos cidadãos em geral. No Brasil, nas atividades de Divulgação Científica, o modelo de déficit é a abordagem predominante, segundo Moreira e Massarani (2002, p. 62) é:

[...] de uma forma simplista, vê na população um conjunto de analfabetos em ciência que devem receber o conteúdo redentor de um conhecimento descontextualizado e encapsulado. Aspectos culturais importantes em qualquer processo divulgativo raramente são considerados, e as interfaces entre a ciência e a cultura são frequentemente ignoradas. Com raras exceções, pouco se tem feito para uma atuação divulgativa consistente e permanente para as camadas populares.

Sánchez Mora (2003, p. 7) afirma que a DC deve superar a visão de “tradução” da língua científica para a leiga, devendo antes criar uma ponte entre o “mundo da ciência e os outros mundos”, e para isso é necessária a colaboração de diferentes profissionais. Massarani (2008) avalia que o Brasil precisa de iniciativas mais sistemáticas, em distintas regiões do país, para criar espaços onde diferentes grupos como cientistas, jornalistas, artistas, educadores e demais perfis em torno da Divulgação Científica possam compartilhar experiências.

Moreira e Massarani (2001) realizaram um levantamento das atividades de DC desenvolvidas no Rio de Janeiro na década de 1920, e ainda, fizeram uma análise geral das motivações, dos interesses e das perspectivas filosóficas e políticas da Ciência naquela época, que influenciaram no tipo de DC produzida. Como conclusão levantaram as seguintes conjecturas:

- a) A situação internacional era favorável a esse tipo de atividade. Após o final da Primeira Guerra Mundial, que exibiu na prática o poderio emanado da ciência e da técnica, cresceu o interesse geral pela ciência, atestado, por exemplo, pela enorme repercussão que a figura de um cientista, Einstein, adquiriu. Graças ao prestígio conquistado, ele ganhou as páginas dos jornais de todo mundo e suas opiniões científicas, filosóficas, éticas e políticas passaram a ter grande repercussão junto ao público. Na busca de paz em uma Europa esgotada pela guerra, os cientistas, como o próprio Einstein e Marie Curie, desempenhavam um papel importante. O interesse pela ciência nos países avançados contribuía indutivamente para atitude similar no Brasil, com uma intelectualidade particularmente influenciada pela cultura francesa.
- b) A elite intelectual carioca ligada à ciência adquiriu, na época, a consciência da importância de se criar ambiente favorável junto à opinião pública para permitir o desenvolvimento da ciência pura. Nesse sentido, aumentaram as preocupações quanto à formação de pessoal capacitado, à criação de instituições relacionadas à pesquisa e à educação superior e à consolidação das instituições já existentes (MOREIRA; MASSARANI, 2001, sem página).

Sobre o contexto brasileiro atual, Massarani e Araripe (2019, p. 126) afirmam que a Ciência Brasileira precisa aumentar o diálogo com a sociedade para

sobreviver, o “congelamento” de 42% do orçamento do Ministério de Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações, dificultou tal ação, e já chama atenção que: “Tão grave quanto a redução drástica de recursos, é a visão de Ciência existente no momento e o reduzido status dado ao setor.” Outro aspecto de igual relevância é o caso da “vacinação - ou falta dela”, alertando:

O Brasil perdeu o certificado da Organização Mundial da Saúde (OMS) de território livre do sarampo. Em 2016, a doença foi considerada erradicada no país; em 2000, nos Estados Unidos. No entanto, a doença está crescendo a passos galopantes no globo terrestre, o que levou o Fundo das Nações Unidas para a Infância (UNICEF) a lançar, em abril deste ano, a campanha #VacinasFuncionam, alertando para o fato de que, a cada ano, mais de 20 milhões de crianças em todo o mundo deixam de receber a vacina contra o sarampo [...]

As razões que levam à redução vacinal são variadas e incluem a falta de acesso aos serviços de saúde, mas também o medo ou ceticismo em relação às vacinas, o que tem motivado crescentes movimentos antivacinação. No entanto, em vez de culpabilizar a sociedade em nome da ignorância, talvez valha perguntar: o que estamos fazendo de errado?

Afinal, muitos desses movimentos antivacinação sistematicamente citam o estudo que correlacionou autismo e vacinação (MASSARANI; ARARIPE, 2019, p. 126).

Durante a pandemia da Covid-19, Massarani *et al.* (2021) realizaram um estudo para identificar e analisar os enquadramentos predominantes na cobertura jornalística de enfrentamento à desinformação sobre vacinas, e como um dos resultados observaram que:

O jornalismo busca reafirmar seu papel de instituição de credibilidade, lançando mão não apenas dos preceitos básicos da apuração das informações, mas também utilizando recursos tecnológicos para, por exemplo, comprovar a veracidade de áudios e vídeos. A incorporação do conteúdo das agências de verificação pela Folha de S. Paulo é um exemplo de como os veículos de comunicação, de uma forma geral, estão preocupados em se associar às iniciativas de combate à desinformação, reafirmando não apenas os valores do jornalismo profissional, mas também, como verificou Graves (2016), o discurso democrático, de responsabilidade pública, precisão da informação e de justiça (MASSARANI *et al.*, 2021, p. 41).

A temática “vacinação” também foi analisada por Massarani *et al.* (2021) utilizando conteúdos publicados em redes sociais, e um dos resultados da análise foi a necessidade de aproximar a DC do jornalismo com os saberes acadêmicos, para suscitar nas redes sociais um debate público de qualidade e confiabilidade acerca da vacinação. Quanto às afirmações encontradas nas redes sociais, Chagas e Massarani (2020) chamam a atenção sobre as “*fakes news*”, alertando sobre a potência da internet para disseminá-las e da dificuldade de corrigir uma informação uma vez que já foi amplamente distribuída.

Massarani e Peters (2016) realizaram um estudo com cientistas brasileiros e observaram que 73% dos respondentes fazem uso das redes sociais - e dentro destes, 80% fazem uso essencialmente para se comunicarem com a família e amigos; 64% para se atualizarem sobre questões políticas, culturais e outros temas; 62% utiliza para se informar sobre temas de ciência em sua área de especialidade; e 65% para se comunicarem profissionalmente com outros cientistas, porém, o mesmo estudo relatou que os cientistas brasileiros não estão ativos no uso de mídias sociais como ferramentas de Divulgação Científica. Segundo os autores, menos de um terço dos cientistas que responderam à pesquisa, tem um site ou fornecem informações sobre sua pesquisa ou sobre questões relacionadas à sua área de atuação (MASSARANI; PETERS, 2016).

Chagas e Massarani (2020) observam, ainda, que ocorre um aumento em relação aos *blogs* e ao engajamento de cientistas e comunicadores no Brasil, mas ainda em escala reduzida quando comparado a países da Europa e aos Estados Unidos, como já havia sido identificado por Massarani e Peters (2016) em outras pesquisas.

Chagas e Massarani (2020) definem como Divulgação Científica, a promoção do acesso ao conhecimento científico, de forma que o público busque conhecer e compreender a versão científica dos fatos e suas justificativas, reconhecendo e respeitando a autoridade e legitimidade da Ciência, mas também verificando os dados e contestando resultados a fim de fazerem escolhas embasadas e com entendimento, mas não somente por influência da mídia. As autoras também sugerem que a DC inclua mostrar tropeços, lutas e controvérsias, comunicando a Ciência de forma crítica e contextualizada (CHAGAS; MASSARANI, 2020). Sendo assim, em concordância com Chagas e Massarani (2020), entendemos que a DC,

deve mostrar os erros e acertos da Ciência e uma compreensão dos modos de produção da Ciência, de modo a ressaltar que ela não está pronta e acabada e sim em constante construção.

Vogt, Cerqueira e Kanashiro (2008, p. 2) afirmam que fazer DC não é apenas levar a informação e conhecimento científico, mas também atuar de modo a produzir as condições para o cidadão “ter opiniões e uma visão crítica de todo o processo envolvido na produção do conhecimento científico com sua circulação e assim por diante”, fazendo e pensando a Divulgação Científica de maneira relacionada com a Cultura Científica.

A abordagem da DC no contexto escolar tem se caracterizado por "uma apropriação do professor para corroborar os processos formativos e a aprendizagem de conceitos científicos" (LIMA; GIORDAN, 2017, p. 5-6). Os estudantes compreendem a DC pelas posições e discursos utilizados pelo professor no decorrer das atividades, por isso, é importante compreendê-la como uma ferramenta cultural, que será utilizada em sala de aula em um processo de enculturação científica. Os autores acrescentam que a DC em sala de aula promove a aprendizagem de conceitos, técnicas, habilidades e atitudes referentes à Cultura Científica (LIMA; GIORDAN, 2017).

Diante do exposto, esta pesquisa parte de um tema científico e social de grande relevância para a Cultura Científica e para o ensino da Química que são os Fármacos e Medicamentos. No cenário da pandemia de Covid-19, Chagas e Massarani (2020, p. 102) ressaltam a corrida às farmácias por parte de uma parcela da população para adquirir e utilizar medicamentos de forma atípica a sua prescrição oficial, resultando na escassez da hidroxicloroquina (que prejudicou pacientes que dependiam do medicamento), e até morte de pessoas que tomaram indevidamente o medicamento, como parte da necessidade de discussões sobre fármacos e medicamentos sustentados por materiais de DC específicos sobre essa temática.

Os dados do Conselho Nacional de Saúde (CNS, 2021) também indicam a importância dessa temática para a formação cidadã, considerando a facilidade de acesso a muitos produtos e o aumento do consumo desses no Brasil.

Sendo assim, a prática da Divulgação Científica com estudantes do Ensino Médio - grupo negligenciado nas atividades de DC (CHAGAS; MASSARANI, 2020, p. 58) sobre a temática supracitada, e na relação entre museu e escola, apresenta-

se com potencialidade para a promoção da Cultura Científica de estudantes do Ensino Médio.

3.3 IMPORTÂNCIA DA DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA NA ESCOLA

Para refletir sobre a visão de Ciência na sociedade e o interesse da população brasileira por temas científicos, Castelfranchi *et al.* (2013, p. 1164) apresentaram os resultados de uma enquete nacional de percepção pública da C&T com 101 perguntas, abertas e fechadas¹¹, que tiveram por objetivo “mostrar as limitações da hipótese que fundamenta muitos projetos de popularização e de ensino de Ciências: a de que cidadãos mais informados – e mais bem ‘alfabetizados’ em C&T – teriam atitude mais positiva ou otimista sobre C&T”, e além do questionário foram realizadas 2.016 entrevistas, com base em uma amostra representativa do Brasil e estratificada quanto a gênero, idade, escolaridade, renda e região de moradia.

No referido estudo, após o tratamento dos dados, o interesse dos entrevistados foi que 65% se declarou interessado ou muito interessado em C&T, e nesse grupo, 86% se declarou informado ou muito informado quanto ao mesmo assunto. Entretanto, o mesmo estudo mostrou que esse interesse “não se traduz necessariamente em conhecer alguma instituição ou cientista brasileiro” (CASTELFRANCHI *et al.*, 2013, p. 1170), visto que 71% não conhece nenhuma instituição de pesquisa no Brasil e 81% não conhece o nome de nenhum cientista brasileiro, os autores afirmam que a relação entre interesse e acesso à informação de C&T precisa ser problematizada (CASTELFRANCHI *et al.*, 2013).

Nessa perspectiva de entender a concepção de Ciência, agora exclusivamente de mulheres adolescentes, Reznik *et al.* (2017) buscaram responder a seguinte pergunta: "Como as adolescentes aprendem a ciência e a profissão de cientista?". Este trabalho buscou compreender de que forma elas, as adolescentes, percebem a Ciência e os cientistas. O estudo mostrou uma expectativa positiva das

¹¹Promovida pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) por meio do Departamento de Popularização e Difusão da C&T, e o Museu da Vida, ligado à Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz, com a colaboração da Unesco.

participantes sobre o ingresso na carreira científica, porém, a imagem de cientista está ligada a caricaturas e as autoras chamaram atenção que:

Os resultados da pesquisa reforçam mais uma vez a existência, nas representações populares, de um elemento narrativo, às vezes minoritário, outras vezes mobilizado com intensidade, que é a do “cientista maluco” e com inteligência acima da média, além da apropriação de atributos físicos como barba, cabelo desganhado e marcas de experimentos (REZNIK *et al.*, 2017, p. 848).

Ambos os autores Castelfranchi *et al.* (2013) e Reznik *et al.* (2017), confirmam um fenômeno relevante de que um maior grau de instrução ou de informação, não necessariamente leva a atitudes mais positivas sobre a importância e o papel da C&T na sociedade. Entendemos assim, que possivelmente a ideia e conceito de Ciência e mesmo de cientistas caricatos estão intimamente ligados a publicidade e conteúdo científico que a população acessa.

Nesse sentido, refletindo ainda sobre a percepção pública dos adolescentes brasileiros sobre Ciência, Carvalho e Massarani (2020) realizaram uma análise qualitativa na intersecção entre os campos de Divulgação Científica e Comunicação, perceberam que o conceito de Ciência pode estar ligado à abordagem desses assuntos em publicidades. As autoras identificaram que os jovens, embora não compreendam a linguagem utilizada pelas publicidades, ainda assim reconhecem a importância da Ciência, conforme expressa Carvalho e Massarani (2020, p. 11):

Talvez, a ideia de uma ciência “difícil”, “misteriosa” e afastada da realidade social e do cientista como um profissional que se volta apenas para a teoria, se relacione com a apresentação de termos científicos não explicados, de uma linguagem rebuscada e não acessível das publicidades, como os entrevistados relataram. Por outro lado, apesar da dificuldade de entender as mensagens, a ciência continua a ter importância na narrativa e credibilidade entre os jovens.

Diante do exposto, um dos papéis da escola é fornecer subsídios para que os estudantes consigam compreender a linguagem científica e, ao mesmo tempo, que reconheçam e respeitem a autoridade e legitimidade da Ciência. Ademais, a partir das atividades didáticas da escola, é possível ensinar estudantes a checar dados e a contestar resultados, a fim de fazerem escolhas com embasamento científico e não

somente por influência da mídia. Chagas e Massarani (2020, p. 58) chamam atenção que os adolescentes são um grupo negligenciado nas atividades de Divulgação Científica, e sugerem que eles têm mais interesses por outros assuntos do que pela Ciência. Por isso, Massarani e Moreira (2004, p. 35) defendem que a “Divulgação Científica é uma atividade em processo de (re) construção”, e que cada país e região deve explorar novas mídias de acordo com sua realidade, a fim de incluir setores marginalizados da população. Neste sentido, nossa pesquisa visa aproximar os estudantes e a comunidade escolar da Divulgação Científica para que o público, como defende Massarani e Moreira (2003), passe a ter uma atuação crítica e participativa diante do conhecimento e dos processos decisórios.

Um caminho para promover nos estudantes uma criticidade em relação à ciência e ao saber científico, sugerido por Chagas e Massarani (2020, p. 48) é usar uma ferramenta que as autoras chamam de “poderosa” que “é mostrar como a ciência funciona”, e sugerem o seguinte exemplo:

Diante de uma crise, por exemplo, como a descoberta de uma nova doença, como pode alguém com pouco conhecimento de biomedicina avaliar a confiabilidade de notícias sobre o desenvolvimento de uma vacina ou medicamento? Ou colocando de outra maneira, por que os especialistas em biomedicina, ainda que nunca tenham trabalhado diretamente com a doença e com as estratégias de enfrentamento em questão, são capazes de fazer uma avaliação mais crítica? (CHAGAS; MASSARANI, 2020, p. 48).

Neste cenário, também cabe entender o conceito de educação formal, não formal, informal e Divulgação Científica. Marandino *et al.* (2004) desenvolveram uma pesquisa que buscou conhecer e aprofundar esses conceitos e a relação entre eles – a partir do levantamento bibliográfico e do depoimento dos diferentes profissionais que atuam nesse campo; um dos resultados observados foram definições diferenciadas dos termos educação formal, não formal, informal. Isso que demonstra a falta de uma linguagem comum entre aqueles que “pensam”/“praticam” atividades relacionadas a eles, mas para o nosso trabalho chama atenção que quanto à Divulgação Científica, para os respondentes em geral, ela permeia todos os contextos educativos.

Embora o ensino formal possua características próprias, diretamente ligadas à instituição escolar, e ao ensino tradicional, os estudantes levam para a sala de aula, as percepções de Ciência encontradas a partir das suas próprias relações,

incluindo as midiáticas e com as redes sociais. Chagas e Massarani (2020, p. 36) afirmam que o uso da internet para “para divulgar ciência no Brasil, está baseado principalmente em iniciativas de museus e centros de ciência, instituições científicas, grupos de pesquisa em Divulgação Científica, e algumas agências governamentais”. Sendo assim, entendemos que a escola precisa, inclusive, de estratégias pedagógicas que facilitem a interlocução dos museus com o cotidiano do aluno em sala de aula.

Portanto, entendemos que para estruturar atividades para aulas de Química pautadas na DC, precisamos mostrar a relação da Ciência com o cotidiano dos estudantes, com a vida fora da escola e, preferencialmente, seguir as sugestões de Chagas e Massarani (2020):

[...] considere a possibilidade de incluir momentos em que eles poderão colocar a mão na massa, um experimento, a investigação de um caso detetivesco, um jogo, e acrescentam que a: [...] a melhor forma de desenvolver projetos realmente atraentes para adolescentes é incluí-los no processo (CHAGAS; MASSARANI, 2020, p. 60-61).

Defendemos que o ensino precisa desenvolver a autonomia do estudante, respeitar suas impressões, ouvi-lo e incluí-lo no processo de produção do conhecimento. Mas, Chagas e Massarani (2020) apontam que no Brasil tem sido usado o modelo de déficit de Divulgação Científica, que desconsidera as compressões já trazidas pelas experiências pessoais de cada um.

As iniciativas de DC baseadas nesse modelo chegaram a um impasse: “se nosso objetivo é convencer alguém e esse alguém não quer e não se deixa ser convencido/a, falharemos miseravelmente a cada tentativa” (CHAGAS; MASSARANI, 2020, p. 48), sendo assim, é preferível iniciativas que procurem estabelecer diálogos com a sociedade, expondo a versão científica dos fatos e suas justificativas, sempre abertas a entender como o público pensa e se posiciona (CHAGAS; MASSARANI, 2020). E, dessa forma, compreendemos que é necessário que esse diálogo seja iniciado também na escola.

Massarani e Araripe (2019, p. 3) sugerem que, a exemplo do movimento que se destacou no Brasil na década de 1920, por fomentar a divulgação da ciência para os não cientistas, é fundamental realizar ações que aumentem o diálogo entre a

comunidade científica e a sociedade, e acrescentam que precisa ocorrer uma mobilização por parte dos cientistas, para mostrar para a sociedade e para os “tomadores de decisão”, que a Ciência é relevante para o desenvolvimento do país. Para Massarani e Araripe (2019, p. 3) os conhecimentos químicos foram (e são) a base para o crescimento tecnológico e industrial das “nações modernas”.

Compreendemos que os Museus têm um importante papel na Divulgação Científica, no que se refere aos estudantes de Ensino Médio (MARANDINO, 2008). Assim, no próximo tópico apresentamos a Divulgação Científica e a articulação com a escola.

3.4 A DC EM MUSEUS E A ARTICULAÇÃO COM A ESCOLA

Os museus são espaços dedicados à conservação/preservação, pesquisa, documentação, educação e exposição do patrimônio cultural, material e imaterial, artístico, histórico, científico e técnico (LIMA, 2012). Segundo Marandino (2008, p. 1), “os objetos são fundamentais na história dos museus e constituem elementos importantes nos processos educativos desenvolvidos nesses locais”. A autora afirma que esses mesmos objetos também articularam ações educativas nas escolas, pois essas duas instituições “conservam uma reflexão comum sobre o interesse do objeto na aprendizagem e sua importância na ‘lição das coisas’” (MARANDINO, 2008, p. 2).

A articulação entre museu e escola, segundo Moreira, Massarani e Aranha (2008), já acontecia no Brasil em 1920, no Museu Nacional, quando Roquette-Pinto, desenvolveu atividades de divulgação e educação em ciências, e enfatizou aspectos educativos do Museu, criando programas de educação científica para escolas, mesmo antes da ideia de existirem museus de ciência com características mais dinâmicas.

Marandino (2008) chama de educação não formal, o processo de ensino e aprendizagem desenvolvido em espaços museais, dadas as semelhanças com o processo educativo desenvolvido na escola. Mas a autora também destaca a especificidade do museu, sendo: o objeto, o tempo, o espaço e a linguagem (MARANDINO, 2008, p. 2).

A parceria museu-escola contribui para uma melhor compreensão pública da importância do conhecimento científico e suas aplicações no progresso da humanidade (MARTINS; MARANDINO, 2013). Entendemos que visitas a museus e demais atividades realizadas na interface entre a educação formal e não formal, oportunizam a ampliação da Cultura Científica.

Os professores de diferentes áreas têm buscado cada vez mais os espaços de educação não formal como os museus, para proporcionar um melhor aproveitamento dos estudantes - e essa relação pode ser observada pela perspectiva do museu e da escola, que são universos particulares, onde as relações se processam de formas diferenciadas (MARANDINO, 2001). Nos discursos dos professores, a justificativa para buscar as instituições museais está em proporcionar aos estudantes “vivenciar situações impossíveis de serem reproduzidas na escola” (MARANDINO, 2001, p. 89).

Massarani (2012) avalia que no Brasil, a Divulgação Científica acontece predominantemente de maneira unidimensional, ignorando a necessidade de interação e de trocas efetivas com a audiência nos processos de comunicação pública e de apropriação social do conhecimento, e estende essa colocação aos museus interativos de ciências. Marandino (2001) fez uma análise da relação dos estudantes com o espaço físico do museu, e concluiu que a apropriação desses com conhecimento é diferenciada, destacando um uso mais livre e não dependente da rotina escolar.

Chagas e Massarani (2020, p. 33), após analisarem nas últimas décadas os “novos meios de divulgação, museus de ciência e políticas públicas para a popularização da C&T”, chamam a atenção que “uma característica de quase todos esses museus e centro de ciência é que uma parte significativa dos visitantes, cerca de 60% ou mais, é constituída de grupos escolares” (CHAGAS; MASSARANI, 2020, p. 38), e acrescenta que a escola não precisa abrir mão de seu currículo, antes deve articular em diferentes níveis com a exposição, sem perder a dimensão, ampliação cultural e a educação pelo, e para o patrimônio ao essencial aos museus. As autoras concluem seu trabalho reforçando a importância de investir na formação de professores, para que possam perceber as especificidades pedagógicas das escolas e dos museus, promovendo para os estudantes diferentes formas de interagir e vivenciar o conhecimento científico (CHAGAS; MASSARANI, 2020).

Marandino (2001) completa que é imprescindível que os espaços museais e a escola se interpenetrem e se complementem mutuamente, com suas histórias, linguagem e propostas educativas próprias.

Entendendo a dinâmica e a importância da relação museu-escola, na perspectiva da Divulgação Científica, temos por objeto de estudo as contribuições do acervo do Museu da História da Medicina do Paraná, em sua Exposição *Pharmacia*, para a promoção da Cultura Científica em aulas de Química do Ensino Médio sobre da temática Fármacos e Medicamentos. E, para isso, apresentamos no próximo capítulo, os caminhos metodológicos adotados nesta pesquisa.

4. CAMINHOS METODOLÓGICOS

Neste capítulo apresentamos os procedimentos metodológicos adotados neste estudo, envolvendo as características, natureza e delineamento teórico da pesquisa, a técnica utilizada para constituição e análise dos dados, bem como a definição e caracterização do campo de pesquisa.

4.1 - NATUREZA DA PESQUISA

A pesquisa desenvolvida se caracteriza como qualitativa documental, pois utilizamos como fontes, documentos que ainda não receberam tratamento analítico (GIL, 2019). Nessa mesma perspectiva, Marconi e Lakatos (2021) afirmam que:

A característica da pesquisa documental é que a fonte de coleta de dados está restrita a documentos, escritos ou não, constituindo o que se denomina de fontes primárias. Estas podem ser recolhidas no momento em que o fato ou fenômeno ocorre, ou depois (MARCONI; LAKATOS, 2021, p. 62).

O nosso *corpus* foi constituído de forma primária no espaço museal a partir da seleção de objetos do museu que possuíam facilidade de acesso aos visitantes. Os objetos foram registrados por meio de fotografias e receberam tratamento de dados a partir da análise de seus aspectos históricos, contemporâneos e químicos na perspectiva da Cultura Científica. Para Marconi e Lakatos (2021), esse tipo de estudo deve ser iniciado com o objetivo claro, para que o investigador não se perca nas variadas possibilidades, e julgando qual o tipo de documentação é a mais adequada para sua pesquisa.

Nas pesquisas documentais, como afirma Pérez (1992), há um tratamento amplo e complexo da informação e documentação científica. Neste sentido, Guimarães (2009) revela que:

Observa-se, destarte, que a organização da informação deve ser entendida como um conjunto de procedimentos que incidem sobre um conhecimento socializado (que, por sua vez, é um produto social e tem uma utilidade social e individual), os quais variam em virtude dos contextos em que são produzidos ou os fins a que se destinam, pois é a partir destes que se desenvolvem os parâmetros de organização (GUIMARÃES, 2009, p. 106).

Diante de tal colocação, Homulos (1990), assim como Guimarães (2009), compreendem que as questões dos conteúdos informacionais se manifestam como indispensáveis a serem abordados, considerando que eles possuem um papel estratégico em bibliotecas e museus.

Assim, para Marconi e Lakatos (2021) há três tipos de fontes, sendo elas: a) arquivos públicos: contemplam documentos municipais, estaduais e nacionais b) arquivos particulares: podem conter arquivos de instituições e familiares; e c) fontes estatísticas: são informações constituídas e elaboradas de dados estatísticos, inclusive censitários, que estão a cargo de vários órgãos particulares e oficiais.

Para além dos tipos de fontes, Marconi e Lakatos (2021) destacam os tipos de registros: i) escritos: englobam os documentos oficiais, publicações administrativas, publicações parlamentares, documentos jurídico, dados estatísticos e documentos particulares; e ii) outros: iconografia, fotografias, objetos, canções folclóricas e vestuário.

A fonte documental desta pesquisa é determinada pelos objetos do acervo do MHMP, sendo obtida no espaço museológico, necessitando ser observada a partir desse contexto. Maroevic (1994), qualifica que “o objeto de museu se torna um objeto INDOC (informação/documentação), pois contém e transmite informações, e documenta diferentes formas de realidade que atravessou”.

Maroevic (1994) explica que o objeto de acervo, no contexto de um museu, exerce a função de transmitir mensagens já contidas em sua estrutura documental. O autor sustenta que esse caráter qualifica o objeto na função de um documento, pois serve como portador de sinais, “sendo o sinal sistematicamente incorporado na estrutura física do objeto a partir do momento de sua criação e sobrevivendo no tempo, apesar da possível variação de sua interpretação” (MAROEVIC, 1994).

É importante compreender que, dentro do contexto museológico, “os objetos não servem mais ao seu propósito normal; em vez disso, seu propósito e uso é informativo e comunicacional”, (MAROEVIC 1994, *apud* SILVA; PORPORA, 2021, p. 8). Tal aspecto converge diretamente com a proposta desta pesquisa, que busca no espaço do museu, instrumentos do acervo da Exposição *Pharmacia*, que auxiliem no processo informativo/comunicativo de disseminação da Cultura Científica e principalmente de ações de Divulgação Científica. Nesta pesquisa, esse processo é feito a partir da análise das informações do conteúdo de Química, que os objetos do

acervo podem fornecer, e depois sobre como essas informações podem gerar novos diálogos para a sociedade e especificamente promovendo a Cultura Científica, movimentando a Esfera de Vogt (2003).

Desta forma, o objeto de acervo é visto principalmente enquanto objeto informativo e comunicativo de aspectos materiais/físicos, funcionais e contextuais, conforme classifica Mensch (1992 *apud* SILVA; PORPORA, 2021), ao propor uma metodologia integral para o estudo museológico dos objetos de museu. Nela, o autor defende a existência de duas abordagens sobre o objeto, “uma que percebe o objeto como uma fonte de dados/informação e outra que o enxerga como um meio de transferência de dados/informações” (MENSCH 1992, *apud* SILVA; PORPORA, 2021, p. 5). Sua metodologia também prevê três níveis de dados a serem obtidos com a análise de objetos de museu, que utilizamos para o tratamento dos dados do acervo da *Pharmacia* do MHMP. Os três níveis de dados são os seguintes:

- (1) propriedades físicas ou estruturais, incluindo material, construção e forma do objeto (hardware do objeto),
- (2) propriedades funcionais, em relação ao uso, utilidade e importância do objeto e compondo sua significância e valor (software do objeto),
- (3) relações com o contexto, acerca do ambiente físico e conceitual em que o objeto reside, (MENSCH 1992, *apud* SILVA; PORPORA, 2021, p. 5).

Os níveis descritos pelo autor sustentam a estratégia da pesquisa documental, que permite levar em consideração as relações dos objetos do acervo da *Pharmacia* e relacioná-los com temas emergentes de Química Orgânica. Assim, é possível estabelecer uma conexão entre o item e o conhecimento a partir de características técnicas e funcionais dos objetos e a visão e percepção sobre instrumentos, fármacos e medicamentos. Consideramos desse modo, que é possível traçar um caminho evolutivo da Ciência, a partir da relação entre o objeto/documento e seu contexto histórico.

A amostra do acervo do MHMP analisada carrega informações abundantes sobre os fármacos e medicamentos utilizados em um determinado tempo, lugar e circunstância. A análise cuidadosa desses objetos museológicos como fonte de constituição dos dados, pode apoiar argumentações sobre as potencialidades do acervo da *Pharmacia* para a comunicação do conhecimento químico, de forma articulada com o cotidiano, estimulando o público à visita ao espaço museal e assim estimulando a enculturação científica. Considerando tais premissas, no

próximo tópico, apresentaremos a caracterização do espaço do MHMP, enquanto campo de pesquisa.

4.2 - DEFINIÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO CAMPO DE PESQUISA

O trabalho de campo foi realizado no âmbito do Museu da História da Medicina do Paraná, localizado em Curitiba na praça Rui Barbosa, no edifício do Hospital da Santa Casa, primeiro hospital da cidade, em funcionamento desde 1880. O Museu foi inaugurado em 28 de janeiro de 2019, fruto da parceria entre a Santa Casa de Curitiba e a Associação Médica do Paraná, com o intuito de preservar a memória da Santa Casa, história da medicina e farmácia paranaense, permitindo que o público transite entre o passado e presente, refletindo sobre a medicina e o papel da Santa Casa ao longo dos anos (SANTA CASA CURITIBA, 2021).

