



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E**  
**MATEMÁTICA - PPGEICIMA**

**OBJETOS DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA (C&T) DO CENTRO DE**  
**MEMÓRIA DA CIÊNCIAS E DA TECNOLOGIA DE SERGIPE: INTERFACE**  
**PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS POR MEIO DE UMA ABORDAGEM**  
**HISTÓRICA**

**JAMILE DOS SANTOS SANTANA**

**SÃO CRISTÓVÃO/SE**

**2022**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E**  
**MATEMÁTICA - PPGEICIMA**

**OBJETOS DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA (C&T) DO CENTRO DE**  
**MEMÓRIA DA CIÊNCIAS E DA TECNOLOGIA DE SERGIPE: INTERFACE**  
**PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS POR MEIO DE UMA ABORDAGEM**  
**HISTÓRICA**

**JAMILE DOS SANTOS SANTANA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática da Universidade Federal de Sergipe, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências e Matemática.

**Linha de pesquisa:** Currículo, didáticas e métodos de ensino das ciências naturais e matemática.

**Orientador:** Prof. Dr. Erivanildo Lopes da Silva

**SÃO CRISTÓVÃO/SE**

**2022**

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA  
CENTRALUNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

Santana, Jamile dos Santos

S232o   Objetos de ciências e tecnologia (C&T) do centro de memória das ciências e da tecnologia de Sergipe: interface para o ensino de ciências por meio de uma abordagem histórica / Jamile dos Santos Santana; orientador Erivanildo Lopes da Silva. – São Cristóvão, SE, 2022.  
147 f.; il.

Dissertação (mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) –  
Universidade Federal de Sergipe, 2022.

1. Ciência – Estudo e ensino. 2. Ciência - História. 3. Ciência  
– Aspectos sociais. I. Silva, Erivanildo Lopes da, orient. II. Título.

CDU 5:37(813.7)



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA – PPGEICIMA**

**OBJETOS DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA (C&T) DO CENTRO DE  
MEMÓRIA DA CIÊNCIAS E DA TECNOLOGIA DE SERGIPE: INTERFACE  
PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS POR MEIO DE UMA ABORDAGEM  
HISTÓRICA**

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM

31 DE MARÇO DE 2022

**Prof. Dr. Erivanildo Lopes da Silva**  
Universidade Federal de Sergipe – PPGEICIMA/UFS  
(presidente)

**Prof.<sup>ª</sup>. Dr.<sup>ª</sup>. Diana Meneses Souza**  
Instituto Federal da Bahia Campus Barreiras – IFBA – (Membro externo)

**Prof. Dr. Edson José Wartha**  
Universidade Federal de Sergipe - PPGEICIMA/UFS – (Membro interno)

Dedico este trabalho as pessoas mais importantes da minha vida, meus pais Jorge Chagas e Maria Clara que sempre foram meus pés no chão, minha âncora e nunca mediram esforços para que eu tivesse o melhor sempre me dando suporte nessa jornada que é a vida. É para vocês e por vocês sempre.

## AGRADECIMENTOS

É usual agradecer o empenho direto e indireto de todas as pessoas que convivem com o autor de uma dissertação durante seu processo de desenvolvimento, até ela se tornar uma pesquisa pronta e acabada. É comum porque a gratidão feita pelo autor é sempre profunda e carregada de afetividade. Não poderia fugir à regra. Afinal, assumo a responsabilidade por tudo que aqui foi escrito e o mérito não é, de maneira alguma, apenas meu, sendo que um texto de tal natureza está sempre associado e depende da sabedoria e generosidade de colegas e amigos, sem os quais este trabalho não seria feito.

Aqui citarei alguns nomes, mas, saibam, todos os que passaram nesta ou em qualquer fase de minha vida, que estão nas minhas lembranças. Para além do meu coração, expresso aos que são citados, todo o meu agradecimento, carinho e amizade por tudo que fizeram até que eu chegasse aqui.

Esta dissertação me representa: na dedicação, esforço, perseverança, cansaço, e amor com as quais a construí.

Representa, ainda, algumas dificuldades vivenciadas dentro desses vinte e quatro meses de enfrentamento de novidades e desafios, especialmente, por realizar um mestrado em meio a um contexto pandêmico, que, certamente, me engrandeceram como pessoa e pesquisadora da área de ensino de ciências.

A Deus, por me conceder a perseverança para concluir mais esta etapa da minha vida que é o mestrado.

A minha família, especificamente meus pais, que me apoiaram desde sempre e nunca deixaram de acreditar em mim até mesmo quando eu já não acreditava, por me motivarem correr atrás dos meus sonhos, compreender os meus dias difíceis e sempre fazer de tudo para o meu melhor, amo vocês.

Ao meu orientador, Erivanildo Lopes, que me acompanha desde as disciplinas da graduação e que fez despertar o interesse pela linda área da história da ciência. Obrigada pela oportunidade de poder aprender mais com o senhor, por meio das suas contribuições para que este trabalho fosse desenvolvido. Gratidão pela oportunidade.

A minha coorientadora Ana Paula Bispo da Silva por aceitar a coorientação e por suas contribuições.

A Rosemary Menezes coordenadora do CMCTS por ter me recebido com tanto carinho e prestatividade, e a Larissa Nunes estagiária do CMCTS quem em meio a pandemia contribui com algumas informações referentes ao CMCTS que foram relevantes para esta pesquisa, tendo em vista a dificuldade para visitação.

Agradeço a todos os professores do PPGECIMA que direta ou indiretamente contribuíram para meu aprendizado no mestrado. Aos demais professores da graduação e da escola básica que contribuíram até aqui para minha formação, em especial a Profa. Eliana Midori Sussuchi que sempre pregou o compromisso e perseverança para os seus alunos.

Agradeço a todos do grupo de PIBID o qual fiz parte e o pessoal do grupo Laboratório de Pesquisa em Ensino de Ciências (LaPECi) da Universidade Federal de Sergipe, em especial, Joedna, Lorena, Luiz, Sigouveny e Thayná por compartilharem seus conhecimentos através das discussões em grupo acarretando grandes contribuições.

Deixo aqui também a minha gratidão ao meu amigo Edson, pelas discussões em relação a própria pesquisa e demais temáticas da área de ensino de ciências, pelos conselhos durante essa jornada, pelas palavras amigas para acalmar a ansiedade e os pequenos surtos durante esse processo e por todo suporte.

Aos meus amigos e amigas, Dani, Maynara, Adelma, Kelly, Jocelmo, Aila, e a galerinha do “Rolê no currículo” que estiveram comigo durante esta jornada de mestrado de ensino remoto, muitas risadas e aprendizados compartilhados e aos demais colegas do PPGECIMA.

Aos amigos da graduação, Bruna Cristina, Dani Vermelhinha, Gustavo, Gracy, Júlio, Lucas, Maria Danielly, Matheus, Mirna, Pedro e Wandson.

As minhas amigas, Alicia, Camilla, Catarina, Bruna Santos, Karol, Kim, Rebeca e This, pela compreensão com relação a algumas ausências e alguns possíveis estresses provocados pela pressão da realização de um mestrado. Agradeço ainda pelo apoio em momentos complicados e extra-acadêmicos.

## RESUMO

O debate sobre as limitações de um modelo de educação científica dita “tradicional” para atuar numa sociedade da informação e do conhecimento vem desencadeando discussões acerca das necessidades de inovação e produção de currículos com novas formas de ensinar ciências. Em meio a esse contexto de reformas curriculares a História da Ciência, por meio de uma abordagem contextualizada dentro de uma perspectiva de Ciência, Tecnologia e Sociedade, apresenta-se como uma possibilidade para promover um ensino capaz de relacionar significativamente discussões *de* e *sobre* ciências. Nesse sentido, esta pesquisa apresenta as interfaces da História da Ciência como alternativa para a promoção de uma alfabetização científica. Apresentamos como pressuposto que a história “por trás” de objetos de ciências e tecnologia (C&T) pode contribuir no processo de ensino e aprendizagem de conteúdos científicos a eles relacionados. Como estudo de caso, consideramos os objetos presentes no museu do Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS) por meio de uma perspectiva pedagógica que busca responder, com base nos resultados encontrados na literatura, a como os objetos C&T encontrados podem contribuir para o processo de ensino. O presente trabalho é caracterizado como bibliográfico e estruturado de acordo com as ideias da pesquisa em desenvolvimento, ou, *Design Research*.

**Palavras-chave:** Abordagem Contextual; Ciência, Tecnologia e Sociedade, História da Ciência; Objetos de Ciências e Tecnologia.



## **ABSTRACT**

The debate about the limitations of a so-called “traditional” scientific education model to work in an information and knowledge society has been triggering discussions about the needs of innovation and curriculum production with new ways of teaching science. In the midst of this context of curricular reforms, the History of Science, through a contextualized approach within a perspective of science presents itself as a possibility to promote a teaching capable of relate significantly discussions to and about science. In this context, this research presents the interfaces of the History of Science as an alternative for the promotion of scientific literacy. We present the assumption that the history “behind” science and technology (S&T) objects can contribute to the teaching and learning process of scientific content related to them. As a case study, we consider the objects present in the museum of Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe (ITPS) through a pedagogical perspective that seeks to answer, based on the results found in the literature, how the S&T objects found can contribute for the teaching process. The present work is characterized as bibliographic and structured according to the ideas of research in development, or Design Research.