O acervo do Museu da Medicina conta com mais de 1.800 objetos expostos em oito espaços diferentes. Dentre esses, tem-se a exposição de longa duração *Pharmacia*, foco deste estudo. A seguir, apresentamos a Figura 13 que é a entrada e ambiente interno da seção da exposição destinada à *Pharmacia*.

FIGURA 13 - ENTRADA E AMBIENTE INTERNO DA SEÇÃO DE EXPOSIÇÃO



FONTE: A autora (2022).

A seguir, na Figura 14, apresentamos a porta da sala da antiga farmácia do Hospital Santa Casa de Misericórdia, atual sala da Exposição *Pharmacia* do MHMP.

FIGURA 14 - PORTA DO ESPAÇO EXPOSITIVO DA PHARMACIA DO MHMPR



FONTE: A autora (2022).

Na Figura 15 expomos a placa que identifica a sala onde se encontra o acervo que foi registrado e constitui o *corpus* desta pesquisa.

FIGURA 15 - PLACA IDENTIFICANDO SEÇÃO FARMÁCIA



FONTE: A autora (2022).

A *Pharmacia* possui inúmeros fármacos em exibição, em frascos e armários característicos como mostrados na Figura 16, onde é possível observar também vidrarias e *Pharmacopeias* no armário central e na vitrine.

FIGURA 16 - ARMÁRIOS E FRASCOS EM EXIBIÇÃO I



FONTE: A autora (2022).

Na Figura 17, do lado direito da imagem, é possível observar o segundo grande armário de Fármacos e Medicamentos, e à esquerda da figura e sobre a mesa o acervo de vidrarias da Dr.^a Maria Falce e o livro de prescrição médica com orientações de preparo de medicamentos.

FIGURA 17 - ARMÁRIOS E FRASCOS EM EXIBIÇÃO II



FONTE: A autora (2022).

Esse acervo conta a história da Santa Casa e dos profissionais da área farmacêutica, fazendo menção a muitos processos e produtos químicos, bem como os seus usos.

Para a constituição do *corpus* da pesquisa foram selecionados: dois instrumentos laboratoriais (encapsuladores e as balanças); duas vidrarias (almofarizes e o vidro esterilizador do acervo da Dr.^a Maria Falce); cinco Fármacos (Cafeína, Teobromina, Ácido Salicílico, Ácido Acetilsalicílico e Éter) e a Pharmacopeia. Esses itens foram selecionados pela possibilidade do acesso para a observação do público em geral, todos eles estão relacionados à Química dos Fármacos e Medicamentos.

4.3 - METODOLOGIA DE ANÁLISE

A amostra de objetos museológicos do acervo da *Pharmacia* do MHMP foi selecionada considerando os itens que dialogam com a história da Química para promoção da Cultura Científica. Esses foram analisados a partir das suas características materiais e históricas, aliadas à possível convergência com elementos do ensino de Química e DC, considerando em um primeiro momento, os três níveis de dados do objeto museológico propostos por Mensch (1992 *apud* SILVA; PORPORA, 2021).

Os objetos do acervo - selecionados nesta pesquisa-, tiveram dados iniciais extraídos e analisados em dois estágios: i - observação, registro e descrição das propriedades físicas/estruturais dos objetos; e ii - a investigação e avaliação quanto ao uso, utilidade e importância do objeto, seu significado e valor científico-cultural, que contemplam a constituição dos três níveis de Mensch (1992, *apud* SILVA; PORPORA, 2021), e estão organizados da seguinte forma:

1. No primeiro estágio, os objetos foram analisados a partir de observação e registro de suas propriedades físicas ou estruturais, descrevendo material, fabricação, construção e/ou forma do objeto. Nesta etapa, fomos ao museu e após observar o acervo, selecionamos itens pela disponibilidade visual: no setor de livros, a *Pharmacopeia*; no setor de instrumentos, as balanças e encapsuladores; no setor de vidrarias, almofarizes e o vidro esterilizador do acervo da Dr.^a Maria Falce; e no armário de Fármacos, cafeína, teobromina, ácido salicílico, ácido acetilsalicílico e éter. Posteriormente, fotografamos e construímos a descrição das características físicas de cada objeto.

2. No segundo estágio, a amostra foi avaliada quanto às propriedades funcionais dos objetos, investigando o uso, a utilidade e a importância do objeto, compondo qualitativamente seu significado e valor. Nesta etapa, buscamos na literatura de Fármacos e Medicamentos, suporte para análise e discussão dos itens selecionados.

Utilizando os dados levantados nos dois estágios, os procedimentos de tratamento dos dados da pesquisa envolveram o estudo e sistematização das informações sobre a função medicinal e demais aspectos técnico-científicos e a relevância do acervo para o campo da Divulgação Científica. A análise foi pautada na Espiral da Cultura Científica de Vogt (2002), tomando os quatro quadrantes como categorias analíticas, a saber: i) Produção e Difusão da Ciência: identificamos e agrupamos os itens do acervo que contribuem para a DC sobre pesquisas e produções científicas; ii) Ensino de Ciências e Formação de Cientistas: contemplando os itens que contribuem para o Ensino de Ciências e formação de cientistas; iii) Educação para a Ciência: onde estão os itens pela sua contribuição como material museológico destinado à comunicação do conhecimento químico para estudantes e visitantes; e iv) Divulgação Científica: potencialidades da Exposição *Pharmacia* como um espaço de interlocução do conhecimento químico para além do museu, com toda a sociedade.

Os objetos museológicos que constituem fonte de dados documentais foram registrados e são referenciados no item de discussão e resultados, por meio de fotografias. Tendo em conta os três níveis de informações dos objetos museológicos, tratamos os dados dos itens selecionados do acervo da *Pharmacia* do MHMP, e elaboramos um Guia de Divulgação Científica sobre Fármacos e Medicamentos. Esse Guia é o Produto Educacional desta Dissertação e uma descrição sobre ele é apresentada no tópico a seguir.

4.4 PRODUTO EDUCACIONAL

Para além de aprofundar uma análise teórica, o mestrado profissional visa contribuir para o desenvolvimento de produtos educativos para melhorar a Educação

Básica (BRASIL, 2019). Nesta pesquisa, nosso produto educacional se configura como um Guia de Divulgação Científica que pode ser adotado em aulas de Química do Ensino Médio pelos conteúdos tratados, que se relacionam com a disciplina de Química.

Por se tratar da elaboração de um Guia para DC de conhecimentos químicos desejando contribuir com o ensino formal e não formal necessitou de uma metodologia adaptada devido a:

[...] complexidade que é abordar de forma homogênea bases que possam sustentar teoricamente desenvolvimento e a avaliação de toda a diversidade de produtos educacionais produzidos pelos diversos programas vinculados à Área de Ensino, especialmente aqueles voltados para os espaços de educação não formal em que o público-alvo é bastante heterogêneo (FREITAS, 2021, p. 10-11).

Sendo assim, utilizamos a base da metodologia proposta por Freitas (2021) que consiste na análise (identificar características do público-alvo), desenhos (definição dos objetivos de aprendizagem previstos para o produto educacional), desenvolvimento (seleção e organização dos conteúdos, determinação da estratégia didática forma de comunicação) e implementação (desenvolvimento do protótipo do material).

Na etapa de *Análise* entendemos que é um produto voltado para adolescentes e jovens que estão no Ensino Médio, mas também se destina a um público diversificado que são os visitantes do museu.

Na etapa de *Desenho* realizamos o planejamento do produto educacional, tendo como objetivo central a busca pela promoção da Cultura Científica a partir da comunicação do conhecimento químico nesse espaço museal. Deste modo, foram selecionados os itens do acervo da *Pharmacia* para planejamento de uma estratégia de DC.

Após identificar as potencialidades para o ensino da Química, a partir dos itens selecionados, realizamos a etapa do *Desenvolvimento*, onde investigamos as publicações acadêmicas relacionadas a Fármacos e Medicamentos voltados para DC, para evidenciar as abordagens já realizadas sobre esta temática. Em seguida, foram construídas relações entre os itens da exposição e os conteúdos da disciplina de Química, de forma a dialogar com seus aspectos históricos e contemporâneos; depois, utilizando uma linguagem verbal e imagética, coerente com a DC. Na etapa

de *Implementação* foi realizada a construção de um protótipo do produto educacional, visando contribuir para a promoção da Cultura Científica.

Do ponto de vista didático, houve a sistematização de pequenos textos introdutórios e definições articulados com a Divulgação Científica. Para os aspectos estéticos, utilizamos imagens e esquemas de cores e contrastes com base no círculo cromático do design/comunicação/marketing (THIEL, 2019).

Este estudo convergiu para a organização de um “Guia Digital de Divulgação Científica sobre Fármacos e Medicamentos”, organizado em três capítulos, com o objetivo de comunicar conhecimentos químicos que dialogam com a exposição do museu. O Guia de DC, se estrutura a partir de três eixos: a) A Química dos Fármacos e dos Medicamentos; b) Uma Exposição de Museu sobre Fármacos e o que ela nos ensina; e c) Roteiro de visitação à Exposição do Museu de História da Medicina do Paraná: uma experiência para a promoção da Cultura Científica.

No primeiro eixo, intitulado “A química dos fármacos e dos medicamentos” utilizamos as fotos dos instrumentos: balanças e encapsuladores do acervo do Museu para realizar uma introdução a Química dos Fármacos e Medicamentos e discutimos aspectos introdutórios a Química Medicinal, os primeiros utensílios e medicamentos utilizados destacando as balanças e cápsulas como apresentações farmacológicas.

O segundo eixo, intitulado “Uma Exposição de Museu sobre Fármacos e o que ela nos ensina” fornece um olhar para os conteúdos curriculares da disciplina de Química do Ensino Médio - Química dos Fármacos, Grupos Funcionais, Síntese de Fármacos, Produção de Fármacos, Modelagem Molecular, Usos Históricos e Contemporâneos dos Fármacos - a partir das fotos de alguns Fármacos, vidrarias, livros do acervo da Exposição *Pharmacia* e do acervo da Dr.^a Maria Falce. Para abordar os conteúdos foi articulada a linguagem escrita e imagética.

O terceiro eixo, intitulado “Roteiro de visitação à exposição *Pharmacia* do Museu de História da Medicina do Paraná” propõe um roteiro de visitação com orientações sobre a exposição do MHMP, como uma experiência para a promoção da Cultura Científica.

Sendo assim o Guia¹² é um material de Divulgação Científica que pode enriquecer a visita ao MHMP, mas tendo seu uso para além do museu, pois as discussões contemplam temas curriculares da disciplina de Química de forma contextualizada e problematizada, conforme discutiremos no capítulo a seguir.

¹²Disponível por meio do link: https://www.canva.com/design/DAE-HPf4QW4/41kTUKX9rfME2Ophox0kCA/view?utm_content=DAE-HPf4QW4&utm_campaign=designshare&utm_medium=link&utm_source=publishsharelink

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste Capítulo apresentamos as análises dos itens selecionados do acervo da Exposição *Pharmacia* do Museu da História da Medicina do Paraná que constituíram nossa amostra: a Pharmacopeia¹³ dos Estados Unidos do Brasil de 1929 (livro), balanças e encapsuladores (equipamentos), almofarizes e vidro esterilizador (vidrarias), e os fármacos: cafeína, teobromina, ácido salicílico, ácido acetilsalicílico e éter, para análise dos possíveis usos na *Pharmacia* do Hospital.

A seleção desses objetos foi realizada com a intenção de fomentar a Divulgação Científica para a promoção da Cultura Científica, na perspectiva da Espiral de Carlos Vogt (2003), por meio da comunicação do conhecimento químico, com destaque aos conteúdos curriculares da disciplina de Química, e para isso discutimos seus aspectos físicos, históricos e contemporâneos.

5.1 AS FARMACOPEIAS

A Farmacopeia é o código oficial farmacêutico do país onde se estabelecem os requisitos mínimos de qualidade e segurança para insumos farmacêuticos, medicamentos e produtos para a saúde (FARMACOPEIA BRASILEIRA, 2019). Conforme Batistuzzo (2002). No Brasil, o primeiro código utilizado oficialmente foi a Farmacopeia Geral para o Reino e os Domínios de Portugal, sancionada em 1794, para todas as colônias lusitanas. Após a independência, em 1822, a farmacopeia oficial brasileira era o *Codex Medicamentarius Gallicus* Francês, primeiro livro da direita mostrado na Figura 18, embora na prática existissem nos laboratórios do Brasil imperial muitos exemplares do Código Farmacêutico Lusitano, conhecido atualmente como a 2.^a edição da Farmacopeia Portuguesa (BATISTUZZO, 2002).

¹³A palavra com a grafia Pharmacopeia, reproduz o título original da Primeira Pharmacopeia dos Estados Unidos do Brasil, item do acervo do MHMP.

FIGURA 18 - CODEX MEDICAMENTARIUS GALLICUS FRANCÊS (PRIMEIRO LIVRO A DIREITA)



FONTE: A autora (2022).

A Pharmacopeia Brasileira é a terceira da direita para a esquerda na Figura 18. Ela é o livro mais robusto exposto na antiga sala da Pharmacia, a capa está desgastada, possivelmente pelo tempo e uso, onde a identificação só é possível abrindo o livro. Trata-se de um exemplar da primeira Pharmacopeia dos Estados Unidos do Brasil, publicada em 1929, e o responsável por sua proposta foi o Farmacêutico e Professor de Farmácia Rodolpho Albino Dias da Silva (BATISTUZZO, 2002).

Observando a Pharmacopeia aberta (FIGURA 19), é possível identificar manchas nas páginas do livro, assim como o amarelamento das folhas, características naturais do desgaste pelo tempo, mas que podem ter sido agravadas pelo uso, manuseio ou por terem sofrido exposição a alguma substância química.

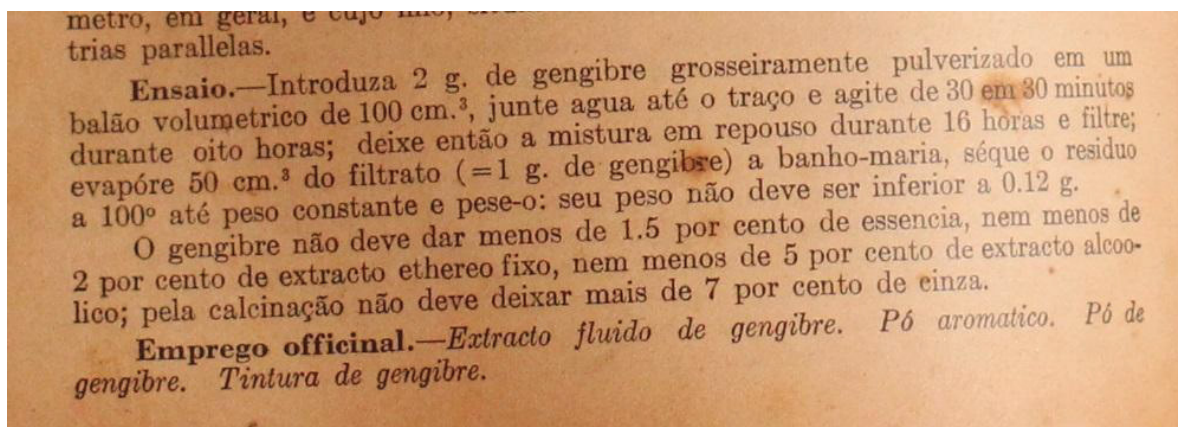
FIGURA 19 - PHARMACOPEIA ABERTA



Fonte: A autora (2022).

A Primeira Farmacopeia dos Estados Unidos do Brasil de 1929 seguia a mesma organização da Farmacopeia Lusitana (utilizada antes da independência) e do Codex Francês (farmacopeia utilizada como oficial brasileira depois da independência e antes da publicação da primeira), sendo assim, ela é composta por descrições de metodologias para a realização das análises necessárias e dos requisitos de caracterização conforme podemos observar na Figura 20.

FIGURA 20 - DESCRIÇÃO METODOLÓGICAS

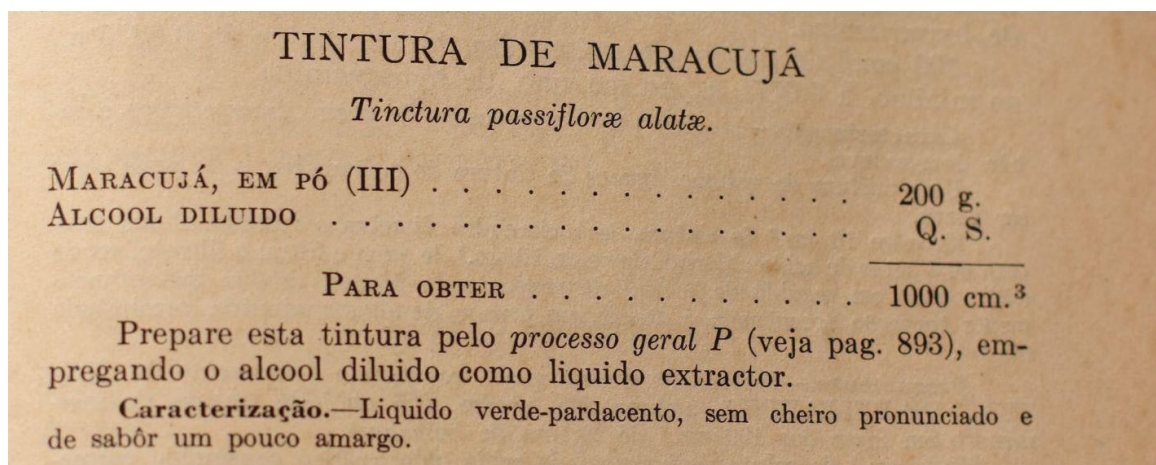


FONTE: A autora (2022).

A Figura 20 apresenta um trecho de um ensaio retirado da primeira Pharmacopeia Brasileira, do capítulo que descreve sobre gengibre, esse recorte fornece orientações precisas da massa de gengibre que deve ser utilizada (2g), a forma que a raiz deve estar (grosseiramente pulverizada), a vidraria (balão volumétrico de 100 cm³), a forma de preparar solução na vidraria (primeiro introduz o gengibre em pó depois água até o traço) e de proceder para o ensaio (agitar de 30 em 30 minutos, durante oito horas, deixar a mistura em repouso por 16 horas e depois filtrar, evaporar 50 cm³ em banho-maria), e descreve qual será o resultado aproximado (aproximadamente 1g de gengibre), também orienta quanto a temperatura de secagem (100°) e ao rendimento (o peso não deve ser inferior a 0,12 g). É possível observar que esse item do acervo faz relação com o conteúdo produção de fármacos, com descrições precisas e preocupação com a pureza e qualidade do produto (não pode haver mais de 7 por cento de cinza), característica fundamental para a síntese de fármacos segundo Barreiro e Fraga 2015.

Na parte inferior da imagem, há identificação de “*Emprego officinal*”, onde estão nomeados os medicamentos que poderiam ser preparados com o produto extraído, sendo eles extrato fluido de gengibre, pó aromático, pó de gengibre e tintura de gengibre. Há várias descrições metodológicas de síntese e preparação na Pharmacopeia, na Figura 21 é possível observar a descrição para preparação da tintura de maracujá.

FIGURA 21 - TINTURA DE MARACUJÁ



FONTE: A autora (2022).

O preparo da tintura de maracujá está descrito na Figura 21, com a informação de que o processo deveria seguir o “processo geral”, empregando álcool diluído como líquido extrator, a informação “QS” na parte superior, expressa a quantidade de álcool diluído que deveria ser utilizada, a sigla significa “QUANTIDADE SUFICIENTE”, e se refere a quantidade suficiente para 200g de maracujá em pó III.

Observar as informações e produtos fitoterápicos na Farmacopeia e nos frascos dos Fármacos nos armários da Exposição Pharmacia do MHMPR, remonta a produção e difusão dos conhecimentos científicos sobre Fármacos, que segundo Barreiro e Fraga (2015), tiveram nas plantas medicinais, e na fitofarmacologia, os primeiros medicamentos e protótipos moleculares de fármacos.

A Química dos Fármacos e Medicamentos se desenvolve tendo também como fonte a cultura e conhecimento popular, o efeito terapêutico dos primeiros medicamentos era conhecido muito antes das suas estruturas moleculares, essa discussão contribui para a valorização do conhecimento popular e para a argumentação da importância da participação pública nas atividades dirigidas na democratização da ciência, que segundo Massarani (2012) é fundamental para o desenvolvimento da DC.

Outra potencialidade da primeira Farmacopeia dos Estados Unidos do Brasil é proporcionar condições para que o estudante estabeleça uma relação da produção com a difusão do conhecimento científico, conforme é possível observar refletindo

sobre tintura de maracujá, conhecida e difundida popularmente pelas características medicinais, comprovadas por pesquisas científicas (produção do conhecimento), utilizadas como base para produção das Farmacopeias, documento divulgado e disponível para diferentes profissionais de saúde e para a população.

A descrição na Figura 21, retirada da 1.^a Pharmacopeia Brasileira com exemplar no acervo do MHMP, já estava no Codex Francês (primeira farmacopeia utilizada no Brasil depois da independência), bem como na 2.^a edição da Pharmacopeia dos Estados Unidos do Brasil (1959), e também na 3.^a (1977) e 4.^a (1988) edições da Farmacopeia Brasileira. A apresentação farmacológica intitulada “tintura”, ainda são descritas na Farmacopeia em vigor (BRASIL, 2019), porém o uso atual indicado para o maracujá-doce (*Passiflora alata*) é a partir das folhas secas contendo no mínimo 1% de flavonoides, e não do maracujá todo como sugere a Pharmacopeia na Figura 21. Isso acontece porque, atualmente, a elaboração da Farmacopeia se dá por meio de projetos de pesquisa em parceria com universidades credenciadas e por órgãos oficiais de controle de qualidade de medicamentos que, embasados em pesquisas científicas, passaram a sugerir a utilização apenas das folhas secas deste fruto (BRASIL, 2019).

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) é o órgão responsável pela homologação, publicação, revisão e atualização dos trabalhos desenvolvidos que compõem a Farmacopeia (BRASIL, 2019). A versão mais atual da farmacopeia é a 6.^a edição e está disponível na página da Anvisa com acesso gratuito, ela é composta por dois volumes com diversos capítulos. No volume 1, é possível encontrar informações históricas, generalidades, métodos gerais, recipientes para medicamentos e correlatos, preparação de produtos, procedimentos estatísticos, reagentes, radiofármacos, entre outros (BRASIL, 2019).

Já no volume 2 estão as monografias compostas por nome do produto, descrição, caracterização, identificação, ensaios de pureza, doseamento, embalagem, armazenamento e rotulagem (BRASIL, 2019). Dentro das monografias existem ainda referências ao volume 1, relacionadas a técnica, desenhos, vidrarias e equipamento e tudo necessário para a realização da mesma, inclusive a conversão das unidades de massas (BRASIL, 2019), que também eram encontradas na primeira versão, conforme é mostrado na Figura 22.

FIGURA 22 - CONVERSÃO DAS MASSAS FARMACOLÓGICAS

PESOS E MEDIDAS		3	
Valor exacto dos pesos antigos francezes em decimaes.			
1 grão	0,053	grammas	
1 escropulo ou 24 grãos.....	1,272	grammas	
1/2 oitava ou 36 grãos.....	1,908	grammas	
2 escropulos ou 48 grãos.....	2,544	grammas	
1 oitava ou 72 grãos.....	3,816	grammas	
2 oitavas.....	7,632	grammas	
1/2 onça ou 4 oitavas.....	15,264	grammas	
1 onça.....	30,528	grammas	
4 onças.....	122,112	grammas	
8 onças.....	244,224	grammas	
12 onças.....	366,336	grammas	
16 onças.....	488,448	grammas	
32 onças.....	976,896	grammas	
Valor approximativo dos pesos adoptados nas pharmacias.			
1 grão	5 centigrammas	1 onça	30 grammas
20 grãos.....	1 gramma	2 onças	60 grammas
1 oitava.....	4 grammas	3 onças	90 grammas
1/2 onça.....	15 grammas	4 onças	120 grammas
1 kilogramma.....	32 onças.	1 centigramma.....	1/5 de grão.
750 grammas.....	24 onças.	2 centigrammas.....	2/5 de grão.
500 grammas.....	16 onças.	3 centigrammas.....	3/5 de grão.
250 grammas.....	8 onças.	4 centigrammas.....	4/5 de grão.
125 grammas.....	4 onças.	5 centigrammas.....	1 grão.
60 grammas.....	2 onças.	50 milligrammas.....	1 grão.
30 grammas.....	1 onça.	38 milligrammas.....	3/4 de grão.
15 grammas.....	1/2 onça.	25 milligrammas.....	1/2 grão.
8 grammas.....	1/4 onça.	15 milligrammas.....	1/3 de grão.

FONTE: A autora (2022).

A primeira Pharmacopeia Brasileira que faz parte do acervo da Exposição Pharmacia do MHMP, fornece o “Valor approximativo dos pesos adoptados nas pharmacias” da época, conforme mostra a Figura 22, que converte “onças” e “grão” advindos das descrições do Codex Francês em grammas. Com a criação do Sistema Internacional (SI) e a padronização das unidades de medidas em 1960, as

farmacopeias brasileiras passaram a trazer apenas as conversões das unidades de medidas que não são estabelecidas pelo SI (BRASIL, 2019).

O Hospital de Caridade começou a funcionar em 1880, e em sua Farmácia utilizava-se remédios fitoterápicos como tintura, extratos e água aromatizada (CURITIBA, 2019), a química medicinal se inicia com medicamentos de origem vegetal (BARREIRO; FRAGA, 2015), esse aspecto da história dos fármacos pode ser apresentado dentro do conteúdo de química do terceiro ano do ensino médio, utilizando a descrição de tinturas como a de maracujá, apresentada na Figura 21, na perspectiva da Pharmacopeia.

O uso de plantas medicinais faz parte da cultura brasileira, e em 2006 foi aprovada¹⁴ A Política Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos, que recomenda a inclusão desse tema em todos os sistemas de ensino, considerando o desenvolvimento de competências educacionais e as características de cada região (BRASIL, 2016). Nessa mesma perspectiva, a BNCC (2017) indica a temática medicamentos para o desenvolvimento de competências próprias do Ensino De Química, que podem colaborar para a introdução dos conteúdos de Química do ensino médio.

Entendemos que a utilização das farmacopeias para a DC, pode movimentar a Espiral da Cultura Científica de Vogt (2003), tornando os resultados sistematizados de cientistas que estão no primeiro quadrante da espiral, para o quarto quadrante com a comunicação do conhecimento científico, passando de um conhecimento esotérico para o exotérico, ou seja, partindo de um conhecimento produzido e socializado entre os cientistas para uma divulgação para o grande público. Podemos utilizar conceitos como a toxicidade de plantas, e proporcionar uma discussão capaz de comunicar conhecimentos químicos para a sociedade, promovendo o bem-estar social pautado em escolhas cientificamente coerentes sobre o uso de plantas medicinais.

Independente se o medicamento era sintético ou extraído de alguma planta, a exata orientação sobre a quantidade dos princípios ativos, apresentação farmacológica e dosagem, era prescrita pelo médico responsável, de acordo com o

¹⁴Decreto nº 5.813, de 22 de junho de 2006.

tratamento do paciente e preparada pelo farmacêutico dentro das especificações da Farmacopeia (BRASIL; 1959).

Interpretamos que as produções das farmacopeias, são parte da categoria de análise do primeiro quadrante da espiral de Cultura Científica discutida por Vogt (2003), no qual engloba a produção e a comunicação da ciência por e para os cientistas. Mas a Cultura Científica está para além da produção e obtenção de dados científicos e socialização entre os pares, mas conforme a interpretação de Lordêlo e Porto (2012, p. 26), ela “vai além ao apresentar a Cultura Científica no âmbito sociocultural atribuindo uma preocupação com o cidadão comum, ou seja, defendendo o bem-estar cultural”.

O movimento de analisar o acervo utilizando a farmacopeia como objeto de estudo, e incluí-la nesta pesquisa, tem como objetivo promover a DC a partir do acervo da Pharmacia, para estudantes e para o público em geral. Ao analisar esse item identificando suas características e relacionando-as com os conteúdos da disciplina de química, destacando sua importância ao situá-la na categoria de análise: primeiro quadrante da nossa categoria de análise, onde estão as produções científicas sobre fármacos e medicamentos que constituem a farmacopeia. Incluímos este item também na categoria de análise do quarto quadrante da Espiral de Cultura Científica proposta por Vogt (2003), pois entendemos que embora esse documento possua uma origem científica seu acesso e linguagem são acessíveis à população, e contribui para a promoção da Cultura Científica.

Analisando a espiral da Cultura Científica, compreendemos como Lordêlo e Porto (2012), que para o desenvolvimento de uma sociedade que tem como base para a formação o conhecimento, é necessário que,

[...] haja educação e promoção de cultura científica nos centros educacionais, com ações que abarquem desde a exposição de disciplinas que desenvolvam com os seus pares, saberes, valores e habilidades específicas, bem como uma noção do todo, do mundo globalizado impactado pela economia, política, ou seja, por diversos fatores externos que muitas vezes são esquecidos no processo de formação. Entretanto, esta sociedade não pode ser apenas construída nas escolas: é necessária uma troca de informação, a divulgação do conhecimento, a integração e a interação “extramuros” (LORDÊLO; PORTO, 2012, p. 25).

Considerando tais premissas, observamos nosso trabalho como parte fundamental do processo de enculturação científica, pois estamos integrando o movimento entre a ciência e a cultura.

5.2 AS BALANÇAS

Balanças são equipamentos para aferir massa e variam de acordo com seu uso, admite-se que teve sua origem no Egito antigo, e durante 40 séculos teve como característica a existência de dois pratos (AFONSO; SILVA, 2004), como as encontradas no Museu de História da Medicina do Paraná. As balanças que estão no acervo da Exposição Pharmacia (FIGURA 23) se encontram sobre o mesmo balcão, o que permite uma comparação imediata a respeito das diferenças e semelhanças desses itens, conforme é possível observar na Figura 23. Ainda nessa mesma imagem, é possível reconhecer na frente da balança maior (do lado esquerdo da imagem), um encapsulador com sua bandeja e uma caixa de cápsulas duras de gelatina de duas partes, que serão abordadas nos tópicos seguintes da discussão deste capítulo. As balanças do acervo eram utilizadas na primeira farmácia hospitalar do Paraná, para pesagem de substâncias químicas e fármacos manipulados para preparo de medicamentos, sínteses de fármacos, remédios e análises.

FIGURA 23 - BALANÇAS DO ACERVO DA EXPOSIÇÃO PHARMACIA

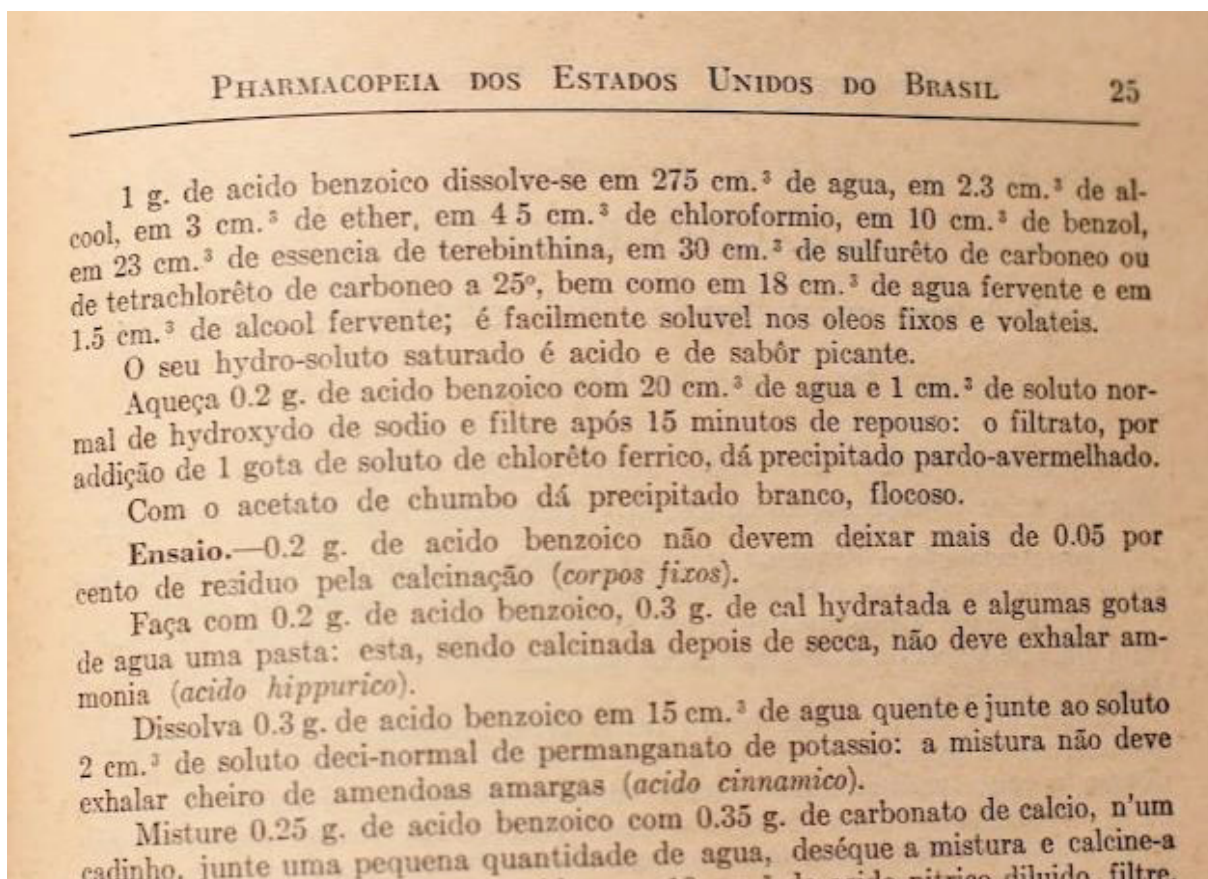


FONTE: A autora (2022).

Utilizando as descrições das balanças realizadas por Rheinboldt (2015), classificamos as balanças apresentadas na Figura 23, que integram o acervo da Exposição Pharmacia, sendo a central a mais antiga, com uma gaveta única para o kit de pesos; a localizada a esquerda da imagem é a mais recente. As balanças localizadas nas duas extremidades, estão inseridas dentro de uma vitrine e possuem duas gavetas onde se encontram seus kits de peso.

Para a Química dos Fármacos, a necessidade de precisão nas pesagens é identificada desde a primeira Pharmacopeia Brasileira de 1929, como mostrada na Figura 24, que apresenta instruções indicando a pesagem inicial de 1g de ácido benzóico e posteriormente 0,2g desse mesmo ácido.

FIGURA 24 - INSTRUÇÃO PARA PESAGEM



FONTE: A autora (2022).

As balanças do acervo da Exposição Pharmacia do Museu, eram utilizadas para pesagens como as descritas na Pharmacopeia, as análises por via úmida são predominantes nas descrições desse livro e envolvem em sua maioria, análises gravimétricas como a descrita na Figura 24. As análises Gravimétricas são descritas por Vogel (2019, p. 3), como sendo aquelas nas quais: “a substância a ser determinada é convertida em um precipitado insolúvel que é isolado e pesado”. Sendo assim, a história da balança está intrinsecamente ligada à história da Química (RHEINBOLDT, 2015).

A necessidade de pesagens cada vez mais precisas, fez das balanças um instrumento fundamental para a Química, inclusive foi um dos equipamentos que permitiu Antoine Laurent Lavoisier enunciar o Princípio de Conservação da Massa (em sua obra Tratado Elementar da Química de 1789), assim como a Poust a Lei das Proporções Definidas (AFONSO; SILVA, 2004). Essas leis chamadas de ponderais se devem em parte ao uso das balanças em laboratórios e foram o guia

para a descoberta de novos elementos, assim como para a consolidação da química orgânica e a evolução da análise quantitativa gravimétrica inorgânica e orgânica (RHEINBOLDT, 2015).

Para Rheinboldt (2015), a utilização de imagens e descrição das balanças (e outros objetos), permite traçar a evolução da Química, que refinou os instrumentos na busca por pesagens mais delicadas e precisas. A evolução das balanças é evidente quando elas são observadas lado a lado, a mais antiga, Figura 25 caracteriza-se como as de 1880 (RHEINBOLDT, 2015), ano da fundação do Hospital de Caridade, hoje Santa Casa.

FIGURA 25 - BALANÇA COM PONTO DE APOIO



FONTE: A autora (2022).

Os itens que constituem a balança mecânica (FIGURA 25) estão identificados na Figura 26, sendo eles o travessão rígido (A) - centrado em um ponto de apoio

central (B), onde se liga a uma haste (C), que percorre uma escala graduada (D), cada braço do travessão possui uma haste (E) que suporta um prato (F). As medições eram realizadas colocando-se um peso padronizado em um dos pratos (conforme mostra a Figura 25) para isso o responsável técnico colocava o fármaco em outro prato até equilibrar as balanças e observava o posicionamento da haste central (B) (AFONSO; SILVA, 2004). Após colocar as massas, o fundamental era observar a alavanca rígida, que se move em torno do ponto denominado ponto de apoio (RHEINBOLDT, 2015).

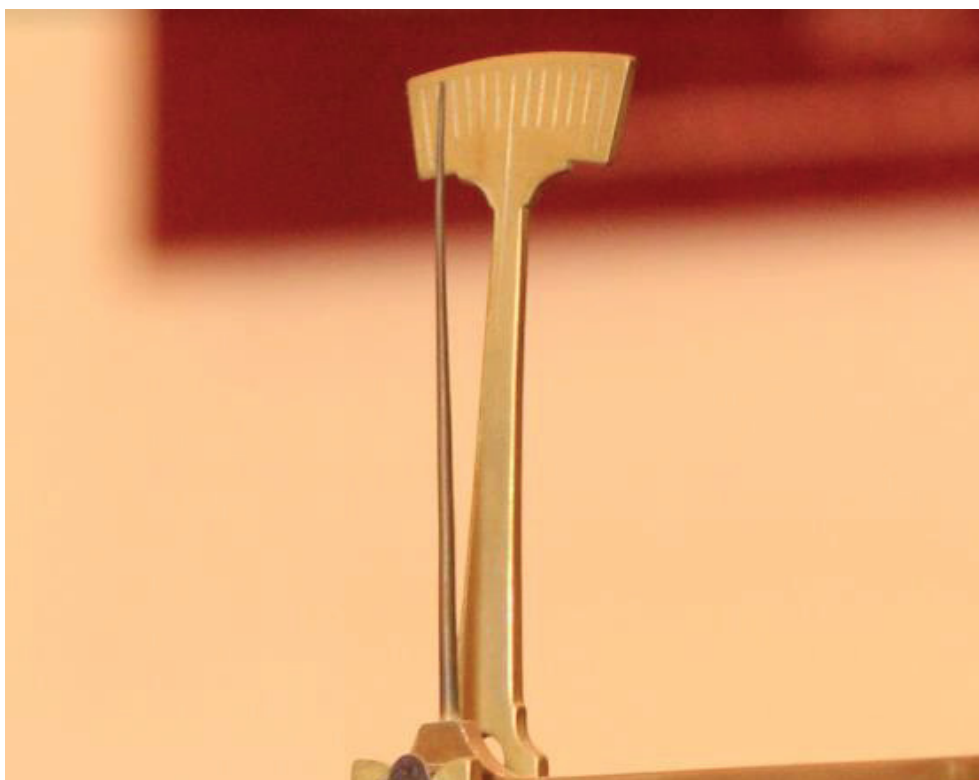
FIGURA 26: COMPONENTES DA BALANÇA



FONTE: A autora (2022).

A haste era fundamental para o farmacêutico identificar se havia equilíbrio entre os pratos em pesagens pequenas. Os detalhes da haste (B) e da escala graduada (D) são mostrados na Figura 27, onde é possível observar o centro da escala, linha com a qual a haste deveria se alinhar para garantir a correta precisão da pesagem (RHEINBOLDT, 2015). Embora as outras duas balanças que compõem o acervo da Exposição Pharmacia, pertencem a uma história mais recente do MHMPR, suas estruturas e princípios não divergem desta balança apresentada na Figura 26.

FIGURA 27 - DETALHE DA ESCALA GRADUADA



Fonte: A autora (2022).

Outro aspecto desenvolvido nas balanças foram os dispositivos que permitiam levantá-las ou baixá-las quando não estavam em uso, onde os pratos eram abaixados até descansarem sobre a mesa (RHEINBOLDT, 2015), é possível observar essa alavanca na Figura 28, que embora delicada, evitava desgaste inútil

das partes móveis, o que aumentava a vida útil da mesma. Trata-se de um importante avanço da tecnologia de construção da balança, essa trava foi mantida até o desenvolvimento das balanças eletrônicas (AFONSO; SILVA, 2004).

FIGURA 28 - ALAVANCA



FONTE: A autora (2022).

No acervo da Exposição Pharmacia, é possível encontrar uma balança com vitrine e com um peso em cima de um dos pratos (FIGURA 29), a principal diferença estrutural entre as balanças apresentadas nas Figuras 25 e 29 é a vitrine. Na busca por pesagens cada vez menores e com maior precisão, as balanças foram colocadas dentro de uma vitrine evitando a interferência de correntes de ar durante as pesagens, prática sistematizada aos poucos, e que se tornaram parte do procedimento padrão e atual de pesagens laboratoriais (RHEINBOLDT, 2015).

FIGURA 29 - BALANÇA DENTRO DE VITRINE COM PESO



FONTE: A autora (2022).

A balança utilizada por Lavoisier possuía dois pratos (RHEINBOLDT, 2015) como a mostrada na Figura 29. A pesagem consistia em colocar a massa conhecida de um lado e colocar a massa desconhecida a ser pesada no outro, aguardando que o aparelho comparasse as duas massas até a alavanca rígida estabilizar (RHEINBOLDT, 2015), na Figura 30 é possível observar a alavanca inclinada para a esquerda, para a pesagem, um dos objetos era de massa conhecida e padronizada,

chamados de peso e o outro era a incógnita (peso a ser calculado) (RHEINBOLDT, 2015).

Na balança mostrada na Figura 30, é possível observar um peso em um dos pratos e o desequilíbrio da haste central, que tem seu nível na parte inferior da balança, para auxiliar no nivelamento do instrumento, os pés eram de rosquear permitindo um pequeno ajuste. Outro aspecto importante da evolução das balanças é a trava que substituiu a alavanca de travamento (RHEINBOLDT, 2015), que pode ser observada na Figura 30 na parte central da balança logo acima do espaço entre as duas gavetas:

FIGURA 30 - MODELO DE BALANÇA DE DOIS PRATOS E VITRINE



FONTE: A autora (2022).

Os pesos padronizados acompanhavam as balanças e geralmente eram guardados nas gavetas da parte inferior do instrumento (RHEINBOLDT, 2015), conforme demonstrado nas Figuras 31 e 32.

A Figura 31 apresenta o kit de pesos (que embora apareça na balança da Figura 30), pertence à balança mais rudimentar (sem vitrine) mostrada na Figura 25. É possível observar ainda na Figura 31 as pinças utilizadas para pegar os pesos a fim de evitar contaminações e sujidades que alterassem as massas a serem

aferidas, prática essa descrita por Rheinboldt (2015) como padrão ao ser realizadas as pesagens em laboratório. Outro aspecto que chama atenção é que mesmo sendo a gaveta da balança mais rudimentar (FIGURA 25), é possível encontrar dentro dos recipientes vermelhos ao fundo, os pesos mostrados na Figura 31.

FIGURA 31 - PESOS PADRONIZADOS I



FONTE: A autora (2022).

A Figura 32 mostra os pesos para análises com massas menores na ordem de miligramas, que possivelmente eram retirados das gavetas com pinças, a composição é possivelmente latão e há a informação da massa em cada um. Esses pesos eram feitos de forma padronizada e com ligas consideradas nobres, para evitar a oxidação e aumentar a durabilidade dos materiais (RHEINBOLDT, 2015).

FIGURA 32 - PESOS PADRONIZADOS II



FONTE: A autora (2022).

A Figura 33 mostra um peso, como os encontrados dentro da gaveta da Figura 32 de maneira aproximada, onde é possível observar a inscrição em relevo da massa do objeto (500mg) e na lateral direita o peso padronizado uma parte levantada, é onde os Farmacêuticos pegavam com a pinça para retirada do peso, no acervo da Exposição Pharmacia do Museu de História da Medicina é possível identificar outros pesos de massas diferentes.

FIGURA 33 - PESO PADRONIZADO DE 500MG



FONTE: A autora (2022).

A balança mais moderna encontrada no acervo da Exposição Pharmacia do MHMPR está apresentada na Figura 34, conforme a descrição da evolução das balanças por Rheinboldt (2015). O ajuste externo está mais estruturado com relação às outras duas balanças, como o apoio chamado de pé, criado para melhorar a eficiência em ambientes desnivelados, permitindo o nivelamento manual. Outro aspecto descrito como evolução das balanças é a mudança do material, que não é mais latão, porém, a alavanca para abaixamento dos pratos e a haste com o nível, ainda estão presentes nesse instrumento (RHEINBOLDT, 2015).

FIGURA 34 - BALANÇA COM PONTO DE APOIO E VITRINE



FONTE: A autora (2022).

A evolução das balanças remete à própria evolução da Química experimental, elas tiveram um grande desenvolvimento no século XIX, devido às análises gravimétricas, para às quais as balanças eram indispensáveis - atualmente os métodos de análises são em sua maioria titulométricos e instrumentais - ainda assim, continuam indispensáveis nos laboratórios (AFONSO; SILVA, 2004). A Química analítica, com soluções de concentrações cada vez menores, estimulou a produção das balanças analíticas cuja teoria já estava plenamente desenvolvida no final do século XIX, nesse contexto em 1946, as balanças eletromecânicas de um prato e dois cutelos, começaram a ser comercializadas com um alto custo (RHEINBOLDT, 2015). Nas farmácias esse instrumento, permitiu a redução de falha

mecânica e maior sensibilidade, outras vantagens foram a remoção de pesos, liberação lenta do travessão e do suporte do prato, leitura da pesagem em uma única etapa em um visor digital, criação do recurso de tara e um sistema interno de calibração de pesos (AFONSO; SILVA, 2004).

Atualmente as balanças utilizadas são as eletrônicas, sua valorização e aprimoramento principalmente quanto a sensibilidade (RHEINBOLDT, 2015). Sendo assim, incluímos as balanças do MHMP como potencialidades para promoção da Cultura Científica na categoria de análise advinda do primeiro quadrante, da Produção e Difusão da Ciência, por ser um objeto cuja evolução e aprimoramento está intrinsecamente ligado à história e desenvolvimento da química.

O uso de balanças nos diferentes níveis de estudo, assim como o conhecimento sobre a sua evolução fazem parte da dinâmica do segundo quadrante de Vogt (2003) sendo assim classificada na categoria de análise que abrange o Ensino de Ciências e a formação de cientistas, onde professores destinam informações a todos os níveis de estudantes e frequentemente instruem sobre diferentes balanças e seus aspectos.

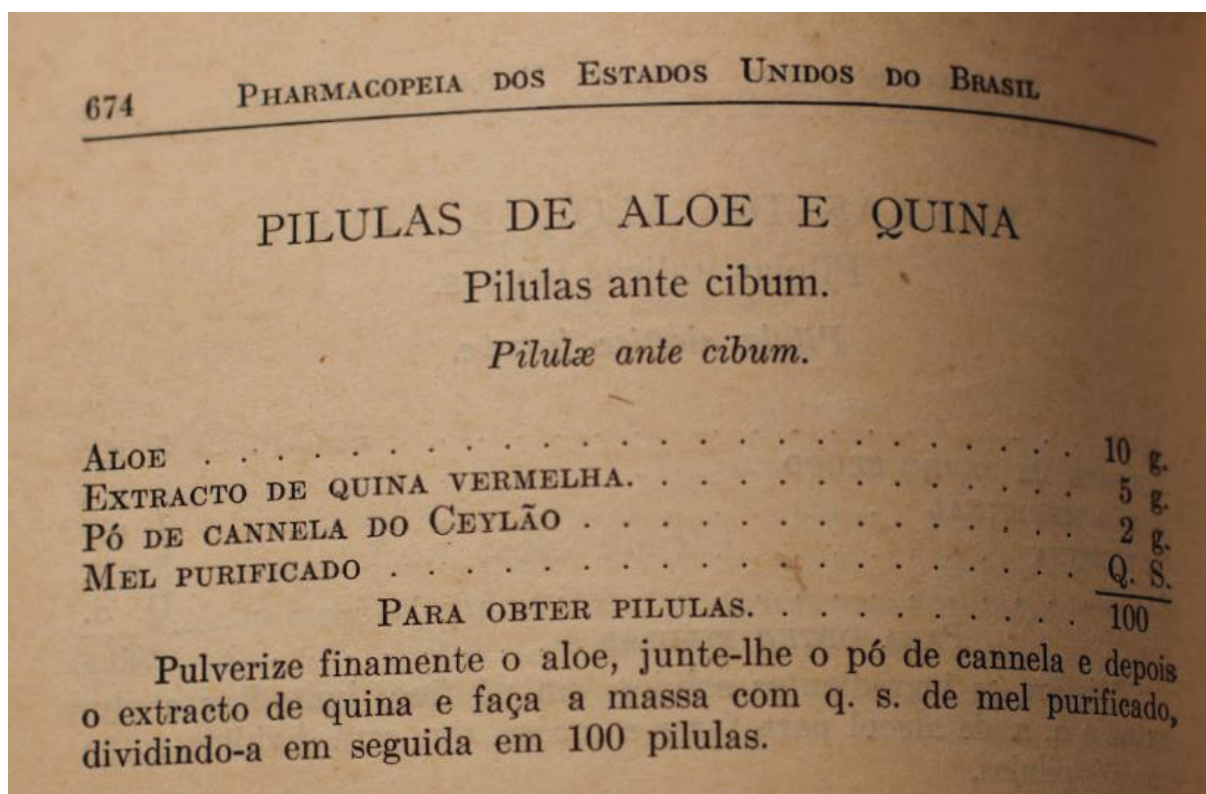
Segundo Lordêllo e Porto (2012, p. 29), no que tange a Divulgação Científica ao compreender o processo evolutivo da balança, esta deve “desembaçar o olhar dos cidadãos dando-lhes real noção do ambiente e contexto histórico em que estão inseridos” Assim compreendemos que o acesso a essas balanças, por parte dos estudantes, pode proporcionar a percepção de evolução da Ciência e como ela está na atualidade e assim estimular a Cultura Científica.

5.3 ENCAPSULADORES

As primeiras formas de preparar remédios foram líquidas, tais como chás, suspensões, xaropes, óleos e resinas, também eram encontrados supositórios e injetáveis (BARREIRO; FRAGA, 2015). Contudo no início do século XIX os farmacêuticos e médicos observaram que muitos pacientes negligenciaram o tratamento quando as drogas indicadas possuíam sabor ou textura desagradáveis, esta problemática ficou ainda mais evidente quando na França, em um cenário de guerra napoleônica, as doenças venéreas aumentaram, e um tratamento frequentemente indicado era a ingestão do óleo-resina de copaíba, de sabor

nauseante (JÁCOME ROCA, 2008). Na Farmacopeia Brasileira de 1929, existiam a apresentação farmacológica chamada de pílula, que frequentemente eram produzidas com goma ou mel e aloe (BRASIL, 1959) conforme é possível observar na Figura 35.

FIGURA 35 - DESCRIÇÃO PÍLULAS E ALOE E QUINA



Fonte: A autora (2022).

A Figura 35 fornece as informações dos ingredientes e do modo de preparo para se obter as pílulas de aloe e quina, onde eram utilizados canela e mel para mascarar o gosto das substâncias medicamentosas e dar a liga que permitia reunir os compostos em uma única apresentação.

Nesse contexto, Mothes e Dublanc em 1834 criaram e patentearam as primeiras cápsulas feitas de gelatina - ficaram conhecidas como cápsula em gel - tinham por objetivo mascarar o sabor e o cheiro dos fármacos, essa cápsula possuía uma única parte e era selada com uma gota de solução de gelatina (RUTKOWSKA; 2013).

Em pouco mais de uma década, em 1847, James Murdoch patenteia a chamada cápsula dura de gelatina de duas partes (RUTKOWSKA, 2013), como a encontrada no museu de História da Medicina e apresentada na Figura 36. A produção era feita pelo mergulho de moldes em uma solução gelatinosa quente, que formava um filme quando resfriado a temperatura ambiente, esse filme era retirado do molde depois de seco (RUTKOWSKA, 2013).

FIGURA 36 - CÁPSULA DURA DE GELATINA DE DUAS PARTES



FONTE: A autora (2022).

Na Figura 36 percebe-se que a cápsula dura de gelatina é composta de duas partes, sendo um filme de gelatina com certa transparência. Ela está vazia, pois as substâncias medicamentosas eram inseridas dentro de um dos moldes, que eram vendidos vazios (RUTKOWSKA, 2013) em embalagens como a mostrada na Figura 37. A mudança da cápsula de gelatina de uma para duas partes, facilitou a rotina da Farmácia do Hospital, devido ao fechamento que consistia em juntar as duas partes manualmente, sem precisar de um selamento.

FIGURA 37 - EMBALAGEM DOS MOLDES DE CÁPSULAS VINDO DOS ESTADOS UNIDOS



FONTE: A autora (2022).

Dentro da caixa indicada como contendo cápsulas de gelatinas vazias mostrada na Figura 37, constam várias cápsulas que mostram como elas eram acondicionadas pelos fabricantes, a embalagem fornece informações importantes: o número um do lado superior direito na embalagem, se refere a tamanho da cápsula, o número cem do lado direito superior, a quantidade de cápsulas, e na parte inferior indica a empresa que fabricava: Parke, Davis & Co, que ficava em Detroit Estados Unidos da América. Segundo Jácome Roca (2008), a importação tornava as cápsulas um produto de alto custo.

Para fechar as cápsulas eram necessários equipamentos chamados de encapsuladores, no qual a primeira parte da cápsula era colocada na parte inferior do encapsulador, como apresentada na Figura 38, chamada bandeja, que é uma estrutura de madeira e metal (RUTKOWSKA, 2013), a problemática de bandejas como a mostrada na Figura 38, eram a esterilização e assepsia dos contaminantes

que ficavam na estrutura de madeira, cuja ranhuras e desgastes são observáveis na Figura 38.

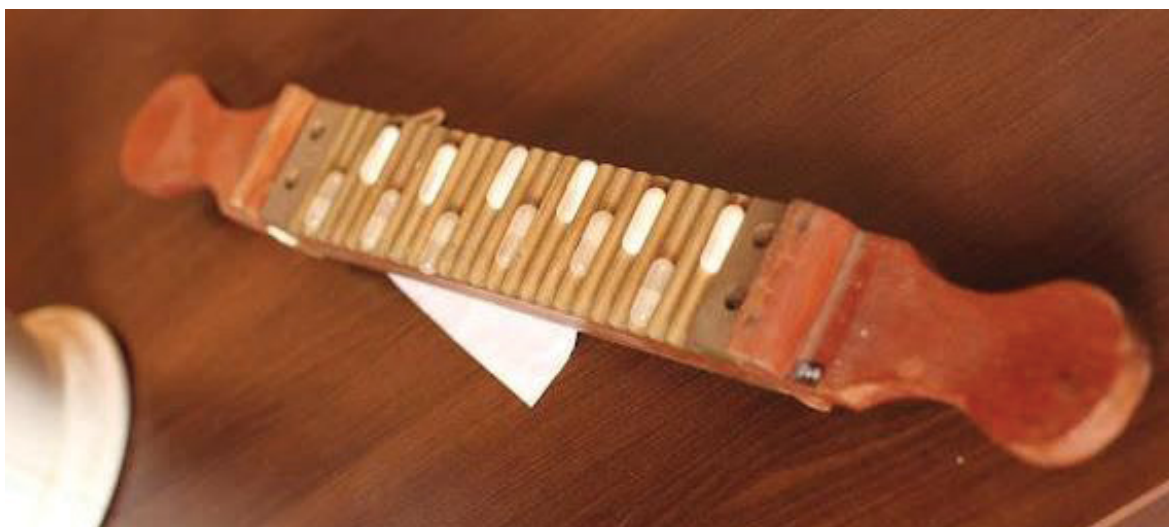
FIGURA 38 - ENCAPSULADORES (BANDEJA)



FONTE: A autora (2022).

Com as cápsulas na bandeja o medicamento em pó era empurrado manualmente pelo Farmacêutico para dentro da cápsula e posteriormente o farmacêutico fechava manualmente uma a uma, com a segunda parte da cápsula, no qual cada cavidade na estrutura de metal acondicionava uma cápsula, sendo possível preparar várias organizadas em sequência conforme sugere a Figura 39. Atualmente a maioria dos encapsuladores são de acrílico pela facilidade de esterilização, e mesmo nos modelos manuais, as cápsulas são colocadas na vertical.

FIGURA 39 - ENCAPSULADOR MANUAL



FONTE: A autora (2022).

Em 1853 Guilliermond cria as enazimes, apresentação farmacológica que consistia em duas rodelas de pão ázimo, entre as quais eram colocados os princípios ativos, porém o fechamento era realizado de forma manual como se fosse um sanduíche, somente em 1871 Limousin e Toiray criaram e patentearam um aparelho para o encapsulamento de substâncias inseridas no meio dos enazimes, tornando a utilização do pão ázimo mais viável (ALTABA; CARRILLO, 2017).

O equipamento para o fechamento dos enazimes foi utilizado também para fechamentos das cápsulas amiláceas, que consistiam em invólucros de amido. Embora a estrutura principal do aparelho equivalente a bandeja, fosse de madeira, o local onde eram acondicionadas as cápsulas era de metal, colocava-se na primeira parte da cápsula, inseria-se o medicamento e em seguida cobria-se com a segunda metade da cápsula, para fechar pressionava-se com o utensílio de fechamento que se assemelha a um pilão e está mostrado na Figura 40 sobre a estrutura de madeira.

FIGURA 40 - APARELHO DE ENCAPSULAMENTO PATENTEADO EM 1871



FONTE: A autora (2022).

As cápsulas amiláceas foram desenvolvidos em 1873 na França, e são encontradas no acervo do Museu de História da Medicina, essa forma farmacêutica se popularizou por serem mais acessíveis financeiramente, e foram populares até a década de 60 (NOZAL; BUENO, 2007). Na Figura 41 é possível observar que algumas dessas cápsulas já eram fabricadas em São Paulo, e estas que pertencem ao acervo da Exposição Pharmacia, possui um selo de qualidade identificando o prêmio Medalha de Ouro, conquistado na Exposição de Higiene anexa ao Primeiro Congresso Médico Paulista e a Medalha de Ouro da Comemoração do 1º Centenário do Ensino Farmacêutico no Brasil (1832-1932), São Paulo.

FIGURA 41 - EMBALAGEM COM PRODUÇÃO EM SÃO PAULO



FONTE: A autora (2022).

A embalagem das cápsulas apresentada na Figura 41 é em papelão e fornece algumas informações como a preocupação com a umidade identificada na frase “PRESERVAR A UMIDADE” em letras maiúsculas e em tamanho maior, conforme é possível observar na Figura 42, outro aspecto importante que a embalagem destaca é a maciez, quando essas cápsulas não eram macias, algumas partiam gerando perdas a resistência e a maciez, essas informações são destacadas

na frase: “Essas cápsulas de superior qualidade são macias e resistentes, recomenda-se pela esmerada fabricação.” Essas cápsulas eram invólucros também conhecidos como hóstias (FIGURA 42), pela sua semelhança com as tradicionais hóstias da Igreja Católica Romana, em algumas regiões a receita era simples com apenas dois ingredientes: trigo e água, porém o desafio no preparo era o tamanho e a conservação do material, que era muito sensível a umidade (NOZAL; BUENO, 2007).

FIGURA 42 - INVÓLUCROS CONHECIDOS COMO HÓSTIAS



FONTE: A autora (2022).

Não encontramos dados na embalagem da quantidade presente na caixa e nem orientações quanto ao procedimento para lacrar essas cápsulas. Na Farmácia do Hospital Santa Casa, existe um equipamento mais simples para fechar as cápsulas amiláceas, conforme mostrado na Figura 43, onde era possível fechar até dez dessas cápsulas ao mesmo tempo, porém, a estrutura de madeira era de difícil esterilização.