**Keywords:** Contextual Approach; Science, Technology and Society, History of Science; Science and Technology Objects; Skills and Skills; BNCC.

## **LISTA DE SIGLAS**

AC Abordagem Contextual

ABCMC Associação Brasileira de Museus e Centros de Ciências

CMCTS Centro de Memória da Ciência e da Tecnologia de Sergipe

CAPES Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior

CCTECA Casa Da Ciência e Tecnologia da Cidade de Aracaju

CNP Conselho Nacional do Petróleo

CNPq Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico

CTS Ciência, Tecnologia e Sociedade

CTSA Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

C&T Ciência e Tecnologia

DR Design Research

HC História da Ciência

HCT História da Ciência e Tecnologia

HFC História e Filosofia da Ciência

ITPS Instituto Tecnológico e de Pesquisa do Estado de Sergipe

MCTI Ministério da Ciência Tecnologia e Inovações

MAST Museu de Astronomia e Ciências Afins

PCCT Patrimônio Cultural da Ciência e Tecnologia

## Lista de Figuras

Figura 1: Modelo metodológico proposto por Aikenhead (1991) para o ensino CTS. ...	29
Figura 2: Principais aspectos de cada corrente CTSA.....	31
Figura 3: Sede do Museu de Astronomia e Ciências Afins. ....	77
Figura 4: Processo cíclico de desenvolvimento do <i>Design Research</i> . ....	87
Figura 5: Fases do processo de avaliação formativa. ....	88
Figura 6: Processo de pesquisa com a <i>Design Research</i> . ....	90
Figura 7: Viscosímetro Hopper do CMCTS.....	92
Figura 8: Força Tangencial agindo sobre fluido.....	93
Figura 9: Fluido: gás e líquido.....	93
Figura 10: Funcionamento interno de um espectrofotômetro. ....	95
Figura 11: Espectrofotômetro do CMCTS. ....	96
Figura 12: Colorímetro Duboscq do CMCTS. ....	97
Figura 13: Penetrômetro K.I.C. do Centro de Memória da Ciência e Tecnologia de Sergipe. ....	99
Figura 14: Medidor de ponto de fulgor do CMCTS.....	100
Figura 15: Barômetro de Torricelli do CMCTS. ....	101
Figura 16: Pirômetro Óptico do CMCTS. ....	103
Figura 17: Diagrama de Pirômetro óptico. ....	104
Figura 18: Capas dos Guias de Centros e Museus de Ciências e suas respectivas edições. ....	106
Figura 19: Distribuição dos Centros e Museus de Ciências do Brasil de acordo com cada região. ....	108
Figura 20: Cromatógrafo a gás modelo C.G. Ltda. Utilizado pelo laboratório de química orgânica do ITPS. ....	109
Figura 21: Cromatógrafo da C. G. Ltda, pintado de laranja e fabricado na década de 1970. ....	113
Figura 22: Configuração básica de um cromatógrafo a gás. ....	114
Figura 23: Sede do Centro de Memória de Ciência e Tecnologia de Sergipe.....	117
Figura 24: Decreto n 825, de 27 de junho de 1923.....	118
Figura 25: Primeira sede do Instituto de Química Industrial.....	120
Figura 26: Instrumentos científicos do ITPS.....	121
Figura 27: Sala de vidrarias do ITPS.....	121

## **Lista de Quadros**

Quadro 1: Categorias de ensino de CTS.....	28
Quadro 2: Diferenças entre museus de ciências e centro de ciências e tecnologia. ....	73

## **Lista de Tabelas**

Tabela 1: Proposta de disciplinas de Química no projeto feito por Archimedes Pereira Guimarães e oferecido ao Instituto de Química Industrial 1923. ....	119
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## Lista de Esquemas

Esquema 1: Aspectos pedagógicos para utilização da HC numa perspectiva CTS.....	34
Esquema 2: Níveis de trabalho de um historiador.....	37
Esquema 3: Classificação dos objetos semiófaros. ....	45
Esquema 4: Trajetórias possíveis para o processo de Musealização.....	53
Esquema 5: Processo de singularização da “vida” de um objeto. ....	80
Esquema 6: Diagrama de um modelo de estudo de artefatos.....	82
Esquema 7: Etapas da pesquisa em desenvolvimento.....	85
Esquema 8: Etapas da pesquisa <i>Design Research</i> . ....	86

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO .....	14
2. CAPÍTULO I.....	16
1.1 HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO PERSPECTIVA DE ENSINO POR MEIO DE UMA ABORDAGEM CONTEXTUAL .....	16
1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE HISTÓRIA DA CIÊNCIA POR MEIO DE UMA ABORDAGEM CONTEXTUAL .....	22
1.3 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA DENTRO DA PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE .....	25
3. CAPÍTULO 2.....	36
3.1. UMA BREVE NOÇÃO DA HISTORIOGRAFIA DA CIÊNCIA .....	36
3.2. DO PATRIMÔNIO CULTURAL AO PATRIMÔNIO CULTURAL DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (PCC&T).....	39
3.3. COLEÇÕES E OBJETOS: OS INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS E OBJETOS DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA (C&T) .....	43
3.4. OBJETOS DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA C&T E O PROCESSO DE MUSEALIZAÇÃO.....	49
3.5. BREVE HISTÓRICO SOBRE O PATRIMÔNIO CULTURAL C&T NO BRASIL .....	54
4. CAPÍTULO 3 .....	57
4.1. BREVE HISTÓRICO SOBRE OS MUSEUS DE CIÊNCIAS: ORIGEM E CONSIDERAÇÕES .....	57
4.2. MUSEUS E CENTROS DE CIÊNCIAS NO BRASIL.....	64
4.3. A ORIGEM DO MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIA AFINS (MAST) 75	
5. CAPÍTULO 4 .....	78
5.1. PROCESSO DE BIOGRAFAR A “VIDA” DOS INSTRUMENTOS C&T ..	78
5.2. DESIGN RESEARCH.....	83
5.3. QUESTÃO DE PESQUISA .....	89
6. CARACTERÍSTICAS DOS OBJETOS C&T DO CMCTS.....	91
6.1. VISCOSÍMETRO .....	91
6.2. FLUÍDO.....	92
6.3. PROPRIEDADE DOS FLUÍDOS .....	93
6.4. CLASSIFICAÇÃO DOS FLUÍDOS – NEWTONIANOS E NÃO- NEWTONIANOS.....	94
6.5. ESPECTROFOTÔMETRO .....	94

6.6.	ESPECTROFOTOMETRIA.....	95
6.7.	BREVE HISTÓRICO DE ARNOLD BECKMAN .....	96
6.8.	CALORÍMETRO DUBOSCQ .....	97
6.9.	PENETRÔMETRO .....	98
6.10.	MEDIDOR DE PONTO DE FULGOR .....	99
6.11.	BARÔMETRO DE MERCÚRIO .....	100
6.12.	PIRÔMETRO ÓPTICO .....	102
7.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	104
7.1.	FASE PRELIMINAR: LEVANTAMENTO DOS MUSEUS DE CENTROS DE CIÊNCIAS BRASILEIROS.....	105
7.2.	CROMATÓGRAFO C.G. E SUA RELAÇÃO COM O CENTRO DE MEMÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA DE SERGIPE .....	108
7.3.	TÉCNICA CROMATOGRÁFICA.....	113
7.4.	COMPONENTES BÁSICOS DE UM CROMATÓGRAFO A GÁS.....	114
7.5.	BREVE HISTÓRICO DO CENTRO DE MEMÓRIA DA CIÊNCIAS E DA TECNOLOGIA DE SERGIPE E DO INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO ESTADO DE SERGIPE.....	116
7.6.	POTENCIALIDADES DOS INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS OBJETOS C&T PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS .....	122
8.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	123
9.	REFERÊNCIAS .....	124



## 1. INTRODUÇÃO

De início, gostaria de destacar alguns episódios marcantes em minha vida até entrar no mundo acadêmico. Quando criança, sempre fui uma aluna que gostava de estudar e meus pais sempre prezaram pelos meus estudos e fizeram de tudo para que seus filhos tivessem oportunidades melhores, sobretudo aquelas que eles não tiveram. Para eles, se terminássemos o Ensino Fundamental e Médio, isso já seria uma grande vitória. Ainda nesse plano, minhas brincadeiras sempre envolviam quadro, livro, caderno, muitas vezes brincando de professora com minhas bonecas ou coleguinhas... Mais tarde, prestes a ir para o Ensino Médio, na oitava série, surgiu o encantamento pela disciplina de química

Como sempre gostei de estudar, durante o terceiro ano, com o Enem como prova para ingressar na Universidade Federal, me esforcei mais ainda para garantir que fosse aprovada no curso que desejava: Química. Então no ano de 2014 ingressei na Universidade Federal de Sergipe no curso de Licenciatura em Química e foi a partir daí que novas experiências foram vivenciadas. A participação em programas relacionados à docência como o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência<sup>1</sup> (PIBID) e a Residência Pedagógica<sup>2</sup> reafirmaram a escolha da minha profissão. Durante a graduação algumas disciplinas chamaram bastante atenção uma delas foi uma disciplina optativa “História e epistemologia da Química” que desencadeou o interesse pelo ensino de ciências através da utilização de episódios históricos para compreender os conhecimentos científicos.