FIGURA 43 - APARELHO USADO NO HOSPITAL SANTA CASA



FONTE: A autora (2022).

Posteriormente a necessidade de diferentes tamanhos de cápsulas impulsionaram o desenvolvimento de encapsuladores com tamanhos variados (NOZAL; BUENO, 2007), um desses equipamentos pertence ao acervo da *Pharmacia* e está apresentado na Figura 44, onde é possível observar três tamanhos diferentes de orifícios para fechamento das cápsulas, essa possibilidade de redução dos tamanhos auxiliou na ingestão dos pacientes.

FIGURA 44 - ENCAPSULADOR COM CÁPSULAS DE TAMANHOS VARIADOS



FONTE: A autora (2022).

As cápsulas amiláceas foram gradativamente substituídas pelas cápsulas de gelatina (NOZAL; BUENO, 2007). Hoje a apresentação farmacológica de administração sólida oral de maior consumo e produção, são as cápsulas duras de gelatina, com encapsuladores manuais, semiautomáticos e automáticos (GAROFALO; CARVALHO, 2015).

O processo atual de produção de cápsulas ainda é muito semelhante, pois não ocorreram alterações significativas e ainda se faz com moldes de duas partes e solução de gelatina, embora, no momento presente a automatização industrial tenha permitido uma produção contínua que tornou os preços mais acessíveis (JÁCOME ROCA, 2008). Mas, a evolução das cápsulas e dos processos de encapsulamento, já permitem a existência na atualidade de diferentes tipos de cápsulas, visando diferentes velocidades e locais de absorção no organismo, porém, elas mantêm ainda a composição química inicial: gelatina, glicerina e água em diferentes quantidades (FERREIRA, 2006). Mas, uma apresentação farmacológica na forma de cápsula que foi reformulada e já está no mercado são as cápsulas de tapioca (CABRAL; PITA, 2015).

As discussões dos grupos de veganos e vegetarianos sobre as cápsulas de origem animal (devido à gelatina) influenciaram a Cultura Científica atual, de forma que a indústria farmacêutica reformulou a receita das cápsulas, isso depois de quase dois séculos, criando as “tapiocaps” a partir da mandioca. Esse tipo de mudança que oriunda da necessidade da sociedade e impactam diretamente no fazer científico, busca cumprir a demanda exigida da sociedade, e configura-se como parte da pretensão do bem-estar social, descrito por Vogt (2008). Segundo Jacobucci (2008):

Um museu de ciências precisa estruturar suas atividades de forma que o público possa se interessar pelos assuntos tratados logo na primeira visita, uma vez que não há como prever quando os visitantes retornarão ao espaço. Nesse sentido, vários recursos, técnicas e estratégias expositivas nos centros e museus de ciências têm transformado a relação entre o objeto exposto e o visitante em uma interação dinâmica, que envolve a participação ativa do público (JACOBUCCI, 2008, p. 58).

Ao visualizar as diferentes formas de cápsulas, associando como eram feitas juntamente com seu processo evolutivo, os estudantes podem estabelecer relações entre o objeto exposto e seu cotidiano. Pensando na prática de divulgação científica a partir do acervo, é fundamental inserir a característica histórica, pois ela humaniza

o conhecimento, de forma que os estudantes passem a percebê-lo como algo que não está pronto e acabado.

As mudanças históricas dos encapsuladores e cápsulas refletem o Bem-Estar Social proposto por Vogt (2003), isso na medida em que acontece a busca por desenvolver novas formas de mascarar o efeito desagradável dos fármacos, com soluções mais práticas e viáveis de conservação e manuseio, aspectos observados no processo de evolução das cápsulas e encapsuladores que nos permitiram classificá-los na primeira categoria de análise da produção e difusão científica. A análise da embalagem das cápsulas amiláceas e de gelatina de duas partes evidenciam o movimento do quarto quadrante da Espiral da Cultura Científica (VOGT, 2003), onde a categoria de análise é a Divulgação Científica, que fica evidente pelos aspectos de promoção apresentados na embalagem. Outra característica desta categoria, identificada nas embalagens é a utilização de um vocabulário simples a fim de conquistar os consumidores, aspecto ainda atual, identificado nas informações sobre os efeitos adversos positivos e negativos das apresentações farmacológicas divulgadas em diferentes mídias. Sendo assim, entendemos que esses itens apresentam grande potencialidade para a promoção da Cultura Científica por fazerem parte de uma discussão atual refletidas, inclusive, nas propagandas de medicamentos.

5.4 ALMOFARIZ

Almofariz é um recipiente destinado a triturar substâncias pela ação de um pistilo, eles podem ser feitos de vidro, cerâmica, madeira ou metal, e na farmácia, além dessas funções, tem por objetivo de ser utilizado para misturar os princípios ativos em forma de pó, para posteriormente encapsular (NICOLAU *et al.*, 2021). Alguns autores escrevem que a palavra “almofariz” provém do árabe *al-miharãs*, e em castelhano foi chamado de *motero*, a data de criação deste utensílio, ainda não é bem determinada, mas existem artefatos que datam do período Neolítico, que corresponde ao homem primitivo (NICOLAU *et al.*, 2021).

O que se sabe, é que os primeiros almofarizes de bronze são originários da Pérsia em meados do século X, sendo assim, os almofarizes deste material sofrem

grande influência islâmica, notada inclusive nas decorações. Todavia, o renascimento e o barroco também influenciaram nas decorações posteriores, principalmente com símbolos matemáticos (NICOLAU *et al.*, 2021). No acervo do Museu de Medicina do Paraná, encontramos almofarizes de metais mais rústicos com um formato diferente dos atuais, como o da Figura 45, sendo possível observar sinais de oxidação e um número de identificação.

FIGURA 45 - ALMOFARIZ DE METAL RÚSTICO



FONTE: A autora (2022).

O gosto pela decoração e ornamentação dos almofarizes de metal variam de acordo com o país, sendo comum ter inscrição com a data em que foram feitos, conforme observamos nas inscrições do almofariz da Figura 45, assim como com o nome do proprietário (NICOLAU *et al.*, 2021). No acervo da Exposição Pharmacia encontramos um almofariz decorado, conforme é possível observar na Figura 46. Geralmente, os almofarizes eram vendidos acompanhados do pilão utilizado para pulverização, conforme contemplamos nas Figuras 45 e 46.

Assim como no almofariz rústico (FIGURA 45), encontramos sinais de corrosão no almofariz (e no pistilo) mostrado na Figura 46, possivelmente resultante de processos de oxidação do metal, pelo tom esverdeado encontrado nos sinais de desgaste e, deduzindo, de acordo com a descrição de Rodrigues, Silva e Guerra

(2012), que a composição é latão (liga de cobre e zinco) e o óxido formado é óxido de cobre.

FIGURA 46 - ALMOFARIZ DE LATÃO DECORADO



FONTE: A autora (2022).

Os primeiros médicos-farmacêuticos tinham na pulverização, na maioria das vezes, a etapa essencial e crítica para o preparo de substâncias curativas. O instrumento utilizado para isso, o almofariz, tornou-se o símbolo da profissão. Ainda que inicialmente fosse utilizado também em cozinhas para moer grãos e fazer farinhas (NICOLAU *et al.*, 2021). O almofariz tornou-se um instrumento farmacêutico por excelência, principalmente no século XII, quando ficou conhecido como o símbolo da Farmácia, já nessa época os artistas caracterizavam as farmácias e boticas, com o desenho de um almofariz e pistilo nas placas e portas destes estabelecimentos (NICOLAU *et al.*, 2021).

Na antiguidade, o almofariz era metálico e, apesar da evolução científica e tecnológica, teve pouca evolução quanto à estrutura (NICOLAU *et al.*, 2021). Durante as civilizações clássicas e na Idade Média, eles eram feitos de materiais como mármore, granito, basalto, madeira, bronze, estanho, latão, marfim, porcelana, ágata, vidro e até mesmo ouro (NICOLAU *et al.*, 2021). Mesmo sendo um utensílio histórico, ainda é um item essencial nas farmácias, assim como nas antigas boticas (NICOLAU *et al.*, 2021). O aumento dos almofarizes de metal esteve relacionado

com a introdução da pólvora nas armas de fogo, pois sendo de metal, podiam ser fundidos nos mesmos locais das batalhas. No Oriente, há 3000 a.C., os almofarizes eram de diferentes ligas de bronze, e seu uso foi predominante em meados do segundo milênio a.C. (NICOLAU *et al.*, 2021). Durante a Idade Média e Idade Moderna, os almofarizes de bronze começaram a ser confeccionados com mais cuidado do que os feitos de pedra e madeira. No Renascimento, os almofarizes de bronze ficaram mais largos que os de latão, que possuíam fins domésticos (NICOLAU *et al.*, 2021).

Outro aspecto evolutivo dos equipamentos observável no acervo é a mudança no acabamento dos almofarizes e pistilos de latão, que receberam um acabamento mais fino, além de sua composição que, segundo Nicolau *et al.* (2021), foi alterada. Rodrigues, Silva e Guerra (2012) sugerem que houve alteração na composição do latão referente à quantidade de cobre e zinco, sem melhorar a resistência das peças fabricadas com esse material. E, diante disso, concluímos que possivelmente houve mudanças nos percentuais da composição da liga, que ocasionaram uma maior resistência à oxidação do almofariz de latão, mostrada na Figura 47, quando comparado ao almofariz de latão com decoração (FIGURA 46).

FIGURA 47 - ALMOFARIZ COM ACABAMENTO MAIS REFINADO



FONTE: A autora (2022).

Havia uma resistência sobre a substituição dos almofarizes de metal, porém, foi inevitável e iniciou com a redução da disponibilidade dos materiais utilizados para confecção, devido às guerras (NICOLAU *et al.*, 2021). Mas, nos séculos XVII e XVIII, os químicos passaram a contraindicar os almofarizes de metais, alegando risco de contaminação durante o processo de trituração (NICOLAU *et al.*, 2021). Tais mudanças revelam pela história, a produção do conhecimento científico, pertencente ao primeiro quadrante da espiral da Cultura Científica de Vogt (2008), evidenciando seu caráter de alterar os usos e costumes em razão do bem-estar.

Segundo Nicolau *et al.* (2021) no ano de 1788, as mudanças continuaram e a Inglaterra estabeleceu que os almofarizes de bronze não eram adequados para preparar medicamentos, devido ao conhecimento dos efeitos tóxicos do cobre e suas ligas, assim como inconvenientes causados pela erosão e formação de óxidos reativos, essa problemática apresentada pelo autor pode ser observada na formação de óxidos na estrutura do almofariz, como apresentado na Figura 48.

FIGURA 48 - ÓXIDOS FORMADOS NA ESTRUTURA



FONTE: A autora (2022).

Considerando que os almofarizes são utilizados para pulverização, ou seja, moer com o pistilo substâncias em pedaços menores, um almofariz de metal oxidado, como Nicolau *et al.* (2021) explica, podem liberar partículas desses óxidos ao material que está sendo manipulado gerando contaminação.

Os almofarizes de cerâmica começam a ser produzidos pelo ceramista Josiah Wedgwood (1730-1795), e o material ganhou visibilidade sobre o nome de porcelana wedgwood ou porcelana biscuit (NICOLAU *et al.*, 2021). Esses almofarizes são encontrados no acervo do Museu de História da Medicina em diferentes tamanhos, com pilões de madeira e porcelana, e não apresentam desgastes estruturais como rachaduras ou fissuras, como é possível observar na Figura 49.

FIGURA 49 - ALMOFARIZES DE CERÂMICA EM TAMANHOS DIFERENTES



FONTE: A autora (2022).

No início do século XX ainda havia resistências para total substituição, porém, as farmacopeias já recomendavam seu uso em porcelana ou vidro, como o almofariz da Figura 50, que é em vidro, assim como o pilão que o acompanha - embora seja um vidro de maior calibre do que o utilizado nas habituais vidrarias de laboratório (NICOLAU *et al.*, 2021). É possível observar algumas fissuras no almofariz de vidro, apresentado na Figura 50, e por isso a preferência pela cerâmica tornou-se posteriormente mais comum, devido a sua maior resistência e durabilidade.

FIGURA 50 - ALMOFARIZ DE VIDRO



FONTE: A autora (2022).

Na edição da primeira Pharmacopeia Brasileira encontrada no acervo do Museu de História da Medicina, existem instruções para preparo de pós como calmantes, utilizando almofarizes de porcelana conforme é possível observar na Figura 49.

Assim, compreendemos que o almofariz se trata de uma vidraria de laboratório, e que foi reformulado na medida em que os farmacêuticos adquiriram diferentes conhecimentos científicos, passando a compreender com maior profundidade as interações químicas resultantes das reações com os metais.

É válido ressaltar que tais aspectos históricos trazem informações que, na classificação de Vogt (2003), encontram-se no primeiro quadrante da Espiral da Cultura Científica, pois sinaliza informações científicas produzidas por cientistas. E, é a partir deste tipo de informação que ocorre a reformulação dos objetos laboratoriais, que no caso dos almofarizes, é destinado aos profissionais de áreas técnicas que atuam em laboratórios, e também passa pelo segundo quadrante da Espiral, por se tratar de uma informação que alterou um objeto para cientistas e professores em

todos os níveis de formação, e são itens que estão presentes nos laboratórios de instituições de ensino de nível básico e superior, fazendo parte da dinâmica da formação de cientistas e do Ensino de Ciências.

Analisando as características e as modificações dos almofarizes como parte do acervo do Museu, identificamos também o movimento da Espiral da Cultura Científica (VOGT, 2003), pois a exposição permite esse contato com a história, e de forma visual proporciona entendimento sobre a modificação desses objetos em consonância com desenvolvimento científico, de forma acessível para todos os estudantes e para a comunidade que visita a instituição.

Os aspectos históricos e visuais dos almofarizes incluem também os pilões do acervo do MHMP que podem ainda intensificar a promoção da Cultura Científica ao proporcionar percepção do movimento da Espiral de Vogt (2003), na medida em que é possível compreender que as produções do primeiro quadrante, com os conhecimentos científicos, impulsionam o segundo quadrante, com a alteração dos almofarizes utilizados nas instituições de ensino e para formação de cientistas, e para além dos laboratórios de pesquisas e instituições de ensino, pois são também parte dos itens culinários, como utensílio utilizado para maceração e moagem de alimentos.

Conhecer a história de objetos como os almofarizes de metais que refletiram em modificações dos pilões de cozinha, facilita a aproximação do campo científico com a sociedade de forma geral, já que convergem na memória de usos e costumes, que está dentro da experiência social e popular discutida por Vogt (2003) tornando o conhecimento científico usual e acessível.

5.5 FRASCOS ESTERILIZADORES

Os experimentos de Pasteur em 1860 provaram definitivamente a existência de micro-organismos no ar, o surgimento do campo da bacteriologia e infectologia, advém do desafio de criar sistemas de antissepsia (EDMONSON, 1991). O sistema antisséptico de Lister, foi um dos pioneiros em procedimentos por parte de médicos cirurgiões, conferindo importância a essa prática (EDMONSON, 1991). Depois deste primeiro projeto, muitos fabricantes começaram a adaptar aparelhos visando a esterilização de materiais hospitalares, principalmente de laboratório (EDMONSON,

1991). Ao registrar o acervo da Pharmacia, identificamos um aparelho de esterilização, apresentado na Figura 51.

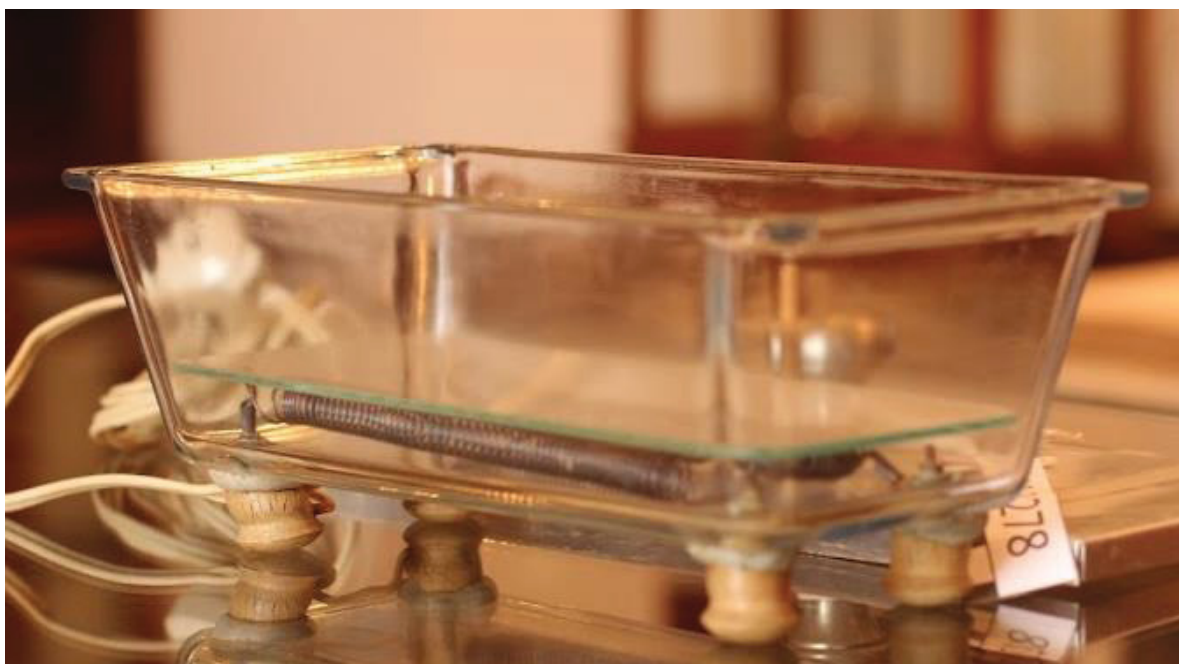
FIGURA 51 - APARELHO DE ESTERILIZAÇÃO



Fonte: A autora (2022).

O equipamento de esterilização que está exposto no Museu tem cuba de vidro, e em seu interior apresenta uma resistência de metal, localizada abaixo de um fundo falso de vidro, e possui uma tampa toda de metal - que pela leveza, maleabilidade e aspectos físicos, concluímos se tratar de uma tampa de alumínio-, e possui quatro apoios de madeira, conforme mostram as Figuras 51 e 52. Para esterilização dos materiais era preciso colocar água e ligar o equipamento na rede elétrica, para que assim a resistência aquecesse e fervesse a água, o vapor de água entrava em contato com o material repousado sobre a prateleira de vidro, fechado pela tampa metálica, e a esterilização acontecia pelo vapor de água. Segundo Kubicki (2013), esse procedimento descrito era o padrão para assepsia de materiais.

FIGURA 52 - ESTERILIZADOR COM FUNDO FALSO DE VIDRO



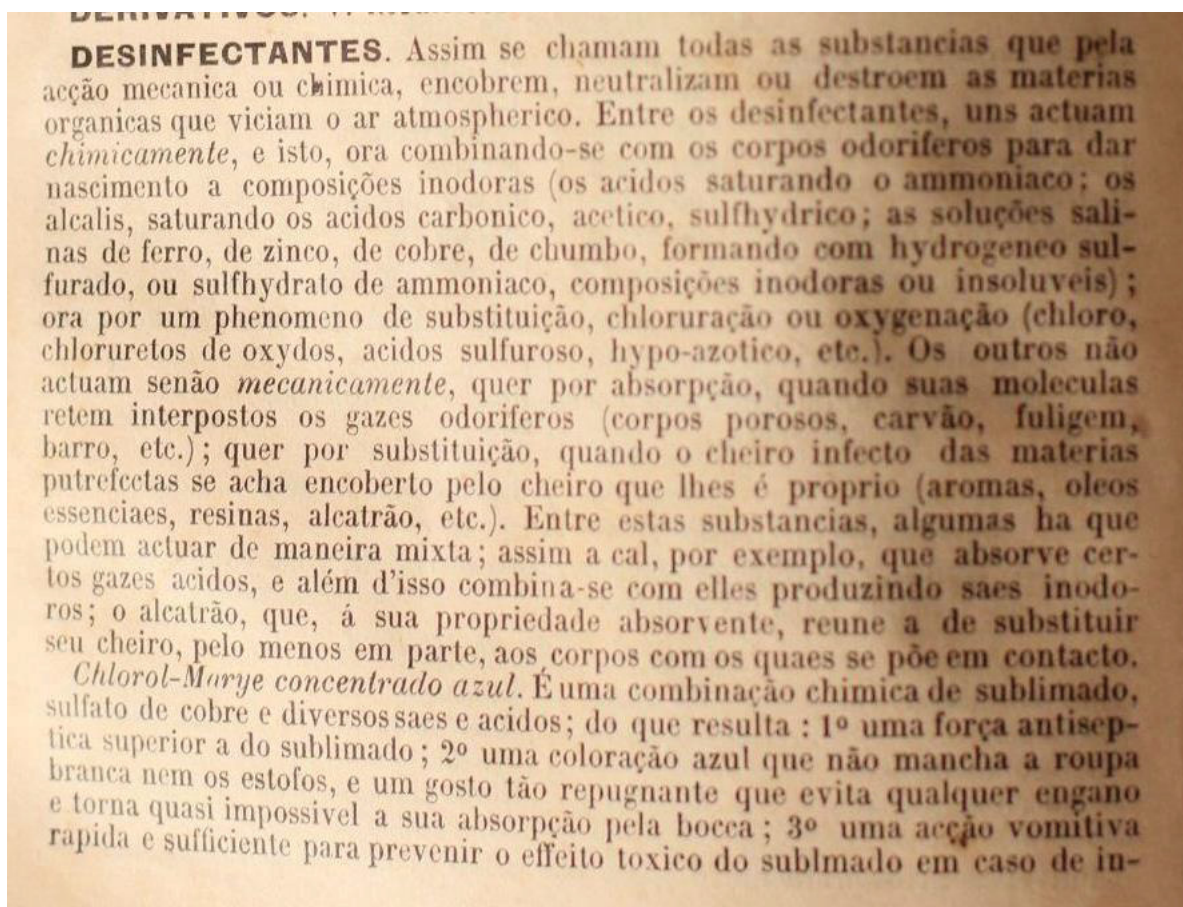
FONTE: A autora (2022).

Observando o equipamento, percebemos que o tempo e a temperatura provavelmente eram controlados pela pessoa ao utilizá-lo, tendo em vista que o objeto não apresenta mecanismos automáticos para esse controle. Existiam no mercado da época, outros modelos disponíveis, que funcionavam com boca de gás e estrutura de metal, porém, o princípio era o mesmo, a água era fervida e a esterilização acontecia pelo vapor de água (MEDEIROS, 2019). Outro equipamento popular na época era com cestos perfurados de níquel, substituindo a prateleira de vidro, e posteriormente surgiram as estufas de calor seco (MEDEIROS, 2019).

Somente em 1880, Charles Chamberland, colaborador de Pasteur, construiu o primeiro esterilizador à pressão de vapor, chamado de “Autoclave de Chamberland”. Embora tenha sido um projeto aparentemente simples, o procedimento era altamente eficaz (EDMONSON, 1991). Seguindo o mesmo princípio dessa primeira autoclave, Edmonson (1991) afirma que em 1933, a empresa *American Sterilizer* apresentou um esterilizador de vapor de água sob pressão, controlado exclusivamente por um termômetro de mercúrio, e esse produto inaugurou o processo de esterilização moderno, como conhecemos hoje. As alterações dos equipamentos atuais são relativas à precisão dos mecanismos de controle de temperatura do vapor (EDMONSON, 1991).

A preocupação com a assepsia aparece também na *Pharmacopeia* exposta no Museu, conforme Figura 53, onde são indicadas substâncias químicas puras, misturas e produtos naturais, chamados na primeira *Pharmacopeia* Brasileira, de “desinfetantes”, que tinham o objetivo de encobrir, neutralizar ou destruir as matérias orgânicas que viciavam o ar atmosférico, e não necessariamente eliminavam os agentes patógenos causadores de doenças e infecções hospitalares (PHARMACOPEIA BRASILEIRA, 1929).

FIGURA 53 - DESINFETANTES NA PHARMACOPEIA



FONTE: A autora (2022).

O tema desinfecção, esterilização e assepsia faz parte das discussões de saúde pública atuais, tendo em vista o cenário da pandemia de Covid-19. É possível identificar ações de Divulgação Científica de instituições de pesquisas^{15 16}, órgãos

¹⁵<https://www.pucrs.br/blog/sabao-e-alcool-gel-como-a-quimica-auxilia-na-luta-contra-a-covid-19/>

¹⁶https://www.incqs.fiocruz.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2219:atencao-informacoes-sobre-o-uso-de-alcool-em-gel&catid=42&Itemid=132

regulamentadores como o Conselho Federal de Química^{17 18} e do Governo Federal por meio da ANVISA¹⁹, que podem ser enquadradas no quarto quadrante da espiral da Cultura Científica de Vogt (2003), pois objetivam esclarecer a sociedade e fomentar a Cultura Científica, auxiliando tomadas de decisões críticas e coerentes com o conhecimento científico.

As desinformações disseminadas relacionadas à Química no atual momento, podem ser adotadas pelos professores como recurso para despertar o senso crítico sobre o conhecimento científico, e a importância e necessidade de se apropriarem dos conhecimentos sistemáticos que foram construídos ao longo da evolução humana (SANTOS; SÁ, 2021). Essa dinâmica inserida em sala de aula no ensino da Química, é identificada por Vogt (2003), como pertencente ao segundo quadrante da Espiral da Cultura Científica, por isso colocamos este item como potencialidade para a categoria de análise na qual os cientistas e professores destinam o conhecimento para todos os tipos de públicos.

O vidro esterilizador pode fomentar discussões que promovam a Cultura Científica, conectando a temática da descontaminação do ponto de vista das novas formas de esterilização, inclusive por ser critério essencial para a Química Medicinal diferenciar os processos de produção de substâncias químicas dos processos de fabricação dos Fármacos e Medicamentos. Os Fármacos e Medicamentos selecionados do acervo da Exposição *Pharmacia*, bem como suas potencialidades para a promoção da Cultura Científica em aulas de Química são descritos no item a seguir.

5.6 FÁRMACOS

A Química dos Fármacos é marcada pelo isolamento e purificação de princípios ativos das plantas medicinais (BARREIRO; FRAGA, 2015). Algumas ervas medicinais, são encontradas no capítulo de Digestivos da *Pharmacopeia* dos

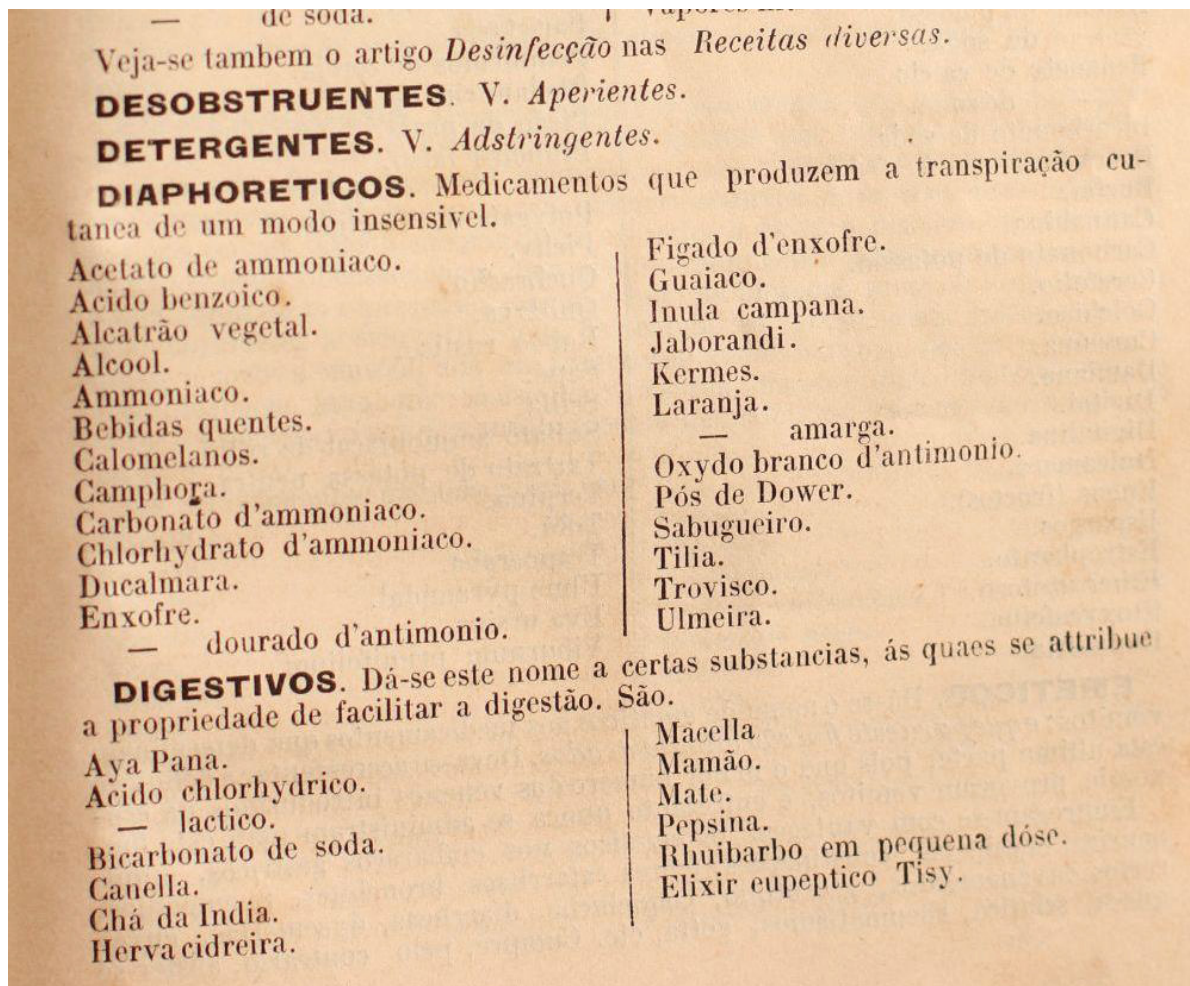
¹⁷http://cfq.org.br/wp-content/uploads/2020/05/2020-05-04_cartilha-perguntas-e-respostas-CFQ-V2-baixa-3.pdf

¹⁸<http://cfq.org.br/noticia/nota-oficial-esclarecimentos-sobre-alcool-gel-caseiro-higienizacao-de-eletronicos-e-outros/>

¹⁹<https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/noticias-anvisa/2020/saneantes-substituem-alcool-gel-no-combate-a-covid-19>

Estados Unidos do Brasil, conforme a Figura 54, que demonstra as ervas medicinais e apresentações farmacológicas, como Chá e Elixir.