Em seguida, na reta final do curso optei por fazer o trabalho de conclusão de curso na área da História da Ciência no qual trabalhei com a investigação dos aspectos históricos de objetos de química presente em museus de ciências. Por conseguinte, ao ingressar no Programa de Pós-graduação em Ensino de Ciências e Matemática

---

<sup>1</sup> É um programa que oferece bolsas de iniciação à docência aos alunos de cursos presenciais que se dediquem ao estágio nas escolas públicas e que, quando graduados, se comprometam com o exercício do magistério na rede pública. O objetivo é antecipar o vínculo entre os futuros mestres e as salas de aula da rede pública. Com essa iniciativa, o Pibid faz uma articulação entre a educação superior (por meio das licenciaturas), a escola e os sistemas estaduais e municipais.

<sup>2</sup> O Programa de Residência Pedagógica é uma das ações que integram a Política Nacional de Formação de Professores e tem por objetivo induzir o aperfeiçoamento da formação prática nos cursos de licenciatura, promovendo a imersão do licenciando na escola de educação básica, a partir da segunda metade de seu curso.

(PPGECIMA), meu projeto de pesquisa buscou considerar como temática central aspectos históricos relacionados os objetos de ciências e tecnologia.

Logo, o presente trabalho foi desenvolvido como desdobramento e aprofundamento de reflexões acadêmicas que tem como perspectiva central o estudo acerca das possíveis articulações entre História da Ciência através de uma Abordagem Contextual para investigar os aportes históricos relacionados a instrumentos científicos (objetos de ciência e tecnologia) presentes em centros com características museológicas do estado do Sergipe.

Tendo em vista as possíveis contribuições dos objetos C&T, faz-se necessário uma reflexão aprofundada sobre qual o papel e contribuições a história das ciências desses objetos podem assumir no processo de ensino de ciências. Frente a este desafio, neste texto dissertativo, buscaremos realizar uma discussão fundamentada nas perspectivas historiográfica, epistemológica e contextual, levando em consideração os pressupostos do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade), como forma de apresentar elementos que ajudem a configurar uma proposta de ensino de Química.

Este estudo ancora-se na questão de pesquisa “Como uma Abordagem Contextual que relaciona História da Ciência e Ciência Tecnologia e Sociedade, utilizando objetos de ciência e tecnologia de um museu pode contribuir para o ensino de química?”

Para direcionar o caminho a seguir, nesta pesquisa, o objetivo geral buscou investigar objetos de ciência e tecnologia num contexto museológico do estado de Sergipe, e buscar relacioná-los com a História da Ciência na perspectiva CTS para uma abordagem contextual de ensino, destacando aportes teóricos e históricos relacionados a eles.

Sendo assim este texto dissertativo encontra-se estruturado da seguinte forma: o primeiro capítulo fala sobre a importância da história da ciência para o ensino de ciências por meio de uma abordagem contextual, seguido das possíveis correlações com a perspectiva Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS); o segundo capítulo descreve os instrumentos científicos dentro do campo de Patrimônio Cultural da Ciência e Tecnologia (PCCT); o terceiro capítulo versa sobre o surgimento dos museus de ciências; o quarto capítulo trata do processo de biografia de objetos C&T; o quinto capítulo apresenta as características e fundamentação teórica de alguns objetos C&T; o sexto capítulo apresenta a abordagem metodológica do trabalho ancorado nos princípios do *Design Research* juntamente com a discussão do contexto histórico do cromatógrafo e a história do Instituto

Tecnológico de Pesquisas de Sergipe; por fim mas não menos importante as considerações finais.

## **2. CAPÍTULO I**

D'Ambrósio (2004), afirma que “o fascínio que o ser humano tem pelo futuro se manifesta de várias formas. A mais notável é o mergulho no passado, em busca de explicações e causas para o presente e, assim, de orientação para o futuro” (p.165). Baseado nessa visão, este capítulo se desenvolveu a partir do levantamento dos principais aspectos para inserção da História da Ciência (HC) para ensinar ciências considerando os múltiplos fatores sociais, econômicos, políticos mediante uma Abordagem Contextual embasada nas ideias da Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS).

### **1.1 HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO PERSPECTIVA DE ENSINO POR MEIO DE UMA ABORDAGEM CONTEXTUAL**

A Ciência está constituída de maneira tal em nossas vidas, que mal percebemos suas bases fundamentais de construção e sua presença constantemente reafirmadas em nosso meio, haja vista a natureza indissociável do conhecimento, defendido nas reflexões destas páginas. Tudo tem um saber que podemos considerar científico. No entanto, este cientificismo surge em sua maioria, através das observações cotidianas; feitas pelos inúmeros atores sociais; ao que Santos (2008), traz como pressupostos de que “o conhecimento científico avança pela observação descomprometida e livre, sistemática e tanto quanto possível rigorosa dos fenômenos naturais”. Embora nosso relacionamento com os construtos da Ciência seja diário, não sabemos muito sobre sua história – ou parte omitida dela –, produção, interpretação, constituição, as lutas travadas, as construções e reconstruções que são feitas diariamente.

A discussões em relação a utilização da didática da História da Ciência como estratégia para ensinar ciências no desenvolvimento de um processo de educação científica eficaz é constantemente defendida pela literatura, quer seja em nível da educação básica, ou no ensino superior (HODSON,1991; LEDERMAN,1992; MATTHEWS 1992, 1994, 2000; DRIVER et al. 1996; MCCOMAS et al. 1998; FREIRE JR. 2002).

O ensino de ciências vem passando por mudanças nos últimos tempos. Alguns autores vêm defendendo mudança de paradigmas. Questiona-se um ensino exclusivamente focado

nos produtos finais da ciência (conceitos científicos e fórmulas), dissociado dos processos, contextos e dilemas presentes na história do desenvolvimento científico. Dentre outros aspectos, tem-se como consequência desse ensino de ciências descontextualizado a formação de alunos que sustentam visões simplistas de ciência (GIL PÉREZ et al., 2001; PAGLIARINI; SILVA, 2006; BATISTA et al., 2007; MARTINS, 2007).

Em muitos casos, a inserção da História da Ciência em sala de aula é carregada de vícios e distorções. Muitas dessas distorções são herdadas de livros didáticos que trazem uma história caricaturada, linear, reduzida a nomes de cientistas famosos e datas de grandes descobertas. Pseudo-histórias são comuns nesses recursos didáticos. A História da Ciência usual nos livros didáticos se alicerça em concepções simplistas sobre a ciência e o seu funcionamento, reforçando para alunos e professores tais concepções e estereótipos sobre a própria figura do cientista (PAGLIARINI; SILVA, 2006).

O ensino de ciências vivenciava uma crise refletida nos índices de analfabetismo científico, diante desse quadro Matthews (1992) citou algumas vantagens que podem ser admitidas, na inserção da história da ciência no ensino, a utilização das dimensões histórica e filosófica, uma vez que a História e Filosofia da Ciência (HFC):

[...] podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; [...] podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam. (MATTHEWS, 1992).

De acordo com os pressupostos de Matthews (1995), uma abordagem capaz de promover a humanização da ciência deve decorrer pela perspectiva da Abordagem Contextual (AC) ou contextualista, por meio da qual se ensina Ciências em diferentes contextos (social, político, histórico, filosófico, psicológico por exemplo), de modo a contribuir para o desenvolvimento de um ensino sobre Ciências tendo a própria ciência como empreendimento humano, que leva em conta a cultura científica dentro de um contexto social.

Vale destacar que boa parte do material sobre História da Ciência advém do campo da historiografia, que estabelece a superação da visão linear da ciência, ancorada no progresso científico como momentos de grandes descobertas (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014). Os primeiros trabalhos historiográficos refletiam narrativas

baseadas em grandes descobertas e acertos na ciência, o que, de acordo com alguns autores, contribuiu para estabelecer uma “ciência de heróis” pronta e acabada, na qual os demais homens, ou seja, os cientistas que não obtiveram êxitos em suas pesquisas, seriam ignorados pelos historiadores (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014; MARTINS, 2000; SILVA, 2014).

É importante também, realizar uma distinção entre história e historiografia. Segundo Martins (2004), a história pode ser caracterizada como um encadeamento de atividades humanas ocorridas ao longo do tempo; já a historiografia é o produto da atividade dos historiadores (MARTINS, 2004). Desse modo, a historiografia procura refletir sobre momentos históricos, mas não é a mera descrição destes, pois refletir acerca da realidade histórica, cada historiador agrega-lhe um caráter discursivo novo. A sua interpretação sobre os fatos. A historiografia da ciência analisa os episódios históricos da ciência, e tem como ponto de partida documentos e fatos relacionados à ciência.

Contudo, vale salientar que esta análise histórica está carregada de crenças e filosofias do historiador, pois a leitura que ele faz dos documentos pode ser direcionada pela sua própria formação. Logo, surgem as várias abordagens historiográficas presentes na HC, dependentes do fato dos historiadores basearem-se em fatores internos ou externos do desenvolvimento científico para fundamentar sua análise histórica, o que leva ao que chamamos de abordagem Internalista ou Externalista da HC.

A reconstrução linear e seletiva da história da ciência (MARTINS, 2005; 2006); interpretação “Whig” ou história anacrônica (ALLCHIN, 2004; 2014; MARTINS, 2005; 2006); interpretação “Prig” (MARTINS, 2005; 2006); apesar de uma abordagem contextual não são a forma ideal de se apresentar a história da ciência. Outro tipo de abordagem contextual é a historiografia Internalista e Externalista (MARTINS, 2005; FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011; OLIVEIRA; SILVA, 2011) citada anteriormente como uma das várias abordagens contextuais da HC.

O anacronismo é um tipo de erro que ocorre ao se interpretar os fatos do passado sem respeitar seu contexto histórico, analisando-o por meio de regras ou modelos atuais. Assim se avalia o passado de maneira preconceituosa, pois se interpreta episódios históricos com valores, ideias e crenças atuais (FORATO, 2009). Como defende Forato, Pietrocola, Martins (2011), nas narrativas históricas anacrônicas:

São ignorados todos os fatores conceituais da ciência e os elementos contextuais de cada cultura que estiveram envolvidos no desenvolvimento de um determinado conhecimento científico. Inúmeros fatores, como, por exemplo, o papel dos erros e das controvérsias, a contribuição do debate entre diferentes teorias, os diversos pensadores que trabalharam no assunto, a influência de fatores sociais, políticos, econômicos, ou quaisquer outros que possam ter contribuído para o desenvolvimento da ciência, são simplesmente ignorados (FORATO, 2011, p. 13).

Em meados do século XX, com a descoberta de documentos que associavam o estudo da ciência à filosofia mística no nascimento da ciência moderna, houve uma grande mudança na escrita da História da Ciência, havendo uma integração de áreas como Filosofia, Sociologia e História da Ciência. Com essa mudança, surgia a necessidade dos documentos históricos serem estudados contextualizando a HC com saberes até então desconsiderados (FORATO, 2008).

Uma diferenciação clara entre as abordagens da HC aparece em Kuhn (1962 apud OLIVEIRA, 2008) que defendia que os fatores sociais influenciaram nas ideias aceitas atualmente pela ciência, o que o caracteriza como um dos primeiros seguidores da abordagem Externalista da HC. Kuhn define a história externa da ciência, como uma história que se interessa por fatores não-intelectuais, particularmente institucionais e socioeconômicos, no desenvolvimento científico. Segundo ele, esta abordagem histórica sofreu grande resistência dos praticantes da história interna, que consideraram a história externa como uma ameaça a objetividade e racionalidade da ciência (OLIVEIRA, 2008). Entretanto, a posição de Kuhn foi muitas vezes criticada por parecer extremamente relativista (CHALMERS, 1993).

Contemporâneo a Kuhn, Lakatos (1987) afirma que qualquer reconstrução racional (interna) da HC deve ser seguida de uma história externa (sócio-psicológica), que explica os fatores não racionais presentes na construção do desenvolvimento científico. Ele afirma que a historiografia da ciência, seja ela interna ou externa, é que determina os problemas que serão analisados pelo historiador e como eles serão analisados.

Lakatos (1987) utiliza ambas abordagens, mas apresenta a abordagem Internalista como primária e a Externalista como secundária, já que as problemáticas da historiografia externa são definidas a partir da historiografia interna. Tal afirmação vem do fato que o aspecto racional do desenvolvimento científico só pode ser explicado através da própria lógica do desenvolvimento científico. Qualquer que seja o problema

que o historiador da ciência deseje resolver acerca do desenvolvimento científico, ele deve estudar primeiro uma boa parcela da história interna da ciência (LAKATOS, 1987). Para Lakatos (1987) a maioria das teorias sobre o desenvolvimento da ciência apresenta este conhecimento sem fazer conexão com o meio social em que foi desenvolvido, apresentando que os fatores que determinam a aceitação de uma teoria não dependem das crenças e da personalidade dos cientistas. Portanto, tais fatores subjetivos não têm nenhuma importância para a história interna. Assim, ele considera que o historiador Internalista ao elaborar sua teoria omite tudo que seja irracional, a luz de sua teoria de racionalidade.

Numa perspectiva de ensino de ciências uma abordagem Externalista tem potencial para melhorar a compreensão pelos estudantes de que a ciência não se desenvolve fora do contexto social e histórico, mas como influência das necessidades oriundas de cada contexto (OLIVEIRA, 2011; SILVA, 2012).

A dicotomia extrema existente entre as duas abordagens implicaria em considerar que a ciência avança apenas devido às suas necessidades internas. No extremo oposto haveria uma abordagem que considera apenas as ações e motivações dos cientistas no estudo da produção do conhecimento científico, sem levar em conta seus conteúdos (BARBEROUSSE et. al., 2000).

Martins (2000) defende que o estudo do contexto social em que a ciência se desenvolveu é muito importante para desmistificar alguns mitos relacionados aos cientistas e seu trabalho. Porém, afirma que não é válido limitar toda a HC à sociologia, já que uma análise puramente sociológica não consegue diferenciar entre inferências válidas e inválidas, fundamentação válida ou inválida, e assim não consegue proporcionar as normas e critérios que os cientistas precisam para guiar sua pesquisa.

Diferentes problemas históricos exigem métodos diferentes para resolução, ou seja, a análise histórica a ser adotada depende da problemática a ser analisada, devendo-se considerar uma pluralidade de abordagens na HC, sem que nenhuma domine as demais (MARTINS, 2000; LAKATOS, 1987). Por exemplo, ao perguntar por que a maioria dos cientistas, em uma determinada época, aceitou ou rejeitou uma teoria ou hipótese, a pesquisa histórica será baseada em análises de fatores sociais da ciência. Entretanto, ao questionar se uma determinada teoria estava bem fundamentada de acordo com seu contexto científico, a pesquisa histórica deverá basear-se em fatores internos da ciência, ou seja, se a metodologia empregada era a mais adequada (MARTINS, 2005).

Um estudo completo contempla as duas abordagens. E é nesse panorama que se encaixa a abordagem contextual (AC) considerada como uma tendência para explorar os componentes históricos, filosóficos, sociais e culturais das ciências dentro da sala de aula, constituindo uma proposta para superar o entrave da demarcação entre o conceito científico e o contexto, como é salientado por Preste e Caldeiras (2009).

Uma abordagem contextualista é uma tendência que considera como se o conhecimento científico se desenvolve em meio aos conceitos abordados em sala, e que pode proporcionar a humanização da ciências e promover a compreensão dos seus aspectos (MATTHEWS, 1995).

Além disso, ela pode contribuir para o aperfeiçoamento do ensino de ciências por meio de conteúdos curriculares, experimentos e articulações com outros temas da ciência, estabelecendo desse modo, uma abordagem mais rica no desenvolvimento de uma alfabetização científica e compreensão do papel desempenhado na sociedade (MATTHEWS, 2002). Há também o interesse em tornar as aulas de ciências mais atrativas e desafiadoras, contribuindo também para formação de professores, a fim de fornecer subsídios que possam auxiliá-los em um entendimento mais autêntico sobre a epistemologia e a estrutura da ciência (MATTHEWS, 1995).

A AC procura uma abordagem histórica ampla, de modo que os aspectos históricos perpassem sobre diferentes conceitos, o que não deve se tratar de uma substituição dos conteúdos pela HC (MATTHEWS, 1995). É um processo que vai além dessa concepção, pode-se dizer que a AC inclui, as discussões em torno da Natureza da Ciência (NdC), e com isso pretende desmistificar as visões estereotipadas sobre a ciência, caracterizando a atividade científica próxima de seus contextos, levando ao estudo dos debates, controvérsias históricas e as mudanças do pensamento científico no decorrer da história, mas sempre atrelada aos conceitos trabalhados em sala de aula (SILVA, 2014).

A construção do conhecimento científico pode ser estabelecida através da divergência de ideias sobre determinado conceito científico. A partir de controvérsias de episódios históricos, que envolvem disputa entre filósofos ou o embate dentro da comunidade científica para concretizar o estabelecimento de hipóteses experimentais, é possível fazer contextualização em sala de aula (KIPNIS, 2001; MARTINS, 2006).



## 1.2 CONSIDERAÇÕES SOBRE HISTÓRIA DA CIÊNCIA POR MEIO DE UMA ABORDAGEM CONTEXTUAL

O saber científico é um dos conhecimentos considerados mais importantes na chamada sociedade do conhecimento e, segundo a UNESCO (1999), se tornou um pré-requisito para a formação de um “cidadão”<sup>3</sup> consciente e crítico sobre os acontecimentos do mundo. É também uma condição imprescindível para se entender a nova configuração da sociedade e o desenvolvimento científico, e, ainda, para a inovação e o crescimento local e nacional do país.

Sobre a relação entre a abordagem histórica no âmbito do ensino, Silva (2014) aponta que Matthews seria um dos maiores debatedores desta questão, pois consegue ampliar as discussões entre essas duas instâncias, bem como propõe debates entre as questões de interesses sociais que acabam por interferir na prática científica. A AC busca um enfoque do desenvolvimento histórico da ciência e suas implicações culturais, a ideia é incluir no currículo uma concepção mais humanizada a partir da relação entre a ciência e seus contextos mais amplos (MATTHEWS, 1994).

Ainda sobre a HC Duarte (2004) afirma que a HC para o Ensino de Ciências tem provocado mudanças significativas nos objetivos e abordagens estabelecidos. De acordo com a autora as potencialidades podem ser resumidas nos seguintes pontos:

- Fornece elementos do contexto de construção do conhecimento científico intrínseco a cada período histórico e, desse modo, pode auxiliar na melhor compreensão do desenvolvimento dos conceitos, pois a construção do conhecimento científico e a elaboração cognitiva dos estudantes apresentam semelhanças que possibilitam antecipar concepções/dificuldades apresentadas pelos estudantes;
- É ferramenta promotora da compreensão da Natureza da Ciência (NdC), ou seja, o conhecimento científico apresenta-se enquanto construção humana que está em constante transformação e que é influenciada pelo seu contexto sócio-histórico;

---

<sup>3</sup> A UNESCO (1999) e legislação brasileira (BRASIL, 2011) consideram que o aluno é um cidadão e como tal tem direito à cultura científica, enquanto uma construção humana situada historicamente. Doravante, utilizaremos esse termo por entendermos que ele agrega melhor a ideia de educação como um direito na sociedade do conhecimento.