FIGURA 54 - DIGESTIVOS



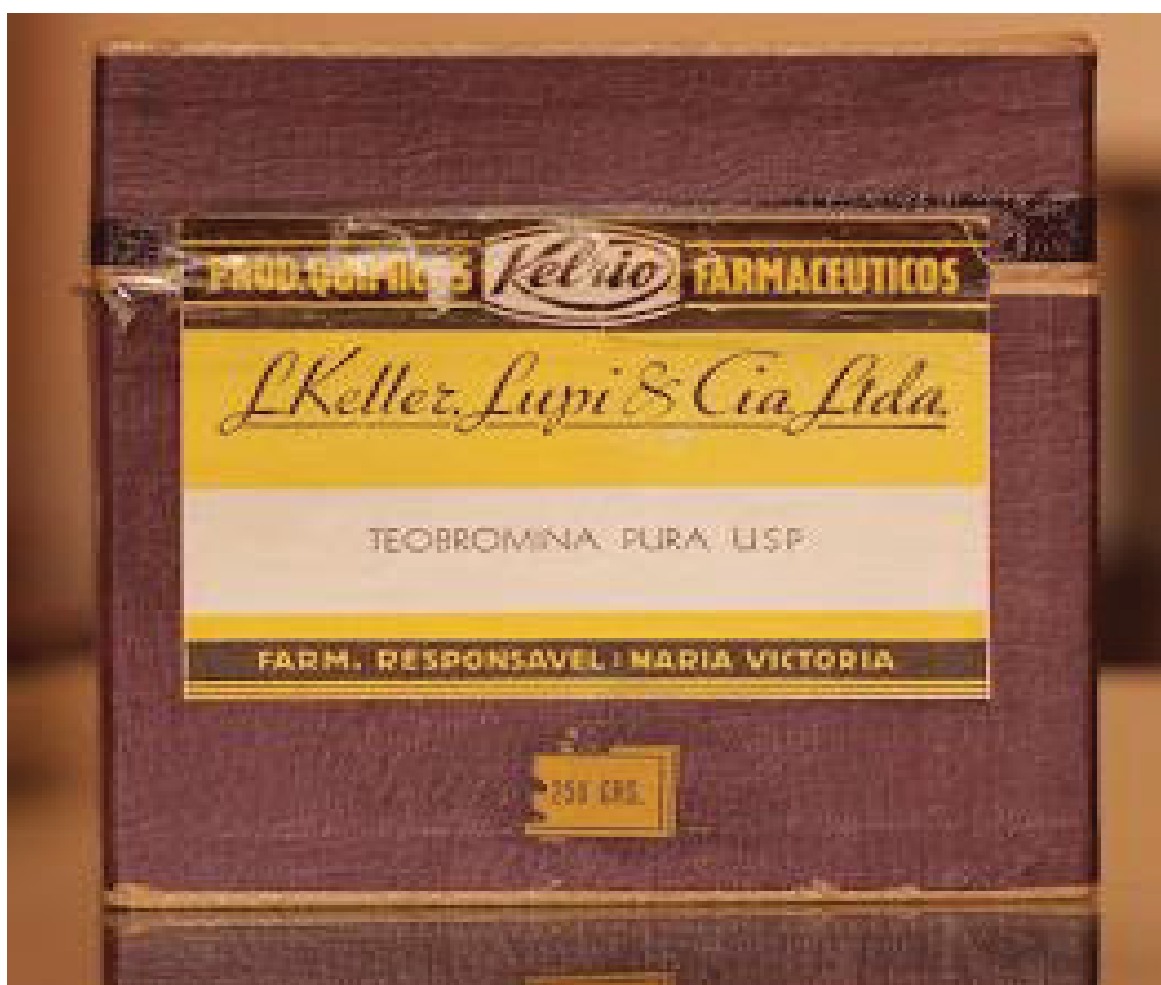
FONTE: A autora (2022).

As orientações da *Pharmacopeia* trazem instruções quanto a plantas medicinais, mas também, sobre fármacos naturais e sintéticos. Na exposição Pharmacia encontramos itens como a Cafeína e a Teobromina que também podem contribuir com a dinâmica da Espiral da Cultura Científica (VOGT, 2003) conforme será apresentado a seguir.

5. 6.1 Teobromina e Cafeína

O acervo do Museu contempla produtos que proporcionam uma discussão que relaciona a realidade com o conhecimento químico. Nesse sentido, destacamos que muitos compostos das plantas alucinógenas foram identificados como substâncias atuantes sobre o sistema nervoso central, mas também foram a inspiração para o desenvolvimento de antibióticos importantes para a história da medicina, da ciência e da humanidade (BARREIRO; FRAGA, 2015). A Teobromina, Figura 55, é uma dessas plantas que possuem potencial para a discussão da Química a partir do acervo do Museu.

FIGURA 55 - TEOBROMINA



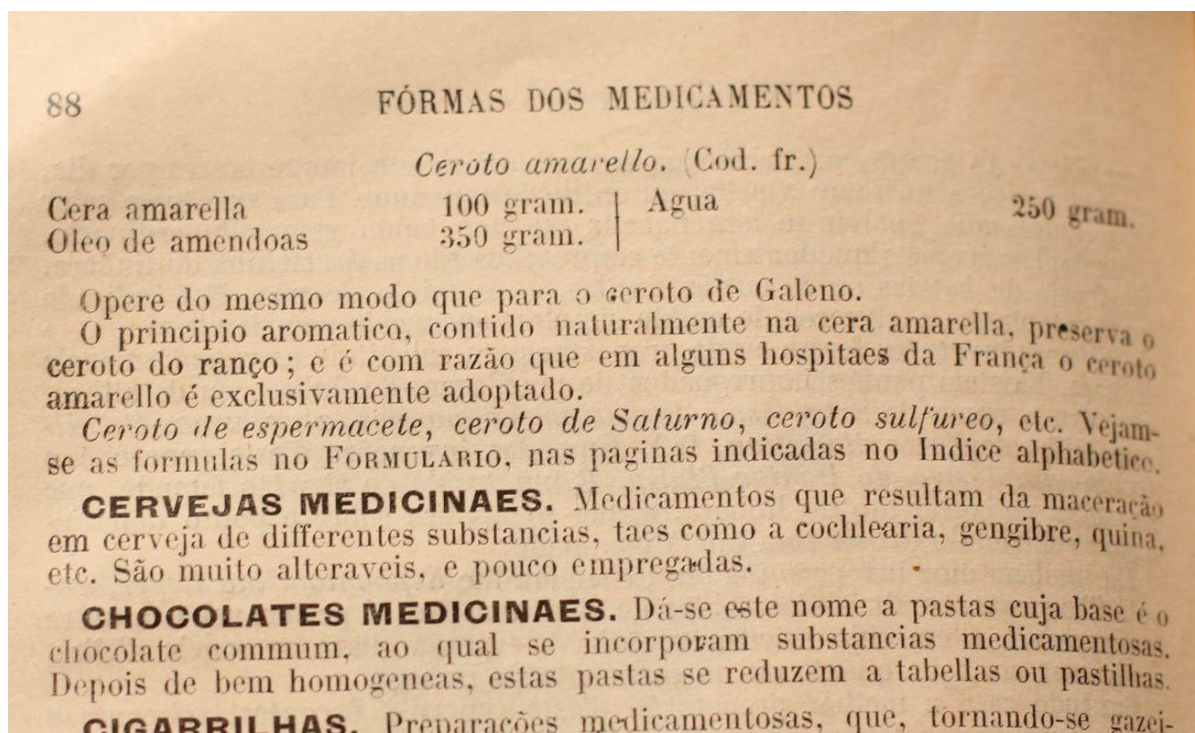
FONTE: A autora (2022).

Nessa embalagem a Teobromina é indicada como pura, a concentração em comparação da que é encontrada no cacau, embora seja considerada alta, é de aproximadamente 2,2%. Trata-se de uma substância encontrada normalmente no chocolate, mas está presente também na semente do guaraná (PERES; BRANDÃO;

REZENDE, 2018). Outro aspecto observado no rótulo é a sigla USP, que significa *United States Pharmacopeia*, que se refere à Farmacopeia norte-americana, desta forma compreendemos que se trata de um medicamento que seguiu as especificações de tal Farmacopeia e não da brasileira.

O consumo de chocolate vem aumentando a cada ano, ligado às questões emocionais e psicológicas devido a sensação de bem-estar proporcionada pela Teobromina (PERES; BRANDÃO; REZENDE, 2018), e esse já foi utilizado como apresentação farmacológica na primeira *Pharmacopeia* Brasileira, no capítulo de Formas Dos Medicamentos, conforme é possível observar na Figura 56.

FIGURA 56 - CHOCOLATES MEDICINALES



FONTE: A autora (2022).

Reconhecemos nesse contexto, a dinâmica da Espiral da Cultura Científica descrita por Vogt (2008), a busca pelo bem-estar social, em virtude da quarta categoria de análise, onde o consumo de chocolate foi popularizado pelo reconhecimento da sensação de bem-estar. As produções científicas conectaram a Teobromina aos efeitos benéficos do chocolate, aumentando ainda mais as produções e o interesse científico por esses produtos (SANTIN; GARGANO; OLIVEIRA, 2015) e as produções científicas e sua difusão, sobre os efeitos do

chocolate, estão na primeira categoria de análise, que trata da produção e difusão do conhecimento científico.

Essa correlação prática demonstra a interação do primeiro quadrante (VOGT, 2003), das produções científicas realizadas e avaliadas por pesquisadores especializados e divulgadas por meio de artigos científicos publicados em revistas indexadas com a cultura popular, com o quarto quadrante da DC.

Consideramos que o quarto quadrante engloba materiais como o que foi desenvolvido pela Universidade de Aveiro no canal do Youtube “Química das Coisas” no episódio a “Química do Chocolate”²⁰, que auxiliam em ações como a desenvolvida no Projeto de Extensão e Popularização da Química, no Centro de Educação em Tempo Integral Verde Vale, que oportunizou uma atividade com o objetivo de explorar o interesse científico de crianças e jovens, por meio de explanação do processo de fabricação do chocolate e análise sensorial de diferentes chocolates, integrando o primeiro e o segundo quadrante (ALMERINDO *et al.*, 2018), por identificarmos práticas ligadas à segunda categoria de análise: do Ensino de Ciências e formação de cientistas.

Esses fármacos e medicamentos preparados na primeira Farmácia Hospitalar do Paraná seguiam instruções com pesagens precisas, assim como apresentação farmacológica indicada pelos médicos responsáveis pelo tratamento dos pacientes, conforme orientava o Decreto²¹ que dispõe sobre a profissão farmacêutica e seu exercício no Brasil, no Hospital Santa Casa há o livro de prescrições com essas características.

Concluimos que esses são aspectos importantes para os cientistas e para a Ciência, pois a precisão é um caráter essencial de qualquer ação científica, principalmente no que tange a preparação de fármacos e medicamentos. Analisando a Divulgação Científica realizada por autores como Almerindo *et al.*, (2018) ou pelo canal de Divulgação Científica na Universidade de Aveiro, visualizamos e reiteramos as potencialidades de utilizar o acervo da *Pharmacia* do Museu da História da Medicina para promover discussões e atividades, como a da química do chocolate, sobre conteúdos químicos e sua utilização.

A Cafeína e a Teobromina apresentam características químicas e físico-

²⁰ <http://www.aquimicadascoisas.org/>

²¹ Decreto n° 19.606 de 19 de janeiro de 1931.

FIGURA 58 - FRASCO CONTENDO CAFEÍNA

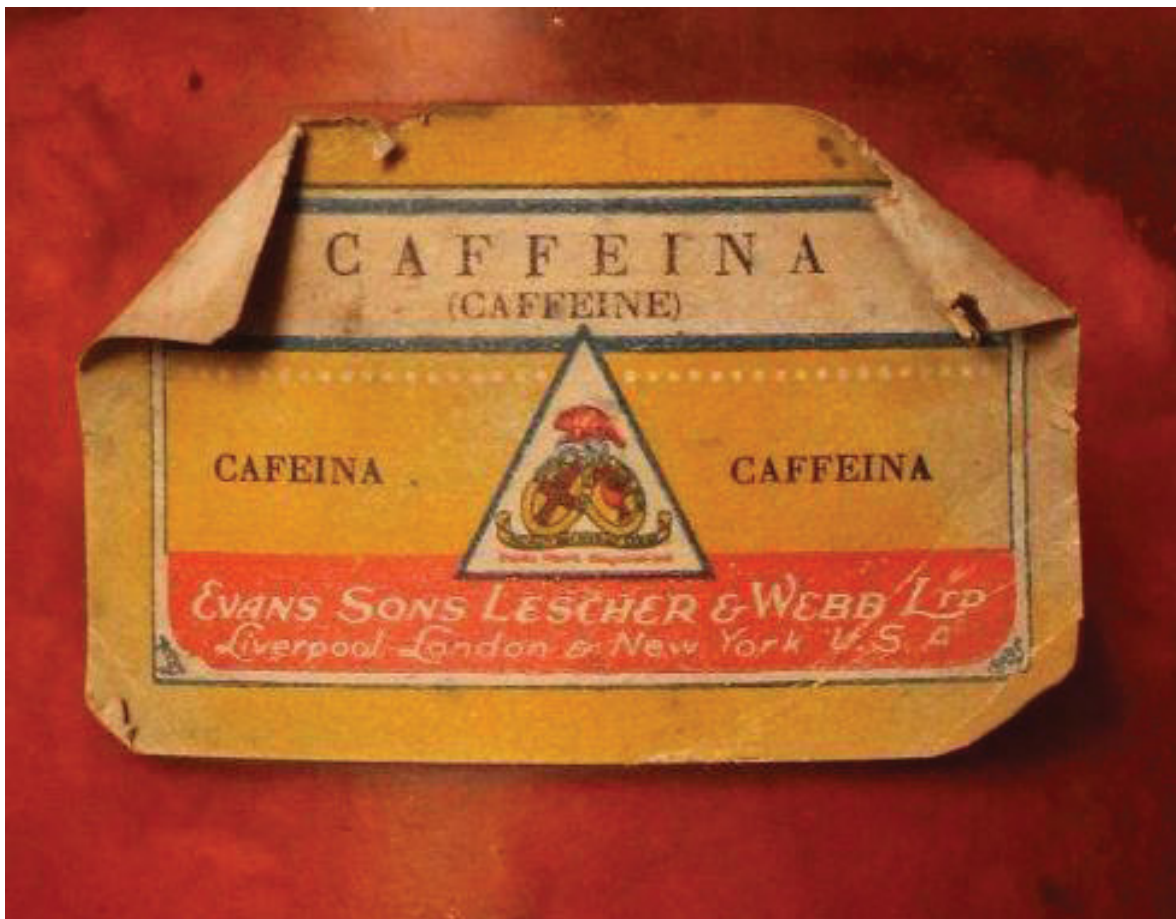


FONTE: A autora (2022).

No Museu é possível encontrar no acervo outro frasco desse mesmo composto, porém, em vidro âmbar. A opção por acondicionar reagentes em frascos escuros, auxilia na conservação das substâncias químicas, evitando os processos de fotólises. O frasco âmbar de cafeína é apresentado na Figura 59, que pelo rótulo é possível identificar ter sido fornecido pela empresa Evans Sons Lescher e Weber LTP; outra discussão que esse rótulo nos permite fazer, é sobre a nomenclatura do composto, pois encontramos no mesmo rótulo Caffeine, Cafeína e duas vezes Caffeina, embora a União Internacional de Química Pura e Aplicada (IUPAC do inglês *International Union of Pure and Applied Chemistry*), já tivesse instituído as normas de nomenclatura oficial para compostos orgânicos, o nome popular ficou

mais conhecido, essas questões são possíveis de perceber ao se observar a Figura 59, onde é possível identificar o nome oficial da Cafeína abaixo do título.

FIGURA 59 - CAFEÍNA NO FRASCO DE COR ÂMBAR

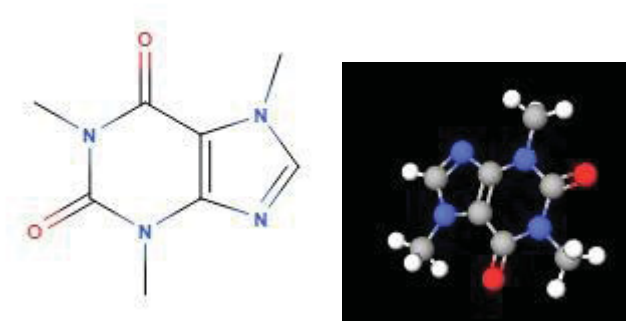


FONTE: A autora (2022).

A similaridade das estruturas moleculares da Cafeína e da Teobromina ocorrem por pertencerem aos mesmos grupos funcionais, às funções orgânicas encontradas em ambas, são amina, amida e imina (SOLOMONS, FRYHLE, 2002), que as fazem ser classificadas como alcaloides, que conforme o próprio nome sugere (álcali) possui caráter básico e pertencem ao grupo das xantinas junto com a teofilina e a teobromina (SILVA; SILVA; BRUM, 2018).

Conforme é possível observar na representação da Figura 60, a molécula de Cafeína possui oito carbonos, dez hidrogênios, dois oxigênios e quatro nitrogênios dispostos formando duas amidas, uma amina terciária e uma imina, por isso sua fórmula molecular é $C_8H_{10}N_4O_2$.

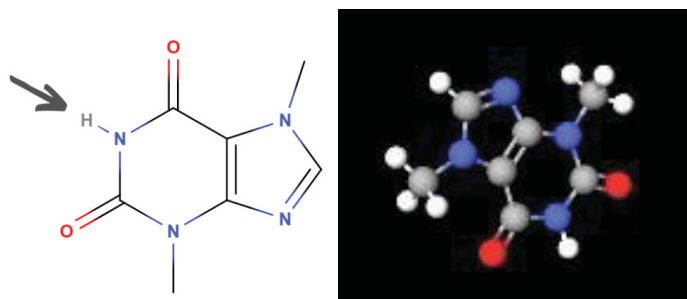
FIGURA 60 - REPRESENTAÇÃO DA MOLÉCULA DE CAFÉINA



FONTE: A autora (2022).

Na representação da molécula de Teobromina (FIGURA 61) é possível observar que esse composto, assim como a molécula da cafeína, possui duas amidas, uma amina terciária e uma imina (SOLOMONS, FRYHLE, 2002), sua fórmula $C_7H_8N_4O_2$, se difere da cafeína pela presença de um radical metil a menos que na Cafeína.

FIGURA 61 - REPRESENTAÇÃO DA MOLÉCULA DE TEOBROMINA



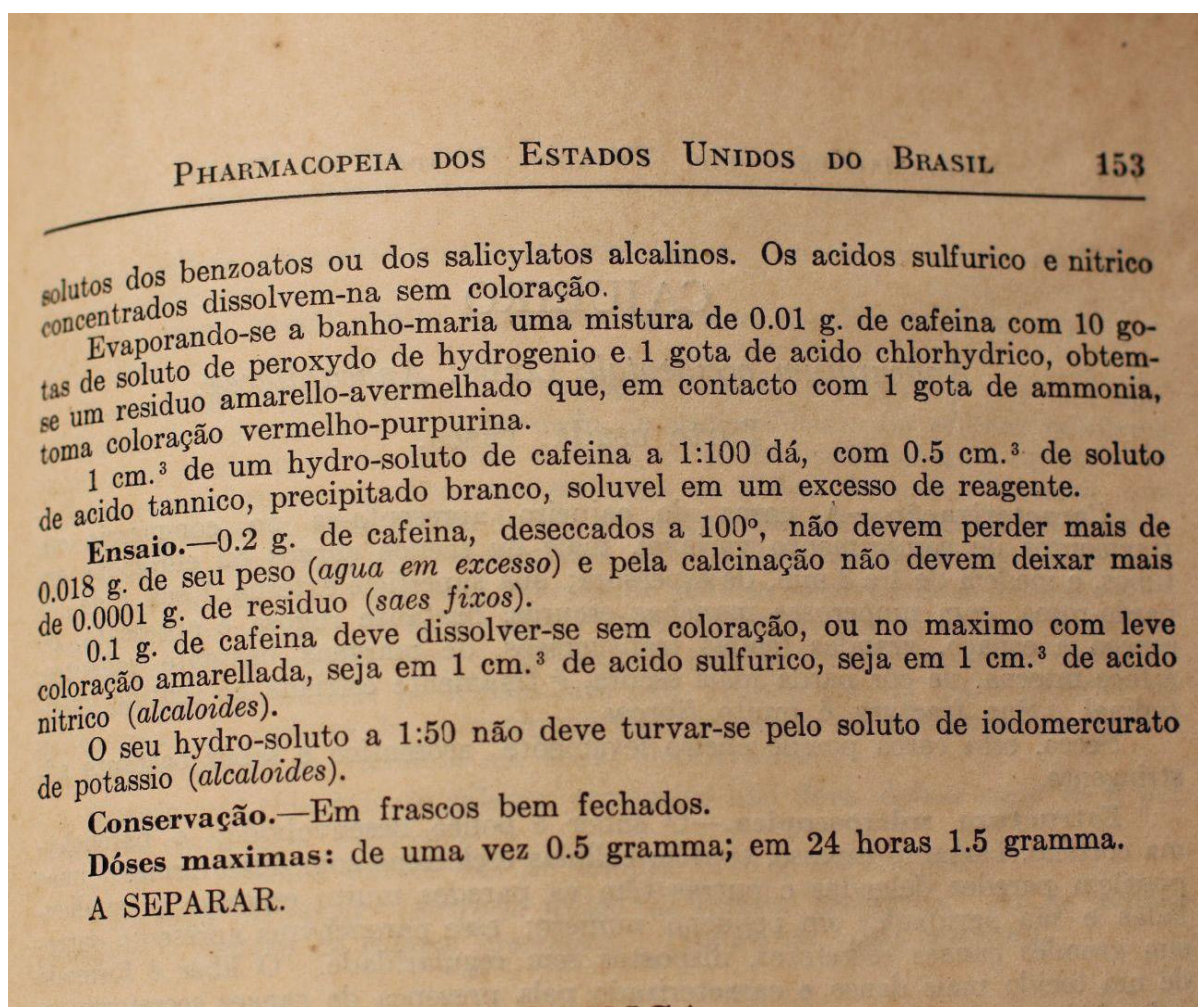
FONTE: A autora (2022).

Devido a essa similaridade em suas estruturas, a teobromina (principal alcaloide do cacau) é chamada de análoga da cafeína, mas ambas são alcaloides de ocorrência natural (ambas são encontradas em diversas plantas e a teobromina pode surgir em alguns fungos, bactérias e animais), que geram a liberação de adrenalina e, por isso, são estimulantes do Sistema Nervoso Central (SILVA; SILVA; BRUM, 2018). Essas características justificam o potencial estimulante, indicado para

pacientes, já que “aumentam a atividade motora, diminuem a sensação de fadiga e elevam a sensação o estado e excitação e euforia” (SILVA; SILVA; BRUM, 2018, p. 152).

É possível observar que embora a bebida café já fizesse parte do acervo cultural brasileiro, os conhecimentos registrados na *Pharmacopeia* de 1929, já alertavam para a dose máxima dessa substância química, conforme a Figura 62.

FIGURA 62 - DOSE MÁXIMA DE CAFEÍNA



FONTE: A autora (2022).

A Figura 62 apresenta informações que evidenciam novamente o uso do conhecimento científico para orientar os profissionais da saúde, principalmente a equipe da Farmácia. Atualmente existem novos dados e informações, conforme Silva, Silva e Brum (2018) descrevem:

A cafeína é um estimulante de venda livre muito popular, porém o consumo de mais e 5 xícaras de café ao dia pode causar risco aumentado de insônia (contraindicado para pacientes em tratamento com hipnóticos) e arritmias em pessoas suscetíveis (pacientes que fazem uso de antiarrítmicos) (SILVA; SILVA; BRUM, 2018, p. 161).

Essas informações sobre os efeitos colaterais à saúde das pessoas devem fazer parte das aulas de química, com a intenção de tecer reflexões e visar a formação de um cidadão crítico, que envolto pela Cultura Científica, deve se posicionar criticamente sobre as relações de consumo com esses produtos, assim como compreender que tais princípios ativos, são encontrados em diferentes produtos com diferentes concentrações.

Os estudos científicos voltados para o café, são parte da Cultura Científica, podendo ser identificados, distribuídos e qualificados por toda a Espiral da Cultura Científica discutida por Vogt (2003). Desde os estudos sobre a composição química do café, com seus efeitos colaterais, que se localizam no primeiro quadrante; passando pelos materiais como artigos científicos, livros educacionais, videoaulas entre outros, que se encontram no segundo quadrante; até a construção do Museu do Café²², que estabelece vínculo direto entre Cultura Científica e sociedade, ação que pertence ao terceiro quadrante; e enfim, chegando o quarto quadrante do modelo da Espiral da Cultura de Vogt (2003) no qual se encontra as produções especificamente de Divulgação Científica, como a criação do Simpósio do Café do Brasil, que produz artigos científicos e materiais diversos de comunicação, com a finalidade exclusiva de gerar Divulgação Científica para uso da sociedade e não somente como comunicação entre pares. Essas ações identificadas no quarto quadrante fazem a espiral estar em um dinamismo contínuo, que se inicia novamente no primeiro quadrante, por impulsionar estímulo a novas pesquisas, oriundas da busca pelo bem-estar social.

Quando analisamos as pesquisas que abordam a Cafeína e a Teobromina, percebemos que ocorre o movimento da Espiral da Cultura Científica, abrangendo os quatros quadrantes da dinâmica descrita por Vogt (2003). Referente ao primeiro quadrante, no qual o conhecimento é construído e divulgado por cientistas especializados para um público especializado, encontrado em periódicos específicos da área, como na Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, Revista Ciência e

²² <https://www.museudocafe.org.br/>

Farmácia e a Revista Fitos por exemplo. Observamos também que ambos os fármacos (Cafeína e Teobromina) apresentam capacidade para estimular as discussões sobre plantas medicinais na primeira categoria de análise.

Ao analisarmos os aspectos do segundo quadrante, identificamos uma conexão entre as produções e a divulgação para os pares (da primeira categoria de análise), pois conforme Maia (2019), a temática “plantas medicinais” é um assunto crescente nas pesquisas publicadas em diversos eventos, como na Reunião Anual Sociedade Brasileira de Química (RASBQ), e também é crescente em eventos ligados à segunda categoria de análise (do Ensino de Ciências e a formação de cientistas), como o Encontro Nacional de Ensino de Química (ENEQ) e Encontro de Debates sobre o Ensino de Química (EDEQ), com discussões que permeiam a importância do tema “plantas medicinais” e os reflexos dessas discussões nas salas de aulas e nas produções de livros didáticos, destacando entre os frutos das plantas medicinais o Café e o Cacau.

Ainda sobre a temática plantas medicinais, destacamos na terceira categoria de análise as iniciativas como dos Jardins Botânicos e exposições ligadas a plantas medicinais como a Exposição Fitoterapia do Cerrado do Museu do Cerrado²³, que desenvolvem atividades que visam promover a articulação da comunidade, que já produz plantas medicinais, aromáticas, condimentares e alimentícias, com vistas ao desenvolvimento sustentável à promoção da saúde e ao fortalecimento da base produtiva da comunidade, e no quarto quadrante, última categoria de análise, encontramos os materiais de Divulgação Científica como os folders e cartilhas, produzidos e distribuídos pela EMBRAPA²⁴, Conselho Federal de Farmácia²⁵ e Revistas como a Saúde, da editora Abril.

Sendo assim a potencialidade da Cafeína permeia todas as categorias de análises e aspectos ligados às plantas medicinais, em uma perspectiva semelhante encontramos os primeiros fármacos extraídos de vegetais, como o ácido salicílico, e devido busca do bem-estar social gerou um dos primeiros fármacos sintéticos o ácido acetilsalicílico que veremos no subitem a seguir.

²³<https://museucerrado.com.br/>

²⁴<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CPAP-2010/57349/1/FOL152.pdf>

²⁵<https://www.cff.org.br/userfiles/BOLETIM%20FITOTER%20C3%81PICO.pdf>
https://www.cff.org.br/userfiles/folder%20fitoter%20C3%A1pico_abr2018.pdf
https://www.cff.org.br/userfiles/Folder%20fitoter%20C3%A1pico_WEB.pdf

5.6.2 Ácido Salicílico e Ácido Acetilsalicílico

Na *Pharmacopeia* do primeiro hospital de medicina do Paraná, encontramos a descrição da Salicina, conforme Figura 63, e de acordo com a imagem é possível detectar que essa substância é obtida de várias espécies de *Salix* e de *Populus* e *Salicaxm*, também é possível verificar características físicas químicas: “forma agulhas cristalinas, sedosas, brilhantes, ou prismas rhombicos, incolores, ou ainda pó cristalino, branco; é inodora e possui sabor muito amargo, funde-se entre 199° e 202°”, posteriormente encontramos a descrição do processo de caracterização e o ensaio analítico.

Para Barreiro e Fraga (2015), essa substância possui um valor histórico por ser um exemplo do uso dos produtos naturais como protótipos para o desenvolvimento de novos fármacos. A partir deste composto foi sintetizado o ácido salicílico, que posteriormente foi a base para a produção do ácido acetilsalicílico, utilizados como analgésico e antitérmico, “um fármaco centenário com estrutura extremamente simples de apenas nove átomos de carbono” (BARREIRO; FRAGA, 2015, p. 201).

FIGURA 63 - SALICINA NA PHARMACOPEIA

SALICINA
Orthohydroxybenzyloglucosido.
Salicinum.

$C_{13}H_{18}O_7 = 286.144.$ $C_6H_{11}O_5 \cdot O \cdot C_6H_4 \cdot CH_2OH.$

Caracterização.—A salicina é um glucosido obtido de varias especies de *Salix* e de *Populus*; *Salicaceæ.*

Fôrma agulhas crystallinas, sedosas, brilhantes, ou prismas rhombicos, incolôres, ou ainda pó crystallino, branco; é inodora e possúe sabôr muito amargo. Funde-se entre 199° e 202°.

1 g. de salicina dissolve-se em 23.5 cm.³ de agua e em 88.5 cm.³ de alcool, a 25°; bem como em 3.3 cm.³ de agua a 80° e em 30 cm.³ de alcool a 60°; é insolúvel no ether e no chloroformio.