- Proporciona o combate à ideia de que a ciência é a detentora da verdade e que, por meio dela, é possível alcançar todas as respostas para as questões colocadas pela humanidade, assim como a ideia de que apenas as teorias hoje consideradas corretas têm importância no desenvolvimento da ciência, sem destacar que aquelas que hoje estão obsoletas também foram significativas;
- Demonstra a ciência enquanto produto das ideias dos indivíduos de uma determinada época, em contraposição às ideias propagadas em biografias ou Episódios Históricos da vida apenas daqueles que obtiveram sucesso;
- Mostra que o conhecimento científico se desenvolve em conjunto com outros campos do saber (matemática, filosofia, geografia etc.) e que a ciência, por sua vez, interfere em cada um desses campos.

Décadas atrás, o pesquisador Michael Matthews, já preocupado com a situação do ensino de ciências, comentou sobre a evasão e os significativos índices de analfabetismo científico. Propondo uma resposta a essa situação fez o seguinte posicionamento quanto à importância do uso de história, filosofia e sociologia da ciência no ensino:

A história, a filosofia e a sociologia da ciência não têm todas as respostas para essa crise, porém possuem algumas delas: podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; podem tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral de matéria científica, isto é, podem contribuir para a superação do mar de falta de significação que se diz ter inundado as salas de aula de ciências, onde fórmulas e equações são recitadas sem que muitos cheguem a saber o que significam; podem melhorar a formação do professor auxiliando o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, ou seja, de uma maior compreensão da estrutura das ciências bem como do espaço que ocupam no sistema intelectual das coisas. Sendo esta epistemologia a origem do tipo de entendimento da disciplina. (MATTHEWS, 1995, p. 165).

Nesse contexto, a AC apresenta-se como significativa para se compreender a NdC quando aplicada ao estudo de Casos Históricos, e tal motivo se encontra bem claro na definição de AC estabelecida por Matthews (1995). Como destaca o estudioso, trata-se de uma abordagem voltada a alimentar a educação científica com HC, na medida em que se acrescentam os elementos constitutivos da dinâmica social e cultural do fazer científico e que são específicos de cada contexto estudado.

Oki e Mordilo (2008) apresentam que o surgimento AC é referente às primeiras décadas do século XX, mas foi por volta da década de 1940 que a proposta ganhou importância, através do químico e educador James Connant, ao incorporar em seus cursos de ciências o estudo de Episódios Históricos, tendo em vista que ele acreditava que estudar como a ciência se desenvolveu poderia contribuir na compreensão da NdC. É importante destacar também o trabalho de Holton, que propunha a relação entre conhecimentos específicos da Física e outros campos do saber, como Astronomia, Filosofia, História, Matemática, Química etc.

A utilização de episódios históricos em sala de aula pode ser desenvolvida a partir de atividades em que os alunos possam se envolver, por meio de um planejamento estruturado e mediado pelo professor (ANJOS; JUSTI, 2015). Semelhantemente a esta ideia Allchin (2004;2012) assim como Silva e Moura (2008) comentam que o estudo de episódios históricos pode fornecer subsídios para enriquecedoras discussões sobre a NdC em sala de aula, além de possibilitar o desenvolvimento de uma visão mais dinâmica do processo de construção e desenvolvimento do conhecimento científico.

A AC procura uma abordagem histórica abrangente, de maneira que os aspectos históricos se desdobrem sobre os diversos conceitos, o que não se trata de uma substituição dos conteúdos pela HC (MATTHEWS, 1995). Muito pelo contrário, seria algo que vai além desta ideia, pode-se dizer que a AC inclui de uma maneira geral, as discussões em torno da Natureza da Ciência, e por isso, pretende contribuir para desmistificar as visões estereotipadas sobre a ciência, e caracterizar a prática científica como uma atividade próxima dos seus contextos, o que acarreta no estudo dos debates, controvérsias históricas e mudanças do pensamento científico ao longo da história, mas de maneira atrelada aos conceitos que estão sendo trabalhados em sala de aula (SILVA, 2014).

Para Silva Filho (2002) a AC funciona como uma tendência que busca uma educação em ciências por meio dos aspectos históricos da ciência. Diante dessa definição, Freire Jr. (2002) advoga aspectos sobre o que ele denomina de tradição contextual, como argumentada por Matthews, e apresenta argumentos a favor dessa abordagem para o ensino de ciências. Para ele, dentre os compromissos de uma educação com base contextual, destaca-se contribuições sobre o conteúdo da disciplina científica, sua metodologia, suas limitações e o seu desenvolvimento histórico. Ademais, há também a importância de relacionar todas essas questões com assuntos específicos interligados aos

aspectos éticos, religiosos, culturais. Na tradição contextual, o ensino de ciências não deve ser reduzido apenas a um treino em ciências, mas uma educação sobre ciência, por isso, a AC busca uma educação científica que forneça as pessoas, instrumentos, os quais permitam a compreensão do papel da ciência na sociedade, surge assim, a integração entre ciência e história (FREIRE Jr., 2002).

### 1.3 A HISTÓRIA DA CIÊNCIA DENTRO DA PERSPECTIVA CIÊNCIA, TECNOLOGIA E SOCIEDADE

Embora convencionalmente o CTS e HC sejam tratados como linhas de pesquisa distintas, assume-se que existem muitos pontos em comum entre ambas. O principal deles, talvez o mais importante, seja o reconhecimento da natureza das ciências e das tecnologias como frutos do trabalho humano, inseridos em contextos sociais, culturais, políticos e ambientais específicos.

O mundo atual é notadamente influenciado tanto pela ciência quanto pela tecnologia. Tal influência é tão relevante que se pode falar em uma autonomização da razão científica em todas as esferas do comportamento humano. Essa autonomização resultou em fé no homem, na ciência, na razão, enfim uma fé no progresso (BERNARD e CROMMELINCK, 1992). As sociedades modernas passaram a confiar absolutamente na ciência e na tecnologia como se fossem uma espécie de divindade detentora de todo conhecimento. A lógica do comportamento humano passou a ser lógica da eficácia tecnológica e as suas razões passaram a ser as das ciências (BAZZO, 1998).

Alvim e Zanotello (2014) defendem que o ensino de ciências não deve ser limitado a mera capacidade aguçada para a resolução de exercícios e questionários fechados sobre conteúdo específico, mas deve estabelecer a construção de uma cultura científica, que situe a ciências historicamente, relacionando-as com suas esferas social, econômica e política. Isto contribui para uma formação crítica e reflexiva o que de fato é preconizado nos documentos oficiais com relação as orientações em pesquisas voltadas para o ensino de ciências.

Por isto, faz-se necessário uma reflexão aprofundada sobre qual a importância da HC no ensino de ciências, procurando meios de acabar com as barreiras que separam estas duas áreas a fim de interligá-las de maneira interdisciplinar. Desse modo, especialistas da área recomendam uma fundamentação historiográfica, epistemológica e contextual,

levando em consideração os pressupostos do movimento CTS (Ciência, Tecnologia e Sociedade) (OLIVEIRA, 2014).

Quando adotamos a ciência como objeto da história, essas abordagens teórico-metodológicas sempre estarão relacionadas ao papel que a natureza exerce nesse processo de compreensão HC, pois existe um questionamento relacionado ao modo de se fazer HC, se os diferentes aspectos teóricos e metodológicos dessa historiografia interferem no modo de compreensão do processo histórico da ciência torna-se vital analisar os diferentes matizes da historiografia da ciência e buscar uma identidade (VIDEIRA, 2007).

Nesse sentido a história das ciências pode fornecer subsídios para responder algumas questões importantes sobre ciências, podemos perguntar, por exemplo, por que uma teoria científica foi escolhida e não outra? O que garante que a teoria escolhida é verdadeira? Existe apenas uma “verdade” científica? Como são feitas estas escolhas? Estas questões poderiam tranquilamente estar presentes no ensino de ciências, tornando-o mais problematizador e diminuindo o caráter dogmático e conteudista.

O conhecimento histórico procura compreender os processos humanos e suas relações com diferentes espaços e tempo, bem como, analisar diferentes influências sociais, políticas, culturais e ambientais que acarretaram a construção das sociedades. Deste modo, segundo Neves e Farias (2008) ensinar química envolve desenvolver a compreensão de uma atividade humana, que transforma o meio seja natural ou artificial, portanto, ensinar química fora de seu contexto histórico e social é ignorar seu passado.

Deste modo, Díaz (2002) destaca que a perspectiva CTS no ensino de ciências pretender tornar explícitas as relações entre ciência, tecnologia e sociedade à luz da HC. Sendo assim, discutir estas relações de forma contextualizada, concebendo a ciência como fruto da criação humana e não suscetível às intempéries, desenvolvendo-se permeada pela ação reflexiva de quem sofre/age as diversas crises inerentes a esse processo de desenvolvimento é fundamental para promoção de uma educação científica emancipadora

Nesta perspectiva, Fernández et al (2010) consideram que o ensino de química, com uma abordagem histórica, adquire importância quando incorpora aspectos associados a gênese e evolução dos conceitos científicos, permitindo dimensionar o caráter mutável das ciências, desfazendo a neutralidade científica e compreendendo-as como processo de construção com suas dimensões sociais, políticas e culturais.

A HC pode ser utilizada em diversos contextos, desde a aprendizagem da própria HC até o ensino CTS, onde se apropriar de exemplos, fatos e narrativas podem promover o desenvolvimento do pensamento crítico.

Com essa linha de contribuições e interfaces estende-se, no mínimo, que a própria História da Ciência e Tecnologia (HCT) é uma ferramenta relevante para o aprendizado científico e inovação tecnológica, ao invés de ser uma pura erudição, ilustração, reprodução ou modificação da “Cultura” de Ciência e Tecnologia. Ela pode sim auxiliar, junto com outras áreas e atuações, a promover a cidadania em geral [...] existe um campo CTS que aglutina aqueles que pensam sobre política, sobre a inovação, sobre os mercados, sobre a educação e sobre o conhecimento público de C&T e aí reside a HCT (OLIVER, 2010, p. 12).

Acreditamos que essa visão pode ser facilitada por meio de uma abordagem que relacione os conhecimentos históricos dentro de uma perspectiva CTS, proporcionando o desenvolvimento de um senso crítico.

A HC em uma perspectiva CTS apresenta-nos a possibilidade de compreender a ciência como parte de uma rede de conhecimentos intrínsecos, que está associada com o mundo de forma dinâmica e não de forma estática, que está em permanente processo de construção e, assim, cada indivíduo influencia e é influenciado por ela. Da mesma forma, os avanços tecnológicos, as intempéries sociais e políticas e as interferências ambientais são frutos desta história socialmente construída (OLIVEIRA; ALVIM, 2017).

O movimento CTS surgiu, por volta do ano de 1970, com o objetivo de questionar a ciência e a tecnologia, apresentando, naquele momento, um viés bastante tecnocrático. A perspectiva CTS recebeu contribuições muito significativas da reflexão oriunda da história, filosofia e sociologia da ciência, da economia e da psicologia industrial, que pretendiam fomentar nos cientistas e tecnólogos a conscientização da projeção social do seu trabalho e uma melhor compreensão da ciência e da tecnologia junto ao público, com a finalidade de resolver problemas sociais com elas relacionados (ACEVEDO; VÁSQUEZ; MANASSERO, 2002).

Santos e Schnetzler compreender os aspectos históricos que envolveram as ciências e as tecnologias permitem a realização de uma ancoragem entre determinados conteúdos científicos e tecnológicos e os aspectos sociais relacionados (economia, política, cultura e até mesmo artística), apresentando aos estudantes a correlação entre diversos saberes e a suscetibilidade sociopolítica-cultural inerente ao fazer ciência e sua relação com nossas vidas cotidianas (SANTOS; SCHNETZLER, 2003).

Ainda sobre a perspectiva CTS muitos pesquisadores realizaram categorizações com relação aos trabalhos CTS Aikenhead (1994), por exemplo, classificou os aspectos

CTS em oito categorias de acordo com integração na proposta dos currículos de ciências. A categorização e as diferenças destacadas estão explicitadas no Quadro 1.

**Quadro 1:** Categorias de ensino de CTS.

<b>Categorias</b>	<b>Descrição</b>	<b>Exemplos</b>
1. Conteúdo de CTS como elemento de motivação.	Ensino tradicional de ciências acrescido da menção ao conteúdo de CTS com a função de tornar as aulas mais interessantes.	O que muitos professores fazem para “dourar a pílula” de cursos puramente conceituais
2. Incorporação eventual do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de pequenos estudos de conteúdo de CTS incorporados como apêndices aos tópicos de ciências. O conteúdo de CTS não é resultado do uso de temas unificadores.	<i>Science and Technology in Society (SATIS, UK), Consumer Science (EUA), Values in School Science (EUA).</i>
3. Incorporação sistemática do conteúdo de CTS ao conteúdo programático.	Ensino tradicional de ciências acrescido de uma série de pequenos estudos de conteúdo de CTS integrados aos tópicos de ciências, com a função de explorar sistematicamente o conteúdo de CTS. Esses conteúdos formam temas unificadores.	Havard Project Physics (EUA), Science and Social Issues (EUA), Nelson Chemistry (Canadá), Interactive Teaching Units for Chemistry (UK), Science, Technology and Society, Block J. (EUA). Three SATIS 16-19 modules (What is Science? What is Technology? How Does Society decide? – UK).
4. Disciplina científica (Química, Física e Biologia) por meio de conteúdo de CTS	Os temas de CTS são utilizados para organizar o conteúdo de ciências e a sua sequência, mas a seleção do conteúdo científico ainda é a feita partir de uma disciplina. A lista dos tópicos científicos puros é muito semelhante àquela da categoria 3, embora a sequência possa ser bem diferente.	ChemCon (EUA), os módulos holandeses de física como Light Sources and Ionizing Radiation (Holanda: PLON), Science and Society Teaching units (Canadá), Chemical Education for Public Understanding (EUA), Science Teachers’ Association of Victoria Physics Series (Austrália).
5. Ciências por meio do conteúdo de CTS	CTS organiza o conteúdo e sua sequência. O conteúdo de ciências é multidisciplinar, sendo ditado pelo conteúdo de CTS. A lista de tópicos científicos puros assemelha-se à listagem de tópicos importantes a partir de uma	Logical Reasoning in Science and Technology (Canadá), Modular STS (EUA), Global Science (EUA), Dutch Environmental Project (Holanda), Salters’ Science Project (UK)

	variedade de cursos de ensino tradicional de ciências.	
6. Ciências com conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do ensino. O conteúdo relevante de ciências enriquece a aprendizagem.	Exploring the Nature of Science (Ing.) Society Environment and Energy Development Studies (SEEDS) modules (EUA), Science and Technology 11 (Canadá)
7. Incorporação das Ciências ao conteúdo de CTS	O conteúdo de CTS é o foco do currículo. O conteúdo relevante de ciências é mencionado, mas não é ensinado sistematicamente. Pode ser dada ênfase aos princípios gerais da ciência.	Studies in a Social Context (SISCON) in Schools (UK), Modular Courses in Technology (UK), Science A Way of Knowing (Canadá), Science Technology and Society (Austrália), Creative Role Playing Exercises in Science and Technology (EUA), Issues for Today (Canadá), Interactions in Science and Society – vídeos (EUA), Perspectives in Science (Canadá)
8. Conteúdo de CTS	Estudo de uma questão tecnológica ou social importante. O conteúdo de ciências é mencionado somente para indicar uma vinculação com as ciências.	Science and Society (UK.), Innovations: The Social Consequencies of Science and Technology program (EUA), Preparing for Tomorrow's World (EUA), Values and Biology (EUA).

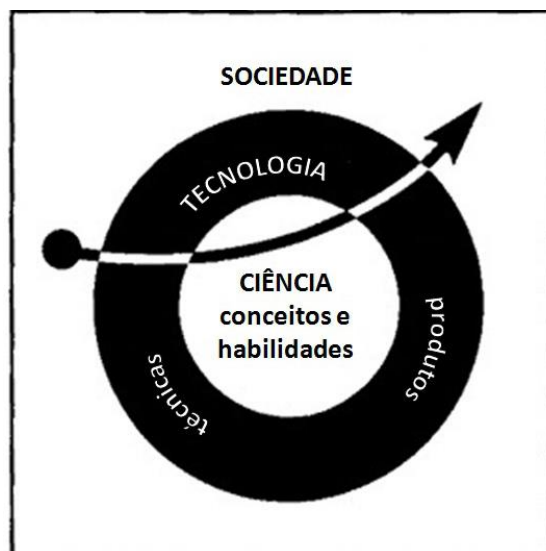
Fonte: AIKENHEAD, 1994, p. 55-56. [tradução nossa].

A fim de favorecer as articulações entre Ciência, Tecnologia e Sociedade, Aikenhead (1994) propôs um modelo pedagógico para o ensino de ciências representado na Figura 1.

Nesse modelo, um problema ou objeto de estudo inicia-se por uma questão de interesse social relacionada a conhecimentos científicos e tecnológicos. Nessa perspectiva, os conteúdos de ciências são apresentados para entender o tema e a tecnologia envolvida, retomando-se os aspectos tecnológicos e sociais, com o apoio dos conhecimentos científicos. Dessa maneira, o autor indica que o aprendiz poderia ser capaz de apontar soluções e tomar decisões sobre a questão social tratada. Nesse tipo de abordagem, a contextualização deixa de ser uma mera exemplificação do cotidiano e torna-se o princípio que norteará o estudo.

**Figura 1:** Modelo metodológico proposto por Aikenhead (1991) para o ensino CTS.





Fonte: Akahoshi (2012).

As autoras Pedretti e Nazir (2010) também realizaram um trabalho de categorização do CTS, elas fizeram um mapeamento das correntes de trabalho do campo Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA)<sup>4</sup> dentro dos últimos 40 anos, do ponto de vista de objetivos da educação científica. De acordo com as autoras, é apropriado o uso das correntes quando concebemos a educação CTSA como um vasto campo de ideias, princípios e práticas que se sobrepõem e se relacionam. Não existe correntes mutuamente exclusivas, mas correntes ou conjunto de ideias que se juntam para formar rotas potenciais disponíveis para os acadêmicos e professores que percorrem o caminho do CTSA. Vale ressaltar que essas correntes mudam constantemente. Algumas correntes acabam se dissolvendo, enquanto outras ideias podem se fundir para formar novas correntes e ideias de diferentes correntes podem se relacionar.