Seu hydro-soluto a 1:30 é neutro ao papel de tornasol e levogyro.

Aquecendo-se um pouco de salicina n'um tubo de ensaio até tornar-se parda, adicionando-se algumas gotas de agua destillada e depois 1 gota de soluto de chlorêto ferrico, produzir-se-á coloração roxa.

O acido sulfurico concentrado dissolve a salicina, colorindo-se de vermelho vivo; após a addição de um pouco de agua destillada, o liquido torna-se incolôr e deposita uma substancia pulverulenta vermelha.

0.1 g. de salicina, sendo moderadamente aquecido com cerca de 0.2 g. de bi-chromato de potassio e 2 cm.³ de acido sulfurico, desprende cheiro de aldehydo salicylico.

O acido sulfurico adicionado de vestigios de iodato de potassio, dá com a salicina côr vermelha escura, que passa a purpurina escura. O acido sulfurico adicionado de cerca de um quinto de seu volume de soluto de formaldehydo, dá com ella côr vermelho-purpurina escura.

Ensaio.—0.2 g. de salicina não devem deixar pela calcinação mais de 0.0001 g. de residuo (*substancias fixas*).

5 cm.³ de um hydro-soluto de salicina a 2:100 não devem colorir-se de roxo pela addição de 1 gota de soluto de chlorêto ferrico (*acido salicylico*).

Porções separadas, de 5 cm.³ cada uma, do mesmo hydro-soluto de salicina (2:100) não devem precipitar-se pela addição de 1 cm.³ dos solutos de tannino, de acido picrico e de iodêto mercurico-potassico (*alcaloides*).

FONTE: A autora (2022).

Segundo Pinto (2011), o químico que sintetizou o ácido salicílico foi Kolbe, que afirma em carta a respeito de um trabalho publicado, que uma das causas do retrocesso das pesquisas na Alemanha é falta de conhecimento químico geral e fundamental, e faz uma censura aos professores que estão nessa situação, julgando ainda que um conhecimento im procedente tem sido propagado na sociedade, por pseudocientistas que tem uma aparente escolaridade. Embora não utilize a

expressão Cultura Científica, entendemos que ele faz uma crítica a desinformação sobre química básica e geral da sociedade, ou seja, a falta dessa cultura e responsabiliza os professores desatualizados, que não cumprem o papel proposto no segundo quadrante da espiral a Cultura Científica de Vogt (2003) e aos profissionais que contribuem para a desinformação científica da sociedade, esses que estão inclusos no quarto quadrante, onde profissionais verdadeiramente capacitados deveriam atuar de forma ética, tornando o conhecimento científico acessível a sociedade.

Esse ácido é encontrado na Exposição Pharmácia do Museu de História da Medicina, em um recipiente de fácil abertura que pertence à coleção mais recente do acervo, com um rótulo improvisado colado com fita adesiva no frasco de porcelana, e que apresenta uma rachadura na parte superior, conforme é possível observar na Figura 64.

FIGURA 64 - FRASCO CONTENDO ÁCIDO SALICÍLICO

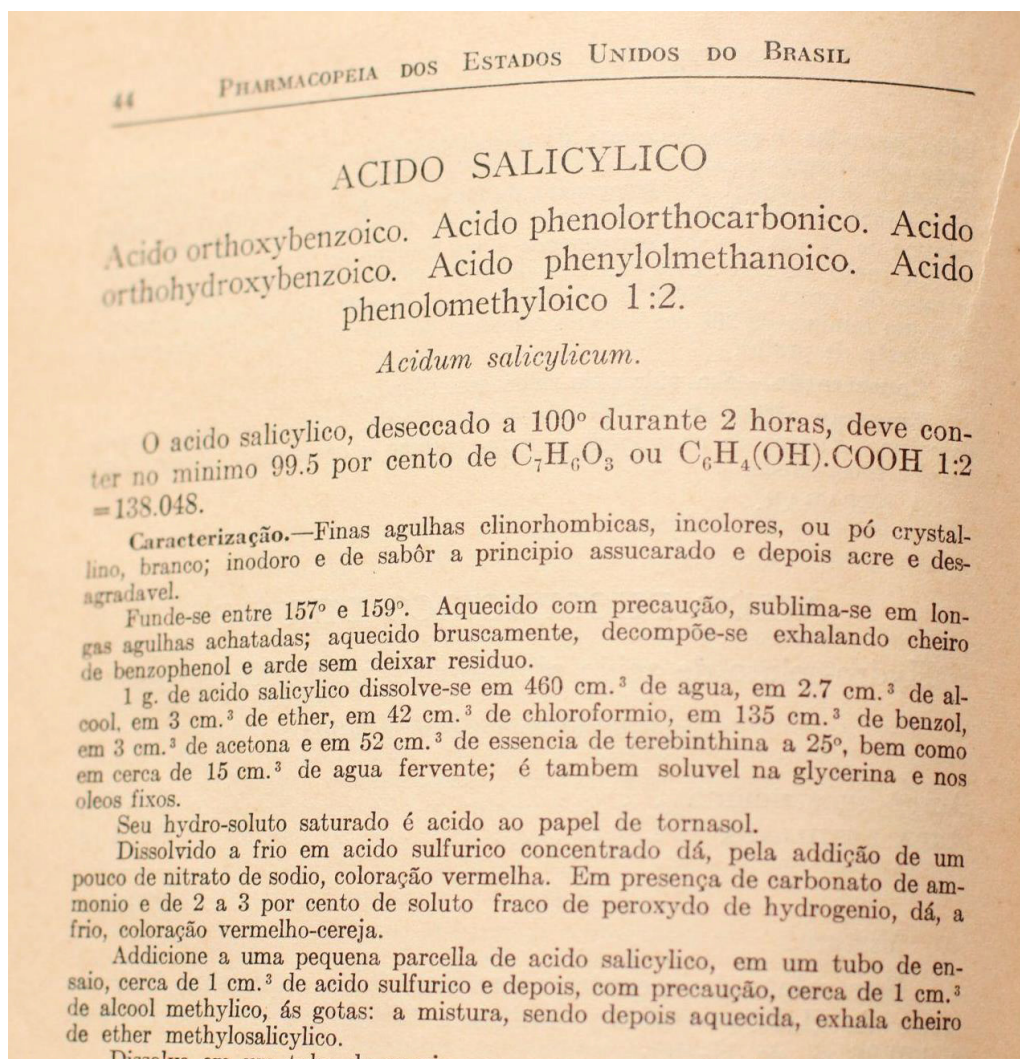


FONTE: A autora (2022).

O ácido salicílico, cujas propriedades são apresentadas na *Pharmacopeia*, conforme a Figura 65, foi o protótipo ao químico Felix Hoffmann, para que este desenvolvesse o ácido acetilsalicílico (SILVA; SILVA; BRUM, 2018). O Bem-estar Social descrito por Vogt (2008) influencia diretamente no interesse pela síntese de novos Fármacos (a exemplo do ácido acetilsalicílico, vendido comercialmente pela

Bayer® como Aspirina), seja na busca por princípios ativos com redução dos efeitos colaterais, ou com o melhor custo-benefício financeiro.

FIGURA 65 - ÁCIDO SALICÍLICO NA PHARMACOPEIA



FONTE: A autora (2022).

No frasco do ácido acetilsalicílico da Figura 66 é possível observar a informação de que a fábrica é de São Paulo, mais especificamente de São Caetano do Sul, rua Luiz Gama, 1. Trata-se, então, de um fármaco vindo de outro Estado. O farmacêutico responsável chamava-se José Bertolino, e a identificação da substância está com o nome Ácido Acetylosalicylico. O frasco é de cor âmbar, possivelmente para auxiliar na conservação. O rótulo encontra-se rasgado e colado com fita adesiva, além de apresentar uma descoloração que pode ser devido ao

tempo ou ao manuseio. Trata-se de um fármaco largamente utilizado (BARREIRO; FRAGA, 2015)

O ácido acetilsalicílico (AAS) mostrado na Figura 66 pode oportunizar uma discussão com estudantes do ensino médio sobre a síntese dos fármacos de maneira interdisciplinar entre Química e Biologia, assim como a influência da busca por bem-estar social para ao desenvolvimento de medicamentos, contribuindo para que os discentes observem a perspectiva da história utilizando aspectos físicos do frasco exposto, que podem trazer indícios das regiões geográficas onde despontaram as primeiras indústrias e fábricas químicas existentes no Brasil. As características químicas associadas com os conteúdos curriculares e da síntese do ácido acetilsalicílico ainda possibilita trabalhar diferentes conteúdos da Química dentro do tema medicamentos, viabilizando diálogo entre professores de diferentes áreas do conhecimento, tais como Química, Biologia, História e Geografia.

FIGURA 66 - FRASCO CONTENDO ÁCIDO ACETILSALICÍLICO

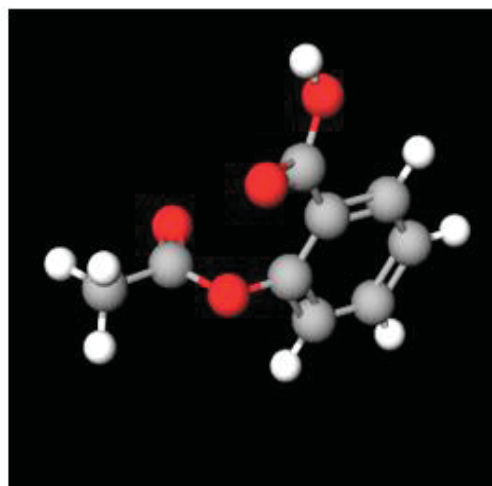
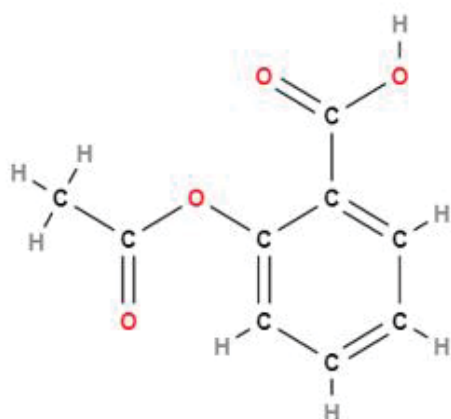


FONTE: A autora (2022).

Entendemos assim, que a síntese de fármacos exemplifica muito bem a dinâmica que ocorre na Espiral da Cultura Científica (VOGT, 2003), pois são as produções científicas do primeiro quadrante que impulsionam a produção de novos fármacos que geram o bem estar social (VOGT, 2008), e que por meio do desenvolvimento tecnológico (bem estar social de Vogt, 2008), bem como da interação dessas tecnologias com a Química, despontando novos conhecimentos como o nascimento e ascensão da Modelagem Molecular (RODRIGUES, 2001).

Na Figura 67, observamos a molécula tridimensional construída por modelagem molecular.

FIGURA 67 - REPRESENTAÇÃO DA MOLÉCULA DO ÁCIDO ACETILSALICÍLICO DE MANEIRA PLANA E TRIDIMENSIONAL



Fonte: A autora (2022).

São essas análises, realizadas com recursos computacionais de grandes companhias e/ou laboratórios acadêmicos, que têm permeado o desenvolvimento de novos fármacos, e o nascimento de uma nova área da química, chamada de modelagem molecular (RODRIGUES, 2001).

As discussões realizadas pelos divulgadores científicos do quarto quadrante da espiral, com temas sobre esses fármacos e seus efeitos colaterais na sociedade, fortalecem o movimento novamente para o primeiro quadrante. Segundo Lordêllo e Porto (2012),

O conhecimento sobre CT&I assume um papel fundamental para o indivíduo terá compreensão do mundo em que vive em sua extensão e complexidade. Só através do conhecimento ele terá condições de compreender e tomar decisões que de alguma forma irão afetar as suas vidas. Entretanto, essas informações precisam alcançar a sociedade de alguma forma e é neste cenário que a Divulgação Científica deve atuar com intensidade (LORDÊLO; PORTO, 2012, p. 27).

Considerando a afirmação das autoras, identificamos que as potencialidades para o desenvolvimento de um trabalho com a temática fármacos, para movimentar Espiral da Cultura Científica do segundo para o terceiro quadrante, no que se refere a educação não formal, são exploradas em jardins botânicos, no qual é possível encontrar iniciativas correlacionando a Farmacologia em materiais de Divulgação Científica próprio desses ambientes, como o projeto encontrado no Jardim Botânico de Porto Alegre²⁶, que serviu de referência para o desenvolvimento de materiais de Divulgação Científica para a sociedade, a exemplo da cartilha sobre plantas medicinais, elaborada por Garlet (2019)²⁷.

A síntese dos fármacos é um conteúdo de Química, possível de ser explorado com o acervo da *Pharmacia* do Museu de História de Medicina do Paraná, a partir dos ácidos acetilsalicílico e salicílico e da salicilina, que estão presentes nas diferentes Farmacopeias, assim como no Codex Francês, além de estarem permanente na exposição física para os visitantes. O Ácido Salicílico e o Ácido Acetilsalicílico, como itens do acervo do MHMP, podem promover a Cultura Científica por mediar as reflexões sobre a importância dos Fármacos e Medicamentos Sintéticos, assim como as novas formas de sínteses, entre elas a Modelagem Molecular advinda da integração das novas tecnologias com a Química. A abordagem do acervo do Museu com o objetivo de enriquecer as discussões sobre essa temática dentro das aulas de Química do Ensino Médio (segundo quadrante), também pode contribuir com o ensino não-formal do Museu, atividade caracterizada como parte do terceiro quadrante da espiral científica de Vogt (2003).

Sendo assim, classificamos o ácido salicílico e o ácido acetilsalicílico na primeira categoria de análise pela sua importância para o campo de produção e difusão científica por serem um exemplo clássico de protótipo natural (ácido salicílico) para desenvolvimento do primeiro medicamento sintético (ácido

²⁶<https://saude.rs.gov.br/upload/arquivos/carga20190154/17115411-e-book-plantas-medicinais.pdf>

²⁷<https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/346/2019/12/Cartilha-Plantas-Medicinais.pdf>

acetilsalicílico). Por sua importância histórica, estão intrinsecamente ligados à História da Química Medicinal, e fazem parte da segunda categoria de análise, Ensino de Ciências e formação de cientistas, inclusive sendo assunto recorrente em livros de Química dos diferentes níveis de estudo.

No que tange a terceira categoria de análise, do ensino não formal (museus, feiras de ciências e jardins botânicos), estão inclusos nos diferentes materiais de farmacologia de Jardins Botânicos destinados ao público visitante, mas também para a sociedade e por este motivo colocamos estes itens também na quarta categoria de análise. Outro fármaco com potencialidade para fomentar a Cultura Científica em aulas de Química é o éter, pelos seus aspectos históricos, conforme apresentaremos no subitem seguinte.

5. 6. 3 Éter

Os éteres são a função orgânica que “podem ser imaginados como derivados da água, na qual ambos os átomos de hidrogênio foram substituídos por grupos alquila” (SOLOMONS, 2018, p. 65). A substância química chamada comercialmente de éter, éter comum, éter etílico, éter dietílico ou etoxietano (nome oficial pela *International Union of Pure and Applied Chemistry - IUPAC*), é encontrada no acervo do Museu de História da Medicina do Paraná, pois era utilizado como anestésico, conforme é possível observar no rótulo da embalagem mostrado na Figura 68. A sua primeira utilização para anestesia profunda foi em 1842, e trata-se de um composto inflamável, e por isso era vendido em latas metálicas (SOLOMONS, 2018).

FIGURA 68 - ÉTER ANESTESIA



FONTE: A autora (2022).

As questões sobre o primeiro uso anestésico do Éter fornecem uma rica discussão sobre a Divulgação Científica. No que tange ao reconhecimento do primeiro uso de anestesia cirúrgica, embora Solomons (2018) tenha indicado a data como 1842 (p. 69), o primeiro uso oficial frequentemente, é divulgado como 1846, pois foi neste ano que houve uma demonstração pública bem sucedida do uso dessa substância para anestesia, a uma plateia de médicos, dentistas, estudantes de medicina e um repórter, e foi em 11 de novembro de 1846 que o “primeiro emprego dos vapores do éter” foi comunicado para a Revista de Medicina e Cirurgia de Boston (MAIA; FERNANDES, 2002).

Outro fato ligado à Divulgação Científica envolvendo anestésicos e cirurgias, é que em 1931 o clorofórmio já havia sido utilizado como anestésico em partos (AGUILAR, 1995), sendo que em 1800 já havia sido feita uma publicação afirmando que o óxido nitroso poderia ser utilizado em cirurgias, pois tratou com sucesso dor de dente (MAIA; FERNANDES, 2002).

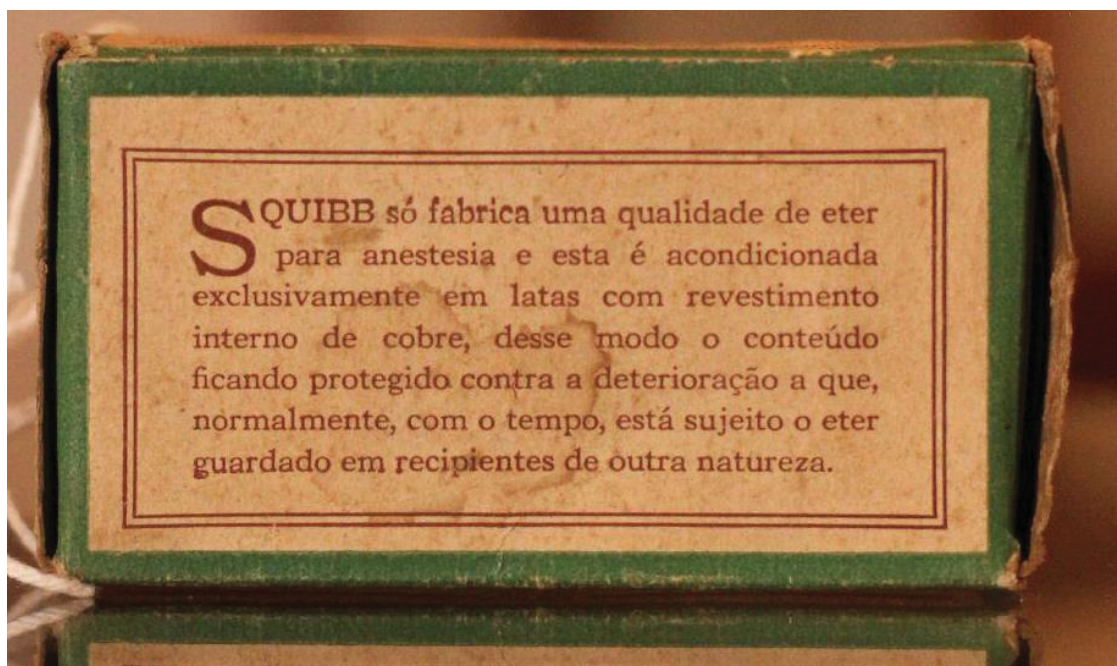
Essas questões evidenciam os efeitos da prática de Divulgação Científica da época e seu efeito na Cultura Científica dos profissionais de saúde, que tinham mais dificuldade de se comunicar dentro do que hoje Vogt (2003) chama de primeiro

quadrante da espiral da Cultura Científica, onde encontramos os eventos voltados para discussão e Divulgação Científica e os periódicos de Revistas Científicas, como anteriormente citada, Revista de Medicina e Cirurgia de Boston.

Segundo Maia e Fernandes (2002), a presença de um jornalista na plateia de demonstração do efeito da anestesia, assim como a cooperação de todos os outros que ajudaram a fomentar a discussão sobre seu sucesso, certamente contribuíram para a aceitação do éter pela comunidade médica e sociedade. Segundo Maia e Fernandes (2002, p 777), “Após a descrença inicial, as notícias da bem-sucedida demonstração difundiram-se rapidamente pelo mundo.” Esse movimento entre o conhecimento produzido até ser difundido, perpassa pelo movimento completo da Espiral da Cultura Científica de Vogt (2003), a cada momento em um quadrante.

O éter utilizado como anestésico no Hospital de Medicina do Paraná, vinha em latas com revestimento interno de cobre, conforme é possível observar na explicação presente no rótulo do Éter Squibb, pertencente ao acervo da Exposição Pharmacia, apresentado na Figura 69. Esse fármaco era acondicionado em latas para evitar quebras acidentais, visto que o etoxietano é inflamável e por isso na medicina, o dietil éter vem sendo substituído por éteres halogenados, que não são inflamáveis (SOLOMONS, 2018).

FIGURA 69 - ÉTER DESCRIÇÃO DA EMBALAGEM



FONTE: A autora (2022).

Para entender a característica físico-química do éter que viabilizou seu uso como anestésico inalatório, é necessário compreender que as forças intermoleculares existentes entre as moléculas desse fármaco, são do tipo dipolo-dipolo, uma força fraca comparada às moléculas de água e forte comparada às moléculas de hidrocarbonetos (e moléculas apolares em geral), que apresentam interações do tipo dipolo induzido. No éter a força intermolecular dipolo permanente e sua baixa massa molecular, resultam em um baixo ponto de ebulição e conseqüente fácil volatilização (SOLOMONS, 2018).

As informações sobre o éter anestésico, também estão na primeira *Pharmacopeia* Brasileira, que fornecia orientações quanto à caracterização e conservação do éter, conforme é possível observar na Figura 70. Este documento fazia referência ao uso anestésico, além de trazer recomendações para evitar problemas de contaminação e orientações quanto aos cuidados de conservação, instruindo os profissionais da Saúde e da Farmácia, para realizarem o descarte do fármaco quando este estivesse aberto a mais de 24 horas.

FIGURA 70 - ORIENTAÇÕES QUANTO A CARACTERIZAÇÃO DO ÉTER NA PHARMACOPEIA

ETHER ANESTHESICO

Ether ethylico purissimo. Ether para a narcose.

Æther pro narcosi.

Caracterização.—O ether anesthesico deve satisfazer a todos os caracteres de identidade e de pureza indicados para o ETHER e mais aos do seguinte

Ensaio.—Agite 20 cm.³ de ether anesthesico, em um frasco incolôr de rolha esmerilhada, com 20 cm.³ de soluto de sulfato acido de mercurio: o liquido aquoso não deve tornar-se opalescente dentro de 1 hora (*alcool vinylico*).

Agite 10 cm.³ de ether anesthesico com 1 cm.³ de reagente de Nessler: este póde apresentar leve opalescencia, mas não deve colorir-se ou precipitar (*aldehydo, alcool vinylico*).

10 cm.³ de ether anesthesico, sendo agitados com 2 cm.³ de soluto de acido sulfo-vanadico, não devem coloril-os nem de vermelho-roseo, nem de vermelho sanguineo (*peroxydo de hydrogenio, peroxydo de ethylio*).

Uma mistura de 10 cm.³ de ether anesthesico com 1 cm.³ de um soluto de iodêto de potassio a 1:10, recentemente preparado com agua fervida, sendo frequentemente agitada em um frasco completamente cheio, bem fechado e exposto á luz diffusa, não deve colorir-se de amarello no espaço de 3 horas (*ozono, peroxydo de hydrogenio, peroxydo de ethylio*).

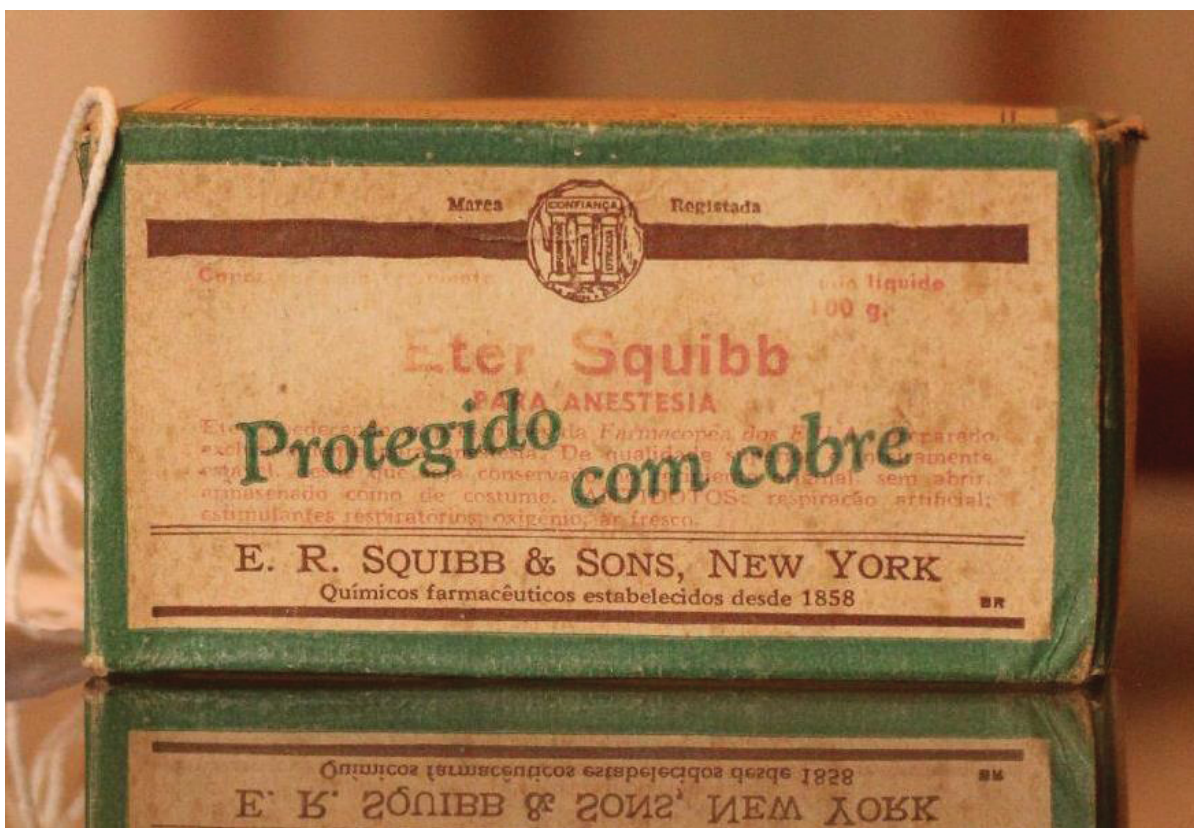
Agite fortemente 20 cm.³ de ether anesthesico com 5 cm.³ de agua; após separação do ether misture a parte aquosa com 3 cm.³ de soluto de hydroxydo de sodio e 5 gotas de soluto de nitroprussiato de sodio e acidule immediatamente por 0.5 cm.³ de acido acetico glacial: o liquido não deve apresentar côr avermelhada ou roxa (*acetona*).

Conservação.—O ether anesthesico deve ser conservado em frascos escuros de 100 a 150 cm.³, hermeticamente fechados a rolha esmerilhada ou de cortiça; estas ultimas devem ser guarnecidas de uma folha de estanho préviamente lavada com alcool absoluto. Não deve ser empregado quando o frasco tiver sido aberto ha mais de 24 horas.

FONTE: A autora (2022).

A preocupação com a volatilidade e inflamabilidade desse composto, pode ser observada nas instruções de cuidados encontrados na embalagem existente no acervo da Exposição Pharmacia, mostrada na Figura 71, que traz um carimbo extra com a informação de "protegido por cobre". Também é possível observar no rótulo o nome do laboratório "E. R. Squibb & Sons, New York", e a afirmação Químicos Farmacêuticos estabelecidos desde 1858.

FIGURA 71 - ÉTER PROTEGIDO POR COBRE



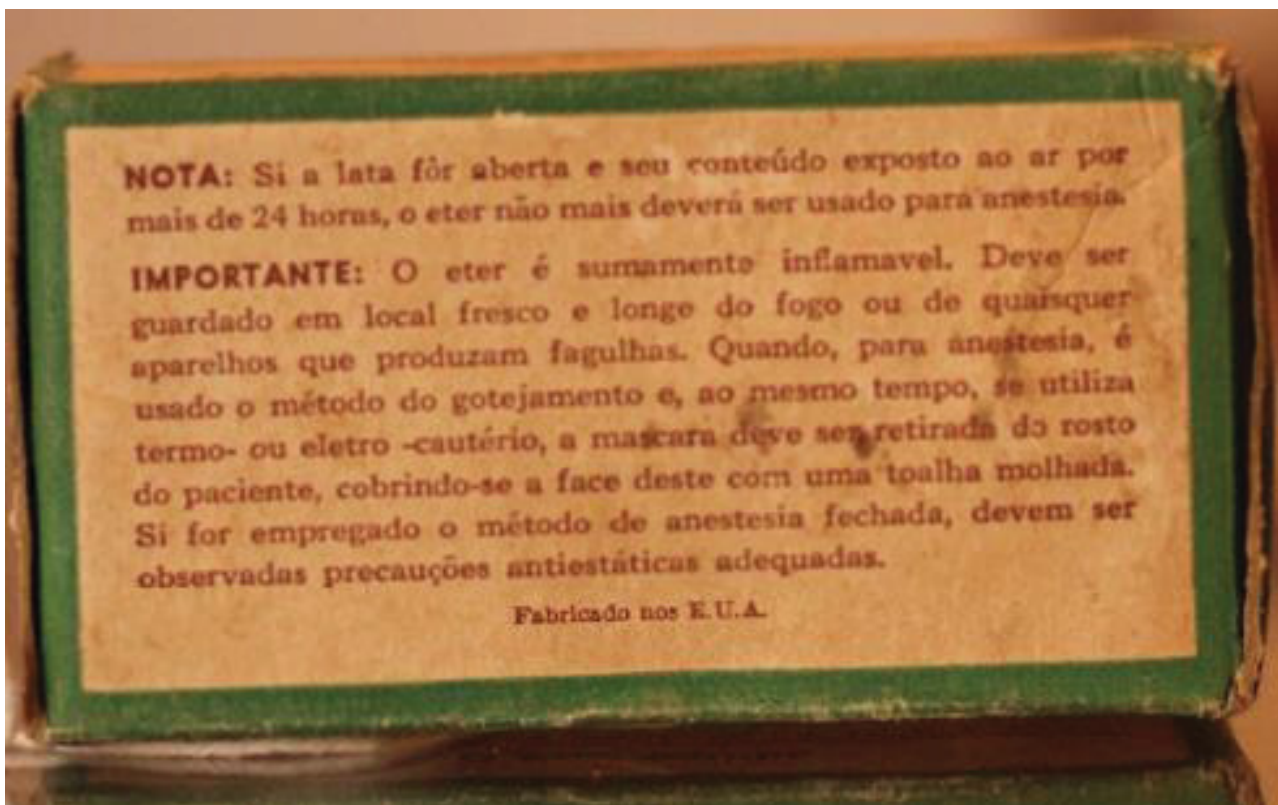
FONTE: A autora (2022).