O mapeamento realizado pelas autoras foi através de alguns códigos e descritores que culminaram nos seguintes descritores e critérios finais: foco, objetivos da educação, abordagens dominantes e estratégias.

De acordo com os critérios supracitados foram elencadas seis correntes CTSA

---

<sup>4</sup> A denominação CTS e CTSA divide opiniões entre os pesquisadores, com alguns afirmando que a preocupação ambiental é algo inerente ao campo CTS e, portanto, já está implícita na tríade; enquanto outros entendem ser necessário adjetivar esse campo de conhecimento para conferir destaque à dimensão ambiental, historicamente esquecida (SANTOS, 2007, 2012; VILCHES et al., 2011). Para o presente trabalho com relação as discussões da HC e AC adotamos a sigla CTS.

- 1) **Corrente de aplicação/Design** ressalta a ligação entre ciência e tecnologia estimulando os alunos na resolução de problemas e desenvolvimento de novas tecnologias.
- 2) **Histórica** tem a ciência como fruto do empreendimento humano.
- 3) **Raciocínio Lógico** relacionada ao aprimoramento e tomada de decisão dos alunos com relação as questões sociocientíficas (QSC).
- 4) **Centrada no Valor** o principal objetivo dessa corrente é a promoção da cidadania e da responsabilidade cívica.
- 5) **Sociocultural** ressalta a ciência e tecnologia como instituições sociais. (6) **Socio-Ecojusta** centralizada nas ações humanas para resolução de problemas relacionados aos impactos tecnológicos. A figura 2 sintetiza os principais aspectos e objetivos das diferentes correntes CTSA.

A figura 2 sintetiza os principais aspectos e objetivos das diferentes correntes CTSA.

**Figura 2:** Principais aspectos de cada corrente CTSA.

CORRENTE	FOCO	OBJETIVOS DA CIÊNCIAS	EXEMPLOS DOMINANTES	EXEMPLOS DE ESTRATÉGIAS
<b>Aplicação Design</b>	Resolver problemas por meio da concepção de novas tecnologias ou modificação de uma tecnologia existente com ênfase na investigação de habilidades.	Utilitarista, prático, solução de problemas, transmissão de conhecimento disciplinar e habilidades técnicas.	Cognitivo, experiencial, pragmático e criativo.	Aprendizagem baseada em problemas projetando e construindo artefatos.
<b>Histórica</b>	Compreender o histórico e a imersão sociocultural de ideias científicas e trabalho dos cientistas.	Cultural e intelectual realização de valor intrínseco (interessante, emocionante, necessário)	Criativo, reflexivo e afetivo.	Estudos de casos históricos, encenação, drama e simulações.
<b>Raciocínio Lógico</b>	Compreender os problemas para tomada de decisões sobre questões sociocientíficas por meio da consideração de evidência empírica.	Cidadania, responsabilidade cívica, tomada de decisão (pessoal e social) transação de ideias.	Reflexivo e cognitivo.	Uso de questões científicas análise de risco, benefício análises das partes interessadas, uso de argumentação, modelos de tomada de decisão por meio de debates
<b>Centrada no Valor</b>	Compreender os problemas a fim de tomada de decisão sobre questões socio científicas por meio da consideração da ética e raciocínio moral.	Cidadania, responsabilidade cívica, tomada de decisão (pessoal e social) transação de ideias.	Afetivo, moral, lógico e crítico.	Estudos de caso de questão sociocientíficas, uso de moral filosófica, frameworks, esclarecimento de valores, e tomada de decisão moral.
<b>Sociocultural</b>	Compreender a ciência e a tecnologia existindo dentro de um contexto social mais amplo.	Realização cultural e intelectual, transação de ideias.	Experiência holística reflexiva e afetiva.	Estudo de caso com uso de questões sociocientíficas, inclusão de alternativa, sistemas de conhecimento por exemplo, tradicional e espiritual, narrativa e currículos integrados.
<b>Socio-ecojusta</b>	Criticando e resolvendo questões sociais e problemas ecológicos por meio de agência ou ação humana.	Cidadania, responsabilidade cívica, solução de problemas, transformação por meio de agência, emancipação	Experiência criativa, afetiva, reflexiva, crítica com base no local.	Uso de questões sociocientíficas, estudo de caso, projetos comunitários, debates desenvolvendo planos de ação por meio de uso de contextos local e global.

Fonte: Pedretti e Nazir (2010).

Dentre as seis correntes CTSA mapeadas por Pedretti e Nazir (2010), o presente trabalho destaca a **Corrente Histórica**, caracterizada por conceber a ciência como uma atividade inteiramente humana, centrada na compreensão das questões sociohistóricas com relação ao trabalho dos cientistas. As principais críticas com relação ao ensino de ciências são a sua descrição de maneira descontextualizada e desumanizada. (HODSON, 1998). Logo a utilização da HC dentro de uma perspectiva de corrente CTS histórico pode

contribuir para solucionar os problemas de descontextualização. Para Pedretti e Nazir (2010) é possível resolver esses problemas por meio de três caminhos diferentes: por meio da utilização de incidentes da vida dos cientistas, questionamento dos métodos científicos e incidentes sociocientíficos.

Para Santos (2003) a HC em uma perspectiva CTS tem um papel muito importante, que é o de subsidiar um número de situações variadas que podem estabelecer de forma ilustrativa as relações entre ciência-tecnologia-sociedade, permitindo, então, incursões relevantes dentro do modelo CTS, que não abordarão somente a aprendizagem de conteúdos científicos, mas também todos os aspectos sociais e tecnológicos envolvidos.

Com esta discussão, não só se conseguirá facilitar aos alunos a compreensão dos conteúdos científicos como também considerar-se-á outros efeitos extremamente valiosos: a percepção de uma ciência não separada em compartimentos estanques, mas sim uma “ciência” unitária, um todo global que, além disso, estaria em contínua evolução, interagindo de forma multidirecional com outros muitos fatores e saberes. Isto é, a imagem de uma ciência não dogmática, cujo caráter interdisciplinar seria destaque. E assim mesmo, se promoveria a reflexão para os problemas sociais. (SANTOS, 2003, p. 404, tradução nossa).

A HC pode ser aplicada em diferentes contextos, tanto em relação a aprendizagem da própria HC quanto ao ensino CTS, onde exemplos, fatos, narrativas podem promover o desenvolvimento do pensamento crítico. Devido essa linha de contribuição e suas possíveis interfaces, compreende-se que a própria história da ciência e tecnologia (HCT) é uma ferramenta de grande importância para o aprendizado científico e inovação tecnológica, e não puramente erudição, ilustração, reprodução ou modificação da “cultura” de C&T.

A fecundidade da reflexão histórica sobre o conhecimento reside menos na apresentação do “sucesso” das teorias e personalidades, e mais na potencialidade que a HC possui em analisar a produção de um dado conhecimento, a partir de suas relações com o contexto social, cultural, intelectual, religioso e político-econômico no qual este conhecimento gerado e desenvolvido. E esta observação contribui decisivamente para uma reflexão mais crítica sobre o processo do “fazer” científico e sobre sua condição de objeto sociocultural de uma determinada sociedade, promovendo uma educação científica mais crítica e cidadã. Neste sentido, a história se apresenta como cultura e tem um papel significativo de compreender a interligação dos diversos fatores que influenciaram e influenciam o desenvolvimento da ciência e tecnologia. É como compreender a ciência como fruto da construção humana, diante de uma determinada época, de acordo com uma

demanda e uma sociedade específica, caracterizada como uma atividade não neutra, tampouco ahistórica (OLIVEIRA; ALVIM, 2017).

Ainda segundo Oliveira e Alvim (2017), é possível inferir que um dos principais elos entre HC e a perspectiva TS está dentro da esfera da história cultural das ciências, pois compreende a ciência de forma ampla por meio de um conjunto de fatores interligados que proporcionam a sua construção, através do diálogo estabelecido com a sociedade na qual é produzida. Podemos inferir que um dos elos possíveis entre a HC e a CTS está contido na história cultural das ciências, pois esta compreende a ciência como um conjunto amplo de fatores que interligados possibilitaram sua construção, através do diálogo com a sociedade na qual é produzida.

A ciência, enquanto discurso humano sobre a natureza, reflete a construção e organização dos conhecimentos sobre o mundo natural em determinado período. A organização destes conhecimentos em torno a uma lógica própria consiste na produção do conteúdo que esta área do conhecimento/ciência irá se deter. Deste modo, o conteúdo científico é selecionado, organizado e construído pelo homem, atendendo aos anseios, as necessidades e as experiências culturais do seu tempo histórico. O conhecimento científico não é autônomo em relação ao homem, como os positivistas entendiam a ciência, mas possui uma natureza histórica (ALVIM, p. 03, 2012).

Santos (2009) aponta que o ensino de ciências numa perspectiva histórica deve se desenvolver na forma de uma ciência como cultura, ou seja, um novo contexto que aponta para uma nova educação científica, pois o ensino de ciências ainda é tradicional, conteudista.

Desse modo, podemos inferir que um dos elos possíveis entre HC e perspectiva CTS está dentro da história cultural da própria ciência por compreender a ciência de forma ampla através de um conjunto de fatores que quando interligados proporcionam sua construção dialogando com a sociedade na qual é produzida.