Outro aspecto encontrado na embalagem é a informação sobre a durabilidade do produto que é apenas 24 horas, conforme é possível observar na Figura 72, depois deste período não deverá mais ser utilizado para anestesia. Fornecendo a mesma orientação da Farmacopeia, a embalagem também coloca como “IMPORTANTE”, a informação que o éter é inflamável e posteriormente acrescenta que este fármaco “Deve ser guardado em local fresco e longe do fogo ou de quaisquer aparelhos que produzam faúlhas”.

Tais orientações podem ser interpretadas como destinadas ao público geral, pois os profissionais de saúde que utilizam já conhecem essas propriedades deste fármaco, caracterizando como parte do quarto quadrante da Espiral de Vogt (2003), já que a continuação desta informação traz instruções quanto ao método que deve ser utilizado e precauções referentes a cada um dos métodos citados, considerando que a mesma veio dos fabricantes deste produto, que pertencem a um laboratório farmacêutico especializado para profissionais de saúde, também academicamente formados, compreendemos ele como um objeto do acervo que é parte do primeiro

quadrante da Espiral da Cultura Científica (VOGT, 2003). Com nossa pesquisa, o conhecimento científico sobre éter anestésico pode entrar no movimento da Espiral, pois buscamos tornar a linguagem acessível, relacionar com o cotidiano e popularizar informações conceituais de importância social sobre esse composto.

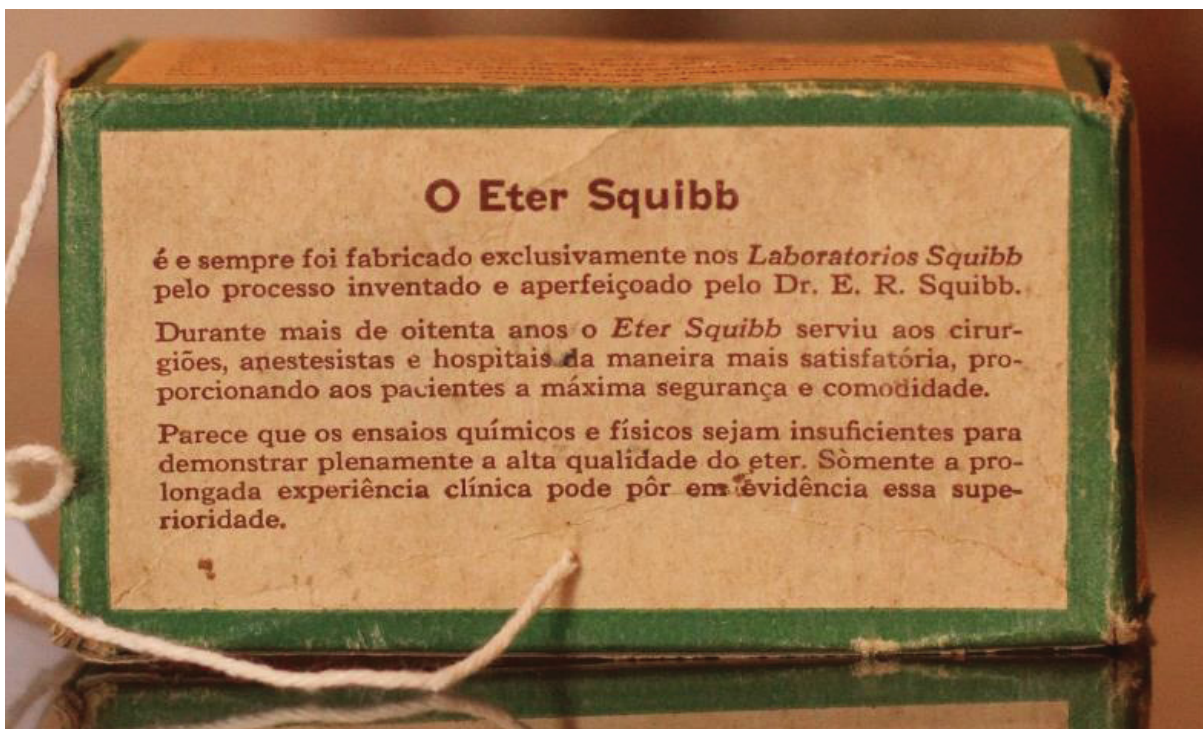
FIGURA 72 - ORIENTAÇÕES DA EMBALAGEM DO ÉTER



FONTE: A autora (2022).

A *Pharmacopeia* (2019) brasileira atual e oficial, caracteriza o éter como classe três (3) quanto à quantidade residual segura permitida em fármacos, o que significa menos tóxicos que os das classes anteriores, ou seja, é um reagente que em baixa concentração possui uma toxicidade moderada. Sua substituição como anestésico ocorreu devido a sua inflamabilidade e não pela toxicidade, embora em altas concentrações possam ser prejudicial ao organismo humano (SOLOMONS, 2018). É possível observar na embalagem do Éter, apresentada na Figura 73, que a qualidade do produto era garantida principalmente pela experiência do laboratório na fabricação e não baseado em análises clínicas de qualidade padronizadas.

FIGURA 73 - DESCRIÇÃO DO ÉTER



FONTE: A autora (2022).

Os aspectos históricos do fármaco éter, que estão intrinsecamente ligados à história da anestesia, ressaltam a importância da prática de Divulgação Científica, porque a aceitação social das novas tecnologias é oriunda da compreensão científica entre os não cientistas (GERMANO, 2011). Nessa perspectiva, o acervo da Exposição Pharmacia do Museu pode mostrar as conexões das questões relacionadas à Ciência e Tecnologia, com a vida dos cidadãos não cientistas. Para Vogt (2010), os museus e centros de ciências devem aproximar os avanços científicos e tecnológicos dos visitantes e despertar o interesse por aprender e aprofundar seus conhecimentos, auxiliando assim na formação de um espírito crítico.

A história do éter remonta à importância de decisões eficazes e que beneficiam a maioria, essa ação são aspectos do desenvolvimento da Cultura Científica descrita por Vogt (2003). Sendo assim, inserimos o Éter na primeira categoria de análise, pois foram as produções científicas (oriundas do primeiro quadrante) que fizeram este fármaco ser utilizado e posteriormente cair em desuso como anestésico, evidenciando as mudanças na anestesia devido às novas pesquisas e difusão das mesmas. Por seu uso como anestésico ter sido divulgado

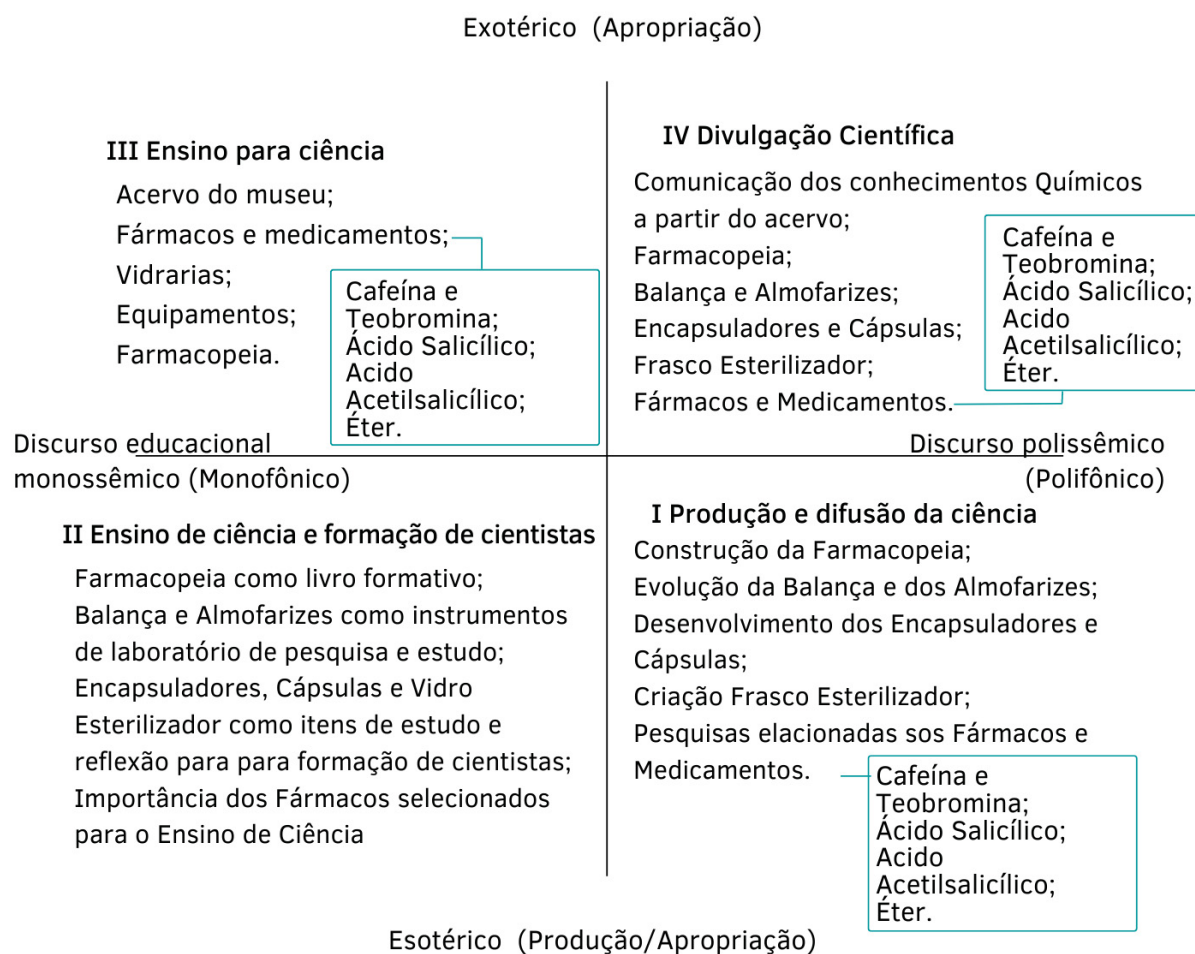
inicialmente por um jornalista, e por observarmos que as informações da embalagem estão colocadas em uma linguagem usual, possivelmente destinadas ao público em geral, incluímos o Éter na quarta categoria de análise, da Divulgação Científica para a sociedade.

Entendemos ainda que o Fármaco Éter, é um marco na história da anestesia, sendo um dos compostos essenciais nas discussões que fomentam a formação de cientistas e o Ensino de Ciências principalmente da Química Medicinal, e por isso parte da segunda categoria de análise.

5.7 Sínteses das análises

A observação e o estudo dos aspectos históricos e contemporâneos dos Fármacos e Medicamentos a partir do acervo da Exposição Farmácia do MHMP movimenta os quatro quadrantes da espiral da cultura científica de Vogt (2003), como demonstrado na Figura 74.

FIGURA 74 - POTENCIALIDADES DO ACERVO DO MHMP PARA A PROMOÇÃO DA CULTURA CIENTÍFICA



FONTE: A autora (2022).

Em relação ao primeiro quadrante da Espiral da Cultura Científica, identificamos todo o conhecimento produzido primariamente de cientistas para cientistas no acervo do museu. Entre eles, encontramos a produção das farmacopeias, as balanças que foram desenvolvidas e melhoradas conforme a necessidade dos cientistas, o desenvolvimento e evolução dos encapsuladores e cápsulas, a construção dos almofarizes e suas modificações, conforme novas descobertas no campo da Química, a criação do vidro esterilizador e a difusão de sua utilização e os fármacos e medicamentos extraídos e armazenados, a Cafeína e a Teobromina pelas crescentes produções científicas envolvendo esses fármacos, o Ácido Salicílico e as pesquisas que permearam o alvorecer do uso de protótipos oriundos de moléculas naturais para a síntese dos primeiros fármacos e

medicamentos, o Ácido Acetilsalicílico pelo pioneirismo que fez surgir todo um campo de pesquisa, produção e difusão de conhecimento ligados a síntese de fármacos sintéticos e o Éter pelo seu uso e desuso impulsionados pela produção e difusão do conhecimento científico sobre seus riscos e benefícios como anestésico.

O segundo quadrante da espiral de Vogt (2003), quando analisamos os itens e os relacionamos com a base teórica, identificamos os professores e iniciativas ligadas à educação formal como escolas e universidades que utilizam os itens do acervo. As balanças, ainda que não seja um instrumento apresentado aos estudantes como intrinsecamente ligado à história da Química, esse equipamento se faz fundamental para o Ensino de Ciências e formação de cientistas. Os almofarizes, vidraria usual em laboratórios de instituições de ensino de diferentes níveis, o vidro esterilizador, substituído atualmente pela autoclave, assim como os diferentes processos de esterilização, são itens primordiais em laboratórios e, portanto, importantes para o Ensino de Ciências e formação de cientistas assim como os fármacos Teobromina, Cafeína pelas atividades diferenciadas encontradas utilizando esses fármacos. O Ácido Salicílico e o Ácido Acetilsalicílico que remontam a um capítulo importante do Ensino de Ciências e da formação dos cientistas, principalmente no que tange a Química Medicinal assim como o Éter, no que permeia as anestésias. O estudo do desenvolvimento e aprimoramento das cápsulas e encapsuladores, assim como a farmacopeia são parte da formação de cientistas das áreas ligadas aos Fármacos e Medicamentos.

No terceiro quadrante, destinado à Divulgação Científica realizada pelos espaços não formais de educação, está a Exposição *Pharmacia* do Museu de História da Medicina, que por meio de seu acervo, promove a Cultura Científica estabelecendo uma ponte entre a ciência, sociedade e cultura. Os itens selecionados ainda dialogam com feiras de ciências e a DC realizada pelos Jardins Botânicos que destacam plantas medicinais como o Café, o Cacau e o salgueiro que deu origem à Salicina e posteriormente ao Ácido Salicílico e Ácido Acetilsalicílico, fomentando também a discussão sobre a importância da conservação ambiental.

No quarto quadrante, da divulgação realizada para a sociedade como um todo, contempla a Divulgação Científica sobre Fármacos e Medicamentos com a proposta de comunicar o conhecimento químico sobre fármacos e medicamentos a partir do acervo, orientando a visita no museu ao mesmo tempo que potencializa

uma reflexão sobre o que uma exposição sobre fármacos pode ensinar. Entendemos que a *Pharmacopeia* do acervo do MHMP, assim como as outras farmacopeias, são um livro que ensina sobre o preparo, manipulação e os requisitos mínimos de qualidade para fármacos e medicamentos, tendo por finalidade promover a saúde da população. A classificação dos encapsuladores e cápsulas no quarto quadrante ocorreu devido aos aspectos de DC identificados nas embalagens das cápsulas conservadas no MHMP. A Cafeína e a Teobromina pela DC que já ocorre nas diferentes mídias, o Éter pelos aspectos e linguagens trazidos na embalagem do acervo, que interpretamos estar voltada ao público em geral.

Nesse sentido, observamos que a partir da discussão sobre os primeiros medicamentos encontrados na *Pharmacopeia* (1929), é possível realizar um estudo sobre as plantas medicinais e alguns princípios ativos. A história da farmacopeia acompanha o desenvolvimento científico e cultural do Brasil, seja por meio dos aspectos históricos, possíveis de contemplar analisando a primeira *Pharmacopeia* brasileira, ou mediante os aspectos contemporâneos dos fármacos e medicamentos que se encontram na publicação da Farmacopeia atual, que é construída com base nas teses e dissertações que contemplam as novas pesquisas e tecnologias na área de Fármacos e Medicamentos.

Essa análise sobre a farmacopeia, que visa observar as mudanças das primeiras para a forma atual de se construir esse documento, utilizando pesquisas recentes, devem ser divulgadas, pois concordamos com Chagas e Massarani (2020, p. 21), quando afirmam que esse tipo de ação: “pode ajudar a própria ciência, sensibilizando a sociedade e os tomadores de decisão sobre a sua importância social e para o desenvolvimento do país”. Olhar para o desenvolvimento da farmacopeia e química dos fármacos, pode mediar esse processo descrito pelas autoras. As descrições dos ensaios na primeira *Pharmacopeia* apresentam precisão e um potencial para analisar aspectos físico-químicos dos fármacos, tais como: ponto de fusão, ebulição e solubilidade, seria possível ainda iniciar a discussão sobre síntese de fármacos a partir da perspectiva da *Pharmacopeia*.

A balança, que é um dos equipamentos disponíveis no acervo do museu, é o instrumento cerne da Lei e Conservação de Massas, e por isso essencial para a discussão da síntese de fármacos, que necessita de pesagens precisas, que são evidenciadas no museu pela exposição de variados modelos que fazem alusão à

evolução das balanças e dos seus kits de pesos. Outra discussão que pode ser realizada interligando as balanças e a farmacopeia tange às transformações de unidades de medidas na farmácia, ou a mudança na composição dos diferentes materiais. Esses temas contribuem para o debate sugerido por Jacobucci (2008, p. 64) ao indicar que:

Os novos museus e centros de ciências poderão se constituir como espaços não-formais de Educação, aproximando a sociedade do conhecimento científico e contribuindo para a promoção de debates sobre o que é Ciência, quem são os cientistas, como a pesquisa científica é realizada, o que é o método científico, como a Ciência é divulgada, quem financia a Ciência no país, quais os principais interesses político-econômicos na pesquisa científica, dentre tantos outros assuntos de relevância para a formação cultural e científica do cidadão. Esses espaços de Ciência e Cultura serão aliados das escolas e da mídia na formação da cultura científica brasileira.

Nessa perspectiva, compreendemos que o acervo da *Pharmacia* está repleto de instrumentos com potencial de fomentar a discussão sobre Ciência e auxiliar na promoção da Cultura Científica, por meio da Divulgação Científica.

No Ensino de Química, alguns trabalhos discutem sobre a balança, sua evolução e sua importância. Também realizam adaptações para pessoas com deficiências visuais, como demonstra o trabalho de Pires, Maciel e Prazeres (2018), que desenvolveram a montagem da balança com materiais alternativos, de forma a ser manuseada com estabilidade, possibilitando e proporcionando a inclusão do aluno com deficiência visual no estudo de temas como a Lei de Proust e conservação das massas de Lavoisier.

Os encapsuladores estão diretamente ligados à produção de fármacos, e permitem refletir sobre os aspectos históricos e contemporâneos da produção de fármacos. Em relação aos almofarizes, Nicolau *et al.* (2021) afirmam que as mudanças de materiais em sua constituição ocorreram devido ao risco das interações químicas que podiam acontecer entre os almofarizes oxidados, ou pelo próprio processo de esmerilhamento/pulverização. A contaminação dos fármacos, sendo um aspecto com grande potencial de discussão, pode servir como base para o ensino de oxidação e interações medicamentosas. Um trabalho de DC com a história dessa vidraria, considerando a alteração sofrida em sua composição, decorrente de avanços nos estudos da Química, pode remontar a aspectos da

Espiral da Cultura Científica descrita por Vogt (2003), pois evidencia a dinâmica que constitui as relações inerentes entre Cultura e Ciência.

Os fármacos e medicamentos presentes no acervo da Farmácia, como a cafeína e a teobromina, proporcionam uma discussão no contexto da química dos fármacos, e analisando os aspectos das embalagens, da farmacopeia e das moléculas da cafeína e teobromina, é possível discutir com os estudantes os grupos funcionais. Alguns trabalhos no Ensino de Química utilizam dessa temática para além de aprender o conteúdo químico, mas “para que o aluno desenvolva a habilidade de pensamento crítico enquanto aprende conceitos fundamentais” (SALDANHA; SILVA NETA; WEBER, 2012).

Saldanha, Silva Neta e Weber (2012) desenvolveram uma sequência didática sobre o conceito, origem, automedicação, ligação química, nomenclatura de compostos orgânicos, grupos funcionais e o princípio ativo dos medicamentos. O principal objetivo dos autores foi o de relacionar um tema que está diretamente ligado ao desconhecimento do conhecimento científico, automedicação com o ensino da Química. Esse tipo de trabalho viabiliza a inserção de temas do cotidiano dos estudantes, com a aprendizagem de conhecimentos químicos fundamentais e influência de uma forma positiva os alunos no que se refere a construção de respostas sobre conceitos científicos e na sua formação do pensamento crítico (SALDANHA; SILVA NETA; WEBER, 2012).

Seguindo a lógica de Saldanha, Silva Neta e Weber (2012), percebemos que por meio da abordagem sobre o ácido salicílico e o ácido acetilsalicílico, por exemplo, é possível abordar os conteúdos de Química ligados à Síntese de Fármacos e Modelagem Molecular. Esses aspectos químicos exemplificam o que Vogt (2010, p. 3) chamou de bem-estar social:

Buscar a qualidade de vida com auxílio da ciência e de suas aplicações é, nesse sentido, orientá-las para o compromisso com o bem-estar social e com o bem-estar cultural das populações dos diferentes países que se desenham nas redondezas do planeta. O bem-estar cultural é, assim, um conceito e um estado de espírito que se caracteriza pelo conforto crítico da inquietude gerada pela provocação sistemática do conhecimento.

A discussão sobre éter favorece aspectos da Cultura Científica ligados à Química dos Fármacos, Grupo Funcional e Forças Intermoleculares. A história da

anestesia evidencia as relações da Ciência com os fatos do cotidiano e ressalta a necessidade de incluir o processo histórico na Divulgação da Ciência para compreender questões sobre a evolução do conhecimento científico e a sua relação com as crenças, costumes e políticas vigentes em cada época na sociedade. As necessidades da população afetam diretamente o desenvolvimento da Ciências, pois sempre há uma busca para cumprir as demandas sociais visando o bem-estar social.

A história de cada item escolhido do acervo é de grande potencial para a DC, pois para Chagas e Massarani (2020, p. 85), “contar histórias é parte das tradições humanas há muitas gerações. É uma forma de preservar a memória das sociedades, mas também uma forma de divertir e entreter” e o Museu da História da Medicina do Paraná proporciona a possibilidade de contar histórias sobre o desenvolvimento de conceitos químicos de modo contextualizado.

Dentro da perspectiva da Espiral da Cultura Científica de Vogt (2003) caracterizamos o MHMP como um espaço educativo não formal, por ser um espaço amplo de socialização do conhecimento. As potencialidades para a promoção da Cultura Científica a partir do acervo da Exposição *Pharmacia* para comunicar conteúdos de Química do Ensino Médio traz possibilidades de interação deste museu com as escolas, atingindo um público bastante característico deste tipo de instituição, que é o escolar, segundo Chagas e Massarani (2020).

Analisando o segundo e terceiro quadrantes da Espiral da Cultura Científica de Vogt (2003), identificamos que a relação museu-escola se localiza em sua intersecção, como apresentado na Figura 74. No segundo quadrante, de acordo com Vogt (2003) têm-se os cientistas e professores que se dirigem aos estudantes, e aqui consideramos como parte do campo museu/escola, os comunicadores desse quadrante, que são os professores. No terceiro quadrante, a configuração dos divulgadores da ciência é ampliada, estão incluídos os museus e espaços de educação não formal, e como destinatário não somente os estudantes, mas também o público jovem em geral, e aqui também se insere parte da relação museu-escola. Segundo Marandino (2001),

O interesse das escolas em visitar o museu tem uma relação direta com o programa de ciências que elas desenvolvem. Geralmente o professor do ensino fundamental e médio que procura o museu está

interessado em conteúdos diretamente relacionados com a matéria que ele está dando em aula. Este tipo de anseio se justifica, pois, uma visita extraescolar deve apresentar algum vínculo com o que é desenvolvido em aula (MARANDINO, 2001, p. 90).

O acervo da *Pharmacia*, abordado em uma perspectiva de DC, pode proporcionar ao indivíduo uma maior compreensão sobre a complexidade da realidade em que vive, por provocar reflexões sobre o ambiente e o contexto atual e histórico desses objetos museais, sendo assim a *Pharmacopeia*, as Balanças e Encapsuladores, o Almofariz e o Vidro Esterilizador e os Fármacos Teobromina, Cafeína, Ácido Salicílico, Ácido Acetilsalicílico e Éter possuem um grande potencial para a promoção da Cultura Científica.

6 CONCLUSÃO

Ao analisar as potencialidades do acervo da *Pharmacia* do Museu da História da Medicina do Paraná para a promoção da Cultura Científica evidenciamos os aspectos estruturantes desta, segundo o referencial teórico, que são: a difusão, o ensino, a educação e a divulgação científica.

Os objetos selecionados do acervo expositivo possibilitaram o estabelecimento de relações com os conteúdos curriculares de Química e embasaram uma estratégia de comunicação sobre: Química dos Fármacos e Medicamentos, Síntese e Produção de Fármacos, Funções Orgânicas, Interações Intermoleculares, Modelagem Molecular e Aspectos Históricos e Contemporâneos dos Fármacos.

A compreensão sobre o valor científico dos instrumentos (balança e encapsuladores), vidrarias (almofariz e vidro esterilizador) e da *Pharmacopeia* do acervo exposto no MHMP, classificados na primeira categoria de análise, podem contribuir com o ensino da Química, fornecendo um olhar sobre a história e evolução desses itens, a partir da produção do conhecimento científico e do papel das pesquisas. Perceber a importância do primeiro quadrante e se preparar para o desenvolvimento de ações, para fomentar a ciência e levar o conhecimento científico para toda faixa etária, categoria de análise quatro, inclusive para dentro da sala de aula, segunda categoria de análise. Esse movimento de convite para olhar de forma crítica para a história e evolução dos objetos museológicos selecionados para essa pesquisa estimula a abordagem sobre as produções científicas ligadas a cada um movimentando o primeiro quadrante, que por sua vez reflete na formação dos cientistas e no Ensino de Ciências que se atualiza com os novos conhecimentos (vindos do primeiro quadrante). Ainda, o MHMP ao receber estudantes de diferentes níveis de ensino e a sociedade em geral, fomentam a Cultura Científica que reflete na DC e movimenta o quarto quadrante que novamente impulsiona o primeiro e assim sistematicamente, sendo assim descrito o dinamismo que a espiral descrita por Vogt (2003) representa.

Os fármacos Cafeína e Teobromina apresentaram potencialidades para a problematização da nomenclatura de compostos orgânicos e funções orgânicas do conteúdo curricular de Química do Ensino Médio, mas para além disso, dialogam

diretamente com a farmacopeia atual, pois estão inseridas nas pesquisas que são a base para a elaboração deste documento e compõe a primeira categoria de análise. Ainda, se conecta também com a *Pharmacopeia* museal que apresenta o padrão de qualidade mínimo para ambos os fármacos, a Teobromina se destaca ainda mais pela potencialidade para conexão com a Primeira *Pharmacopeia* Brasileira por meio da discussão sobre a forma farmacêutica “chocolates medicinaes” aspectos ligados a busca pelo Bem-Estar Social descrito por Vogt (2003), e ainda pela indicação USP (sigla para a farmacopeia norte americana), encontrada na embalagem, o que permite conectar o momento histórico brasileiro na busca pela escolha de utilizar esse padrão de qualidade.

As pesquisas crescentes sobre o chocolate, a Teobromina e a Cafeína, e os resultados encontrados e difundidos, têm refletido em ações no campo do Ensino de Ciências e formação de cientistas, segunda categoria de análise, com atividades de popularização da Química dentro e fora das salas de aula dos diferentes níveis de ensino. Essas ações estão ocorrendo também em espaços de educação não formal, por isso inserimos esses fármacos na terceira categoria de análise, destacamos que no que tange o Café há, inclusive, um Museu do Café e feiras e eventos voltados à população em geral. Encontramos ainda atividades de DC como a “Química do Chocolate” que falam da Teobromina e a “Química do Café” de maneira a levar o conhecimento científico à sociedade como um todo, sendo assim, contempla também a quarta categoria de análise, da Divulgação Científica. Ambos os fármacos apresentaram potencialidades para a promoção da Cultura Científica por movimentarem os quatro quadrantes da Espiral da Cultura Científica e permitindo um olhar crítico, pois mesmo com benefícios comprovados para a saúde humana, esses dois fármacos possuem uma dose máxima e são estimulantes do Sistema Nervoso Central.

O Ácido Salicílico possui um valor consagrado na História da Química dos Fármacos e Medicamentos pelo seu uso como protótipo natural para o desenvolvimento do primeiro fármaco sintético o Ácido Acetilsalicílico, vendido comercialmente como Aspirina®, um medicamento criado com o objetivo de diminuir os efeitos colaterais do seu precursor, caracterizando a busca pelo Bem - Estar descrito por Vogt (2003). O olhar crítico sobre a história desses dois fármacos exemplifica a dinâmica da Espiral da Cultura Científica, e integra seus quadrantes.

Foi a busca por diminuir o mal-estar estomacal causado pelo efeito colateral do Ácido Salicílico que oportunizou o desenvolvimento do Ácido Salicílico, refletindo a importância das pesquisas científicas, nossa primeira categoria de análise. O nascimento de uma nova área de estudo referente ao desenvolvimento dos Fármacos Sintéticos, impacta na nossa segunda categoria de análise: do Ensino de Ciência e formação de cientistas. A ponderação de que o Ácido Salicílico era extraído da Salicina, que por sua vez era extraída do Salgueiro *alba*, é reconhecida em matérias de Divulgação Científica de instituições não formais de ensino, como os jardins botânicos, incluídos na nossa terceira categoria de análise, pois estimulam a sociedade a pensar na conservação da natureza e nas possibilidades que as plantas medicinais conhecidas podem ter para a farmacologia. Encontramos ainda, em materiais voltados à sociedade como um todo, que discutem aspectos desses ácidos na prevenção de infartos, caracterizando a quarta categoria de análise. Sendo assim as potencialidades do Ácido Salicílico e do Ácido Acetilsalicílico estão ligadas à síntese de fármacos (naturais e sintéticos), à interação das novas tecnologias com a Química que fez nascer e ascender a Modelagem Molecular, suscitando discussões em todas as categorias de análise, que interagem se impulsionando e favorecendo a Cultura Científica sobre fármacos e medicamentos.