De acordo com Solbes (2013) as competências essenciais para uma educação científica que valorize as discussões de HC numa perspectiva CTS são:

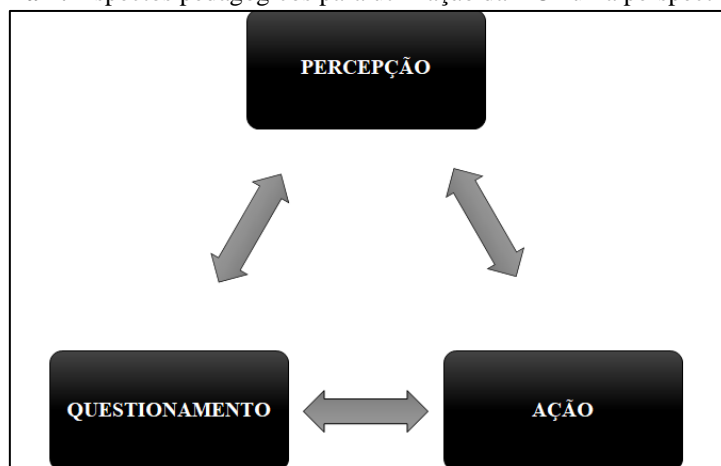
1. Compreender a ciência como atividade humana e suas múltiplas relações CTSA.
2. Estar informado sobre o tema, sem limitar-se ao discurso dominante, questionando a validade dos argumentos, recusando conclusões não baseadas em

provas e avaliando a credibilidade das fontes levando em conta os interesses subjacentes.

3. Estudar as questões sociocientíficas de maneira integral em sua complexidade, de maneira que se envolvem dimensões científicas, técnicas, éticas, culturais, sociais, econômicas, ambientais etc.
4. Realizar juízos éticos em torno das questões científicas analisando a contribuição dela para a satisfação de necessidades humanas.
5. Chegar a conclusões que levem a tomada de decisões fundamentadas e promover ações para o melhoramento da qualidade de vida.

Além dessas possíveis competências destacada por Solbes (2013), as autoras Oliveira e Alvim (2017) apontam uma proposta pedagógica de HC dentro de perspectiva CTS que se relacionam e estão representada pelos três aspectos do Esquema 1.

**Esquema 1:** Aspectos pedagógicos para utilização da HC numa perspectiva CTS.



Fonte: autora.

Esses três aspectos emergiram da análise realizada pelas autoras de alguns trabalhos que mostraram as diferentes abordagens CTS voltada para o ensino de ciências. Procurando destacar as abordagens que apresentavam potencialidade do ensino da HC e uma educação CTS. O primeiro aspecto é a **percepção**: uma maneira de olhar o mundo de forma diferente, através de uma educação científica que seja capaz de contribuir para um conhecimento significativo, com ênfase nas questões científicas, tecnológicas e sociais de interesse dos alunos, apresentando o conteúdo científico a partir de sua historicidade; **questionamento**: promover uma educação científica questionadora e não

dogmática, que possa contribuir na busca de respostas às questões que envolvem aspectos científicos e tecnológicos e suas implicações sociais, políticas e ambientais ao longo da história e nos dias atuais e futuros; **ação:** Desenvolvido os dois primeiros aspectos, percepção e questionamento, podemos seguir para uma educação ativa, onde o professor seja capaz de estimular e desenvolver competências essenciais para que os indivíduos sejam capazes de lidar com problemas reais de diferentes naturezas, tendo condições de realizarem uma leitura crítica da realidade e atuarem conscientemente na mesma.

Assim, o processo de reconstrução do ensino de ciências, através da HC através de uma perspectiva CTS, mostra-se como uma alternativa interessante para contextualização do processo científico, porém deve-se levar em conta o empenho necessário no aprofundamento sobre a historiografia da HC, com a finalidade de superar antigas concepções sobre as ciências, que levaria a uma educação CTS acrítica. Desse modo, o presente trabalho segue como proposta a utilização da HC ancorada numa AC e com aspectos da CTS, especificamente, no que se refere a corrente histórica do CTS destacada por Pedretti e Nazir (2010).

### 3. CAPÍTULO 2

Neste capítulo discutiremos o que são os instrumentos científicos C&T; a sua classificação dentro da cultura material; como se dá o processo historiográfico de investigação desses objetos; a importância com relação aos seus estudos históricos e os possíveis entraves ao se desenvolver a biografia de um objeto C&T. Além de explorar a importância do patrimônio cultural da ciência para pesquisa.

#### 3.1. UMA BREVE NOÇÃO DA HISTORIOGRAFIA DA CIÊNCIA

A historiografia é uma modalidade bastante frutífera da investigação histórica porque é capaz de revelar e estabelecer comparações analíticas em relação às divergências existentes dentro do próprio processo de desenvolvimento de produção da história (SILVA; BORTOLOTTI, 2018). De acordo com Magalhães (2015) “todas as ciências são fundamentais: a ciência histórica, suas teorias e experimentos se inserem na história humana”. Sendo assim, a historiografia apresenta-se como um proveitoso campo do conhecimento por apresentar um vasto conjunto de fontes possíveis para análise.

Para desenvolver uma investigação de natureza historiográfica é necessário elevar a produção do historiador, ou seja, o texto produzido deliberadamente pelo profissional do campo teórico da história, considerando as fontes primárias. Magalhães destaca, “Há uma divisão tradicional entre documentos primários ou secundários, mas esta não é uma categorização rígida, dependendo do uso do material” (MAGALHÃES, 2015, p. 8). É por isso que, ao sumarizar as possibilidades de fontes que o historiador da ciência pode utilizar, não deve deixar de incluir em sua lista livros e artigos científicos” (MAGALHÃES, 2015) como fontes legítimas para o desenvolvimento de uma investigação científica.

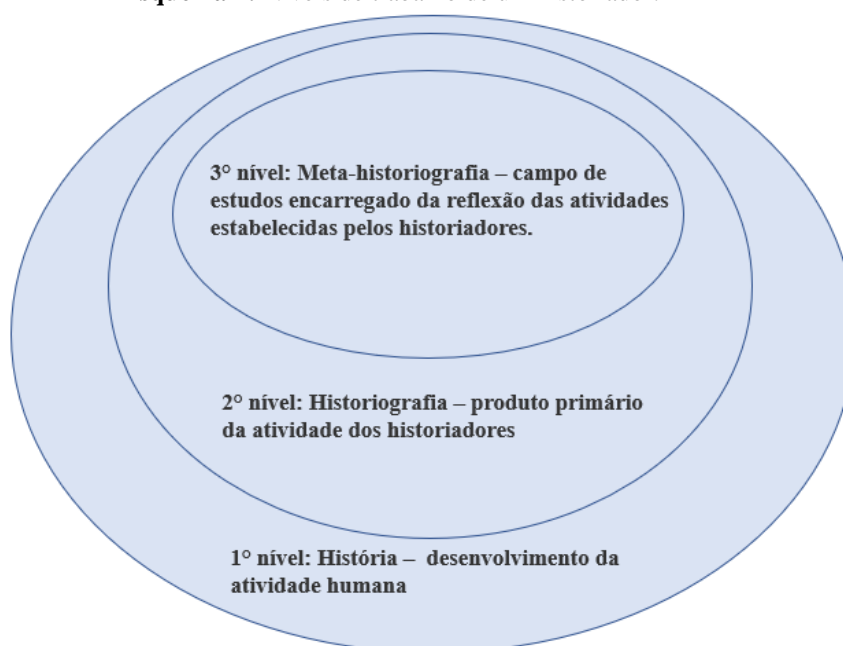
Segundo Martins (2005), frequentemente, em uma pesquisa de HC, são utilizados documentos de diversos tipos. É comum, classificá-los em fontes primárias (material da época estudada escrito pelos pesquisadores estudados) e fontes secundária (estudos historiográficos e obras de apoio a respeito do período dos autores investigados). A distinção entre fontes primárias e secundárias é simples, no entanto, há casos em que o tipo de fonte irá depender do objeto de estudo da pesquisa. Por exemplo, se o objeto de estudo for o sistema de comunicação entre os membros da Royal Society, todas as correspondências entre seus membros serão fontes primárias. Mas, se o objeto de estudo for a obra de Francis Bacon, os comentários biográficos eventualmente encontrados nessa

correspondência poderão ser considerados como fontes secundárias (MARTINS, 2005). O indicado é a busca por fontes “originais” de um autor, quanto mais o pesquisador se aproxima dessas fontes mais fiel será a relação ao seu trabalho.

Esclarecida as primeiras dúvidas associadas à validade de uma investigação histórica cujo objeto, seja por definição, uma obra, ou um conjunto de obras, definidas como pertencentes à historiografia da ciência, surgem outros questionamentos: como investigar um documento fruto da produção de um historiador? Como analisar um documento que já é fruto da investigação de outro historiador?

A utilização do trabalho meta-histórico proposto no texto de Martins (2004) apresenta-se como um bom mecanismo para solucionar os problemas supracitados sobre a pesquisa historiográfica (SILVA; BORTOLOTTI, 2018), tendo em vista que essa modalidade de investigação tem como principal objeto de análise a própria historiografia. Para Martins, “história” não deve ser confundida com “historiografia”. A primeira corresponde ao conjunto de todas as situações e acontecimentos de uma época específica