A embalagem do Éter, item do acervo do MHMP, fornece a informação de que é “para anestesia”, que suscita a discussão da nossa primeira categoria de análise, de produção e difusão do conhecimento, pela divergência de datas do seu primeiro uso como anestésico. O retrato do evento foi realizado na Revista de Medicina e Cirurgia de Boston, caracterizando a comunicação entre pares inserida no primeiro quadrante, mas tornou-se popular pela ação de um jornalista que estava na plateia (assim como e todos os outros médicos, cientistas e estudantes que lá estavam) caracterizando a importância e a repercussão que o quarto quadrante da Espiral de Vogt (92003) tem na promoção da Cultura Científica. A quarta categoria de análise também fica evidente na embalagem do Éter Squibb® (item do acervo do MHMP), na escolha das palavras de forma simples, que traz informações e orientações para um público não especialista. A história da anestesia e a história do éter como anestésico refletem a influência e importância da produção científica, criada no primeiro quadrante da Espiral (VOGT, 2003) e como essas produções interferem na vida do cidadão comum, sendo necessário também considerar que a história do éter

e da anestesia, necessariamente perpassam à formação de cientistas e o Ensino de Ciências sobre fármacos e medicamentos, nossa segunda categoria de análise. Refletindo que o desuso do éter como anestésico se deve principalmente à sua inflamabilidade, vimos o potencial de utilizar esse objeto e a discussão sobre a história da anestesia no conteúdo curricular de forças intermoleculares para promover a Cultura Científica.

Ressaltamos que as concepções interligadas da História da Medicina com a História da Química foram identificadas em cada um dos objetos corroborando o que afirma Marandino (2008) ao reconhecer que museus podem contribuir para a formação de cidadãos críticos, que tomam decisões pautadas no bem-estar social e coerentes com os conhecimentos advindos das ciências e das tecnologias.

Sinalizamos que a importância das constatações e reflexões desta pesquisa, dão-se na medida que relaciona o acervo com os conteúdos de Química e com os aspectos históricos envolvendo esses objetos, que podem se conectar com elementos conhecidos da vida dos estudantes, visto que algumas das temáticas são de fácil envolvimento social, como as questões envolvendo efeitos colaterais de medicamentos, o uso de plantas medicinais e o próprio uso do ácido acetilsalicílico para dores reumáticas, integrando assim conhecimentos especializados e não especializados.

Apontamos ainda, as contribuições do Produto Educacional, resultante dessa pesquisa, que fornece um material didático diferenciado para o aprimoramento de aulas de Química do Ensino Médio, contemplando uma prática profissional inovadora, que pode subsidiar a discussão em sala de aula e na sociedade sobre Fármacos e Medicamentos, ao mesmo tempo que contempla conteúdos curriculares da Disciplina de Química. O Guia apresenta questões problematizadoras e comentários que estimulam uma reflexão crítica pautada no conhecimento científico. A utilização da linguagem imagética estimula a atenção e observação dos leitores (estudantes e o público em geral) podendo fomentar a curiosidade sobre o MHMP, contribuindo para que leitor do Guia sinta-se pertencente a esse e outros espaços de Divulgação Científica. Trata-se de um material que fomenta a Cultura Científica por meio da relação entre o museu e a escola. O Roteiro de Visitação à Exposição *Pharmacia* do Museu de História da Medicina do Paraná, constante no Guia, poderá

orientar visitas de estudantes e dos mais diversos públicos à instituição e subsidiar práticas educativas de docentes e de educadores de museus.

Concluimos que no tema Fármacos e Medicamentos estão promissoras possibilidades para divulgação do conhecimento químico presentes no acervo da *Pharmacia*. Refletir sobre os aspectos históricos, as sínteses, as estruturas moleculares e utilizações atuais de cada um deles, comunicar os erros e acertos da História da Química, exemplificar aspectos ligados à produção científica e influência no bem-estar social devido à evolução tecnológica.

A partir da análise dos dados, reconhecemos o grande potencial de Divulgação Científica presente no acervo da *Pharmacia* do MHMP para a promoção da Cultura Científica que se dá pela reflexão da própria Ciência, ao valorizar o conhecimento químico que dialoga com o acervo do museu e com a realidade dos estudantes, com o objetivo de fomentar e promover a Cultura Científica sobre Fármacos e Medicamentos.

REFERÊNCIAS

- AFONSO, J. C.; SILVA, R. M. da. A evolução da balança analítica. **Química Nova**, v. 27, n. 6, p. 1021-1027, 2004.
- AGUILAR, M. E. R. Historia y evolución de la anestesia. **Cirugía y Cirujanos**, v. 63, n. 5, p. 195-198, 1995.
- ALMEIDA, J. de C. **Consumo de álcool entre estudantes do ensino médio do município de Passos-MG**. 75 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Alimentos e Nutrição) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho - Faculdade de Ciências Farmacêuticas de Araraquara. Araraquara, 2009.
- ALMERINDO, G. I.; EHRHARDT, A., COSTODIO, P. F. S., DE BONA, T. F., NALEPA, K. T. O Despertar do Interesse Científico com a Química do Chocolate. **CATAVENTOS-Revista de Extensão da Universidade de Cruz Alta**, v. 10, n. 2, p. 94 -101, 2018.
- ALVES, H. de M. A diversidade química das plantas como fonte de fitofármacos. **Cadernos temáticos de química nova na escola**, v. 3, p. 10, 2001.
- ALTABA, R. R.; CARRILLO, A. R. Museo de Historia de la Farmacia de Sevilla. Una colección universitaria docente y de divulgación científica. **Cabás**, n. 17, p. 50-67, 2017.
- ANDRÉS, J. P. Qual deve ser o papel da escola na formação de uma cultura científica? **Revista ComCiência**, n. 124, p. 0-0, 2010.
- ARCHANJO, A. B., TONETO, D. S., SANTILIANO, F. C; JÚNIOR, O. D. S. P., & DE ALMEIDA, B. R. Métodos de esterilização utilizados na indústria farmacêutica, farmácias, laboratórios e clínicas veterinárias. **PUBVET**, v. 6, p. Art. 1478-1483, 2012.
- BARREIRO, E. J. A química medicinal e o paradigma do composto-protótipo. **Revista Virtual de Química**, v. 1, n. 1, p. 26-34, 2009.
- BARREIRO, E. J. Sobre a Química dos Remédios, dos Fármacos e dos Medicamentos. **Cadernos temáticos de química nova na escola**, v. 3, p. 4, 2001.
- BARREIRO, E. J.; FRAGA, C. A. M. **Química Medicinal: As bases moleculares da ação dos fármacos**. Artmed Editora, 2015.
- BATISTUZZO, J. A. **Formulário Médico-Farmacêutico** 4. ed. Pharmabooks, 2002.
- BELTRAN, N.O; CISCATO, C.A.M. **Química**. São Paulo: Cortez, p. 243, 1991.
- BEZERRA, B. H. S. **Abordagem de questões sociocientíficas: buscando relações entre diferentes modos de pensar e contextos em estudos sobre fármacos e automedicação no ensino de química**. 2018. 289 f. Tese de Doutorado Ensino e Ciências. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2018.
- BRASIL. **Documento Orientador APCN**. 2019. Disponível em: <<https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de-conteudo/ensino1.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**, Volume II – Monografias Insumos Farmacêuticos e Especialidades. Brasília: Anvisa, 2019.
- BRASIL. **Pharmacopeia dos Estados Unidos do Brasil**. 2. ed. São Paulo: Siqueira, 1959.
- BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**. 3. ed. São Paulo: Organização Andrei, 1977.

BRASIL. **Farmacopeia Brasileira**. 4. ed. São Paulo: Atheneu, 1988.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. **Departamento de Atenção Básica. Saúde na escola / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde**, Departamento de Atenção Básica. – Brasília: Ministério da Saúde, 2009.

BRASIL. **Política e Programa Nacional de Plantas Medicinais e Fitoterápicos**. 2016. Disponível em:
https://bvsmis.saude.gov.br/bvs/publicacoes/politica_programa_nacional_plantas_medicinais_fitoterapicos.pdf. Acesso em: 20 abr. 2022.

BRASIL. **BNCC- Base Nacional Comum Curricular**. 2017. Disponível em:
http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/BNCC_EI_EF_110518_versaofinal_site.pdf. Acesso em: 06 abr. 2022.

BUENO, W. C. **Jornalismo científico no Brasil: os desafios de uma trajetória**. In PORTO, CM., org. *Difusão e cultura científica: alguns recortes* [online]. Salvador: EDUFBA, 2009. p. 113-125. Disponível em: <https://books.scielo.org/id/68/pdf/porto-9788523209124-06.pdf>. Acesso em: 06 abr. 2022.

CABRAL, C.; PITA, J. R. Ciclo de Exposições: Temas de Saúde, Farmácia e Sociedade. Catálogo. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 63, n. 10, p. 1368-1371, 2015.

CAMARGO, A. S. de. **Um novo olhar sobre o tema medicação no ensino de química: uma proposta de educação para a saúde**. 2013. 247 f. Dissertação de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

CAMPOS, A. F.; FREITAS, A. P. A. de. Divulgação científica no ensino de Química. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**. v. 12, n. 1, p. 1-18, mar. 2021.

CARVALHO, V. B. de; MASSARANI, L. Adolescentes, televisão e ciência: um estudo exploratório a partir da publicidade brasileira. **Revista FAMECOS-Mídia, Cultura e Tecnologia**, v. 27, n. 1, 2020.

CASTELFRANCHI, Y.; VILELA, E. M.; LIMA, L. B. D.; MOREIRA, I. D. C.; MASSARANI, L. Brazilian opinions about science and technology: the 'paradox' of the relation between information and attitudes. **História, Ciências, Saúde- Manguinhos**, v. 20, p. 1163-1183, 2013.

CASTRO, H. C.; AGUIAR, M. L. P.; GERALDO, R. B; FREITAS, C. C.; ALCOFORADO, L. F.; SANTOS, D. O.; CABRAL, L. M. Automedicação: entendemos o risco. **Infarma**, v. 18, n. 9-10, p. 17-20, 2006.

CHAGAS, C.; MASSARANI, L. **Manual de Sobrevivência para Divulgar Ciência e Saúde**. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2020.

CNS: Conselho Nacional de Saúde. **Consumo de medicamentos: um autocuidado perigoso**. Disponível em: <http://www.conselho.saude.gov.br/ultimas_noticias/2005/medicamentos.htm> Acesso em: 10 out. 2021.

COELHO, F. A. S. Fármacos e Quiralidade. **Cadernos temáticos de química nova na escola**, v. 3, p. 23, 2001.

CORREIA, F. S. C.; OLIVEIRA, L. M. S.; DAMASCENO, L.; GRACIELE, M. J. CALIXTO, M. A. A.; MARTINS, M. F.; SCOLARI, P.; SANTOS, R. A.; SERRANO, R. H. M.; ANDRADE, S. M. S.; RODRIGUES, V. A. O Estudo da Química no Cotidiano: As dificuldades para os alunos no ensino de Química. **Ensino médio em diálogo, UFF, Niterói**, 2015.

COSTA, W. N.O.C. **Plantas medicinais como potencialidades pedagógicas no ensino de Ciências e na Educação Ambiental**. 93 f. Dissertação de Mestrado Profissional em Gestão

Ambiental - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Pernambuco - IFPE, Recife 2016.

DIAS, R. R.; FRANCISCO, W.; CHAIBEN, L. A.; TONDO, D. W.; CURSINO, A. C. T.; QNESC: um estudo do estado da arte sobre as possibilidades de abordagens em química orgânica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 10, p. 74152-74162, 2020.

EDMONSON, J. M. History of the instruments for gastrointestinal endoscopy. **Gastrointestinal endoscopy**, v. 37, p. S27-S56, 1991.

FERREIRA, A. O. **Desenvolvimento magistral de cápsulas gelatinosas duras de liberação entérica**. Dissertação de Mestrado em Ciências Farmacêuticas - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Faculdade de Farmácia, Rio de Janeiro, UFRJ, 2006.

FERRI, J. G. Cultura: seus significados e diferentes modelos de cultura científica e técnica. **Revista Ibero-Americana de Educação**, v. 58, p. 15-33, janeiro-abril, 2012.

FIGURELLI, G. R. Articulações entre educação e museologia e suas contribuições para o desenvolvimento do ser humano. **Revista Eletrônica** do Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio—PPG-PMUS Unirio, MAST, v. 4, p.111, 2011.

FINGER, I.; BEDIN, E. A contextualização e seus impactos nos processos de ensino e aprendizagem da ciência química. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 2, n. 1, p. 8-24, 2019.

FOUREZ, G. Crise no ensino de ciências? **Investigações em ensino de ciências**, v. 8, n. 2, p. 109-123, 2016.

FRAGA, C. A. M. Razões da Atividade Biológica: Interações Micro- e Biomacro-moléculas. **Cadernos temáticos de química nova na escola**, v. 3, p. 33, 2001.

FREITAS, R. PRODUTOS EDUCACIONAIS NA ÁREA DE ENSINO DA CAPES: O QUE HÁ ALÉM DA FORMA? **Educação Profissional e Tecnológica em Revista**, v. 5, n. 2, p. 5-20, 2021.

GARÓFALO, D. A.; CARVALHO, C. H. M. **Operações Básicas de Laboratório de Manipulação, Boas Práticas**. 1º Ed. São Paul: Érica, 2015.

GERMANO, M. G. **Uma nova ciência para um novo senso comum**. EDUEPB, 2011.

GIL, A. C. **Métodos e técnicas de pesquisa social**. 7ª ed. São Paulo. Editora Atlas, 2019.

GOUVÊA, G.; VALENTE, M.E. CAZELLI, S.; MARANDINO, M. Redes cotidianas de conhecimentos e os museus de ciência. **Parcerias estratégicas**, v. 6, n. 11, p. 169-174, 2010.

GUIMARÃES, J. A. C. Abordagens teóricas de tratamento temático da informação (TTI): catalogação de assunto, indexação e análise documental. **Ibersid: revista de sistemas de información y documentación**, v. 3, p.105-117, 2009.

HOMULOS, P. Museums to libraries: a family of collecting institutions. **Art Libraries Journal**, v. 15, n. 1, p. 11-13, 1990.

JACOBUCCI, D. F. C. Contribuições dos espaços não-formais de educação para a formação da cultura científica. **Revista em extensão**, v. 7, n. 1, 2008.

JÁCOME ROCA, A. **História de los medicamentos**. 2. ed. Academia Nacional de Medicina, Colombia, 2008. Disponível em: <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1329>. Acesso em: 06 abr. 2022.

KISHI, K. Entrevista: Carlos Vogt e a espiral da cultura científica. [200-]. **Galoá Journal**. Disponível

em < <https://galoa.com.br/>>. Acesso em: 10 mar. 2022.

KOSMINSKY, L; GIORDAN, M. Visões de ciências e sobre cientista entre estudantes do ensino médio. **Química nova na escola**, v. 15, n. 1, p. 11-18, 2002.

KUBICKI, J. Historia aseptyki i antyseptyki. **Puls Uczelni**, n. 4, p. 47-49, 2013.

LEWENSTEIN, B. V.; BROSSARD, D. **Assessing models of public understanding in ELSI outreach materials**. Cornell Univ., Ithaca, NY (United States), 2006.

LIMA, D. F. C. Museologia-Museu e Patrimônio, Patrimonialização e Musealização: ambiência de comunhão. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, v. 7, p. 31-50, 2012.

LIMA, G. da; GIORDAN, M. Propósitos da divulgação científica no planejamento de ensino. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, v. 19, 2017.

LORDÉLO, F.S.; PORTO, C.de M. Divulgação científica e cultura científica: conceito e aplicabilidade. **Revista Ciência em Extensão**, v. 8, n. 1, p. 18-34, 2012.

MAIA, Z.C. **Plantas medicinais como recurso didático no ensino de química orgânica**. 2019. 66 f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019

MAIA, R; FERNANDES, C. R. O Alvorecer da anestesia inalatória: uma perspectiva histórica. **Revista Brasileira de Anestesiologia**, v. 52, n. 6, p. 774-782, 2002.

MARANDINO, M. Interfaces na relação museu-escola. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 18, n. 1, p. 85-100, 2001.

MARANDINO, M. Educação em museus e divulgação científica. **ComCiência**, n. 100, p. 0-0, 2008.

MARANDINO, M.; SILVEIRA, R. D.; CHELINI, M. J; FERNANDES, A. B.; RACHID, V.; MARTINS, L. C.; LOURENÇO, M. F.; FERNANDES, J. A; FLORENTINO, H. A. A educação não formal e a divulgação científica: o que pensa quem faz. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS, IV, 2004, Local da realização do evento **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências**. São Paulo: Bauru, 2004, Número da página 1-13.

MARCONI, M. de A.; LAKATOS, E. M. **Técnicas de pesquisa**. Atualização da edição João Bosco Medeiros. - 9. ed. - São Paulo: Atlas, 2021.

MAROEVIĆ, I. **The Museum Object as a Document**. SYMPOSIUM OBJECT-DOCUMENT. 1994. Beijing. Proceedings... Beijing: ICOM, 1994. p. 113-119. (ICOFOM Study Series, 23). Tradução André Fabrício da Silva e Bruno Couto Pórpura. 2021. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Mouseion/article/view/8600/pdf>. Acesso: 10 abr. 2022.

MAROJA, C. **O Currículo de Química nas Escolas Públicas de Ensino Médio da Cidade de São Paulo**. 219 f. 2007. Tese de Doutorado. Universidade Cruzeiro do Sul, São Paulo.

MARTINS, L. C.; MARANDINO, M. **Formando jovens divulgadores da ciência**. São Paulo: FEUSP, 2013.

MASSARANI, L. Comunicação da ciência e apropriação social da ciência: algumas reflexões sobre o caso do Brasil. **Uni-pluriversidad**, v. 12, n. 3, p. 92-100, 2012.

MASSARANI, L. Divulgação científica: considerações sobre o presente momento. **ComCiência**, n. 100, p. 0-0, 2008.

MASSARANI, Luisa; ARARIPE, Cristina. Aumentar o diálogo com a sociedade é uma questão de sobrevivência para a Ciência brasileira. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 35, p. e00089619, 2019.

- MASSARANI, L., BROTAS, A., COSTA, M. C. R.; NEVES, L. F. F. Vacinas contra a COVID-19 e o combate à desinformação na cobertura da Folha de S. Paulo. **Fronteiras-estudos midiáticos**, v. 23, n. 2, p. 29-43, 2021.
- MASSARANI, L.; MOREIRA, I. de C. A divulgação científica no Rio de Janeiro: um passeio histórico e o contexto atual. **Revista Rio de Janeiro**, v. 11, p. 38-69, 2003.
- MASSARANI, L.; MOREIRA, I. C. Divulgación de la ciencia: perspectivas históricas y dilemas permanentes. **Quark**, p. 30-35, 2004.
- MASSARANI, L.; PETERS, H. P. Scientists in the public sphere: Interactions of scientists and journalists in Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 88, p. 1165-1175, 2016.
- MASSARANI, L., WALTZ, I., LEAL, T., & MODESTO, M. Narratives about vaccination in the age of fake news: a content analysis on social networks. **Saúde e Sociedade**, v. 30, 2021.
- MEDEIROS, Z. de H. A evolução das tecnologias de fabricação de instrumentos cirúrgicos a partir do acervo tridimensional do museu de história da medicina do Rio Grande do Sul. **Sillogés**, v. 2, n. 2, p. 205-226, 2019.
- MELO, J. R. R., DUARTE, E. C., MORAES, M. V. D., FLECK, K., ARRAIS, P. S. D. Automedicação e uso indiscriminado de medicamentos durante a pandemia da COVID-19. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, 2021.
- MENEGATTI, R.; FRAGA, C. A. M.; BARREIRO, E.J. A importância da síntese de fármacos. **Cadernos temáticos de química nova na escola**, v. 3, p. 16, 2001.
- MESQUITA, N. A. S.; SOARES, M. H.F. B. Visões de ciências de professores de química: a mídia e as reflexões no ambiente escolar no nível médio de ensino. **Química Nova**, v. 31, n. 7, p. 1875-1880, 2008.
- MICELI, B. S.; ROCHA, M. B.; MONERAT, C. A. A.; CARVALHO, I. L. A. de; MELO, H. O. dos S.; SILVA, I. B. Tendências nos estudos de divulgação científica e ensino de ciências: um levantamento em periódicos brasileiros. **e-Mosaicos 9**, no. 22 (2020): 166-187.
- MORAIS, C. S. de; FERREIRA, H. S. A educação não-formal para a promoção da cultura científica e tecnológica no ensino de química e das ciências. **Revista debates em ensino de química**, v. 2, n. 2, p. 45-55, 2016.
- MORAIS, M. N.de A. **Utilização de sequência didática como estratégia de ensino sobre agentes antimicrobianos e resistência bacteriana**. 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
- MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L. A divulgação científica no Rio de Janeiro: algumas reflexões sobre a década de 1920. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 7, p. 627-651, 2001.
- MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L. Aspectos históricos da divulgação científica no Brasil. **Ciência e público: caminhos da divulgação científica no Brasil**, v. 1, p. 43-62, 2002.
- MOREIRA, I. de C.; MASSARANI, L.; ARANHA, J. Roquette-Pinto e a divulgação científica. **Antropologia brasileira: ciência e educação na obra de Edgar Roquette-Pinto**. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 247-270, 2008.
- NASCIMENTO, T. G. Definições de Divulgação Científica por jornalistas, cientistas e educadores em ciências. **Ciência em tela**, v. 1, n. 2, p. 1-8, 2008.
- NASCIMENTO FILHO, C. A.; PINTO, S. L.; SGARBI, A. D. Um ensaio sobre divulgação científica. **divulgação científica e ensino de ciências**, p. 11, 2015.

NICOLAU, J. L., CONCEIÇÃO, J., RODRIGUES, I., DE FREITAS, J. G. O Almofariz como Ícone da Profissão Farmacêutica: Evolução Histórica e sua importância no Ensino Universitário. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 23, p. 17-41, 2021.

NOZAL, R. R.; BUENO, A. G. Los primeros modelos europeos de industrialización farmacéutica: bases para su caracterización. In: **38th International Congress for the History of Pharmacy, Sevilla, September 19-22 2007**. 2007.

OLIVEIRA, P. H. R.; REIS, R. R. Acid, Benzoic. Ácido Benzoico (CAS 65-85-0). **Revista Virtual da Química**, v. 9, n. 6, 2017.

OMS, Organização Mundial de Saúde. **Promoting rational use of medicines**, 2021. Disponível em: <https://www.who.int/activities/promoting-rational-use-of-medicines>

PECHULA, M. R. Os signos mítico-sagrados na divulgação científica dos meios de comunicação de massa. In: **Atas do XXV Congresso Brasileiro de Ciências da Comunicação-INTERCOM. Salvador, BA**. 2002.

PERES, L. G. BRANDÃO, V. B.; REZENDE, A. J. Teobromina, substância encontrada no cacau. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 1, n. 3, p. 48-55, 2018.

PEREZ, R. R. **El analisis documental. bases terminologicas. conceptualizacion y estructura operativa**. Granada: Universidad; Grupo de Trabajo de Información y Documentación de la Comisión Española de Cooperación con la UNESCO, 1992, 216. págs. ISBN: 84-338-1700-0. <https://redc.revistas.csic.es/index.php/redc/article/view/1093/1792>

PINTO, A. C. Alguns aspectos da história da aspirina. **Instituto de Química**, 2011.

PIRES; J.F.L.; MACIEL, A.P.; PRAZERES, G.M.P. Uso de uma balança alternativa para ensino de química para estudantes com deficiência visual. in: **58º Congresso Brasileiro de Química - Associação Brasileira de Química - ABQ. São Luís, MA**. 2018.

PORTO, C.; BROTAS, A.; BORTOLIERO, S. **Diálogos entre ciência e divulgação científica: leituras contemporâneas**. EDUFBA, 2011.

RAMOS, L. S. **A temática "automedicação" no ensino da química orgânica por meio de uma atividade lúdica**. 2016. Dissertação de Mestrado. FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA.

RAMOS, H. M. P. L.; CRUVINEL, V. R. N.; MEINERS, M. M. M. de A.; QUEIROZ, C. A.; GALATO, D. Descarte de medicamentos: uma reflexão sobre os possíveis riscos sanitários e ambientais. **Ambiente & Sociedade**, v. 20, p. 145-168, 2017.

RHEINBOLDT, H. **A História da Balança/ A Vida e de J. J. Berzelius**, 2º ed. EDUSP: São Paulo, 2015.

REZNIK, G.; MASSARANI, L. M.; RAMALHO, M.; MALCHER, M. A.; AMORIM, L.; CASTELFRANCHI, Y. Como as adolescentes aprendem a ciência e a profissão de cientista? **Revista Estudos Feministas**, v. 25, p. 829-855, 2017.

RICHETTI, G. P. **A automedicação como tema social no ensino de química para o desenvolvimento da alfabetização científica e tecnológica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Catarina. 2008.

ROCKENBACH, L. C.; RAUPP, D. T.; REPPOLD, D. P.S; SCHONORR, C. E. Uma revisão sistemática de literatura sobre as estratégias e temáticas para ensino de estereoisomeria. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 11, p. e58691110043-e58691110043, 2020.

- RODRIGUES, C. R. Processos modernos no desenvolvimento de fármacos: modelagem molecular. **Cadernos Temáticos de Química Nova na Escola**, 3, 43 – 49, 2001.
- RODRIGUES, C. CORREIA, D. O uso do tema medicamentos nas aulas de química e biologia. **Encontro de Debates sobre o Ensino de Química**, 2013.
- RODRIGUES, M. A.; SILVA, P. P.; GUERRA, W. Cobre. **Química nova na escola**, v. 34, n. 3, p. 161-162, 2012.
- RUTKOWSKA, E. Elaboración de cápsulas gelatinosas en el siglo XIX según la publicación de Aleksander Karwicki del año 1859. **Revistas de la Universidad de Granada**, v. 54, n. 1, 2013.
- SÁ, I. M. de. A resistência à cloroquina e a busca de antimalaríais entre as décadas de 1960 e 1980. **História, ciências, saúde-Manguinhos**, v. 18, n. 2, p. 407-430, 2011.
- SALDANHA, T. CB; DA SILVA NETA, M. S.; WEBER, K. C. A abordagem de medicamentos e automedicação em aulas de química no ensino médio. **XVI ENEQ/X EDUQUI-ISSN: 2179-5355**, 2012.
- SÁNCHEZ MORA, A. M. A divulgação da ciência como literatura. Trad. Sílvia Pérez Amato. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Rio de Janeiro: Editora da UFRJ**, 2003.
- SANDOVAL, C.I.P.; LOMBA, R.M. Evolución de los conocimientos sobre el Ácido Acetil Salicílico. **Revista Médica Electrónica**, v. 29, n. 4, p. 424-430, 2007.
- SANTA CASA CURITIBA. **A História da Santa Casa é a história de Curitiba**. Disponível em: <<https://santacasacuritiba.com.br/museu/>>. Acesso em: 18 out. 2021.
- SANTIN, L. G.; GARGANO, R. OLIVEIRA, S. S. A Evolução do Interesse Científico pelo Chocolate e pela Teobromina: um Estudo Cienciométrico. **Revista Processos Químicos**, v. 9, n. 17, p. 9-21, 2015.
- SANTOS, A; TRESSA, C. **Guia didático interdisciplinar: Espaços não formais**. UFRRJ. Jul. 2021. Disponível em: <<http://educapes.capes.gov.br/handle/capes/600725>>. Acesso em: 15 abr. 2022.
- SANTOS, L. M. P.; SÁ, L. V. Da desinformação à informação: fake news no ensino de química. **Scientia Naturalis**, v. 3, n. 3, 2021.
- SILVA, P.B.; AGUIAR, L.H.; Medeiros, C.F. O Papel do Professor na Produção de Medicamentos Fitoterápicos. **Revista Química Nova na Escola**, n.11, p.19-23, maio de 2000.
- SILVA, D. da. **A química dos chás: uma temática para o ensino de química orgânica**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria. 2011.
- SILVA, M. D. N. PINHEIRO, E. B. F. Compostos bioativos: Uma contribuição para o ensino de Funções Orgânicas no curso de Licenciatura em Química. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 3, p. e55610313742-e55610313742, 2021.
- SILVA, A. B; PORPORA, A. C. O objeto do museu como documento. **Revista do Museu e Arquivo Histórico La Salle**, n. 39, Canoas; nov. 2021. Disponível em: <https://revistas.unilasalle.edu.br/index.php/Mouseion/article/view/8600/pdf>.
- SILVA, E. F; SILVA, C; BRUM, L. F. S. **Fundamentos de química medicinal**. [Digite o Local da Editora]: Grupo A, 2018. 9788595027756. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788595027756/>. Acesso em: 27 mar. 2022
- SILVERMAN, R. B.; HOLLADAY, M. W. **The organic chemistry of drug design and drug action**. Academic press, 2014.

SOLOMONS, T. G. **Química Orgânica - Vol. 1.** Grupo GEN, 2018.

SOLOMONS, T. G.; FRYHLE, C. B. **Química Orgânica - Vol. 2.** Tradução: Whei On Lin. 7ª Ed. LTC: Rio de Janeiro, 2002.

SYDOR, M. S. **Medicamentos e seu descarte no ensino de química: atividades educacionais envolvendo saúde e cidadania.** 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

THIEL, Cristiane. **A Psicologia das cores no Marketing.** Rio de Janeiro, Ed: eBook Kindle, 2019. Disponível em: < <https://amz.onl/aByOWvV>>. Acesso em: 15 abr. 2022.

VOGEL, A. I. **Análise química quantitativa / Vogel;** tradução Júlio Carlos Afonso, Paula Fernandes de Aguiar, Ricardo Bicca de Alencastro. - [Reimpr.]. - Rio de Janeiro: LTC, 2019.

VOGT, C. A espiral da cultura científica. **ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, n. 45, jul. 2003.

VOGT, C. Indicadores de C, T & I e de cultura científica. **ComCiência: Revista Eletrônica de Jornalismo Científico**, n. 96, mar. 2008.

VOGT, C. Ciência e bem-estar cultural. **Revista ComCiência**, n. 119, p. 0-0, 2010.

VOGT, C. Empírika 2012. **Revista ComCiência**, n. 142, p. 0-0, 2012.

VOGT, C.; CERQUEIRA, N.; KANASHIRO, M. Divulgação e cultura científica. **ComCiência., Campinas**, n. 100, 2008.

VOGT, C.; MORALES, A. P. Espiral, cultura e cultura científica. **Comciência, editorial dossiê**, v. 191, 2017.

XAVIER, J.; GONÇALVES, C. A relação entre a divulgação científica e a escola. **Revista Areté| Revista Amazônica de Ensino de Ciências**, v. 7, n. 14, p. 182-189, 2017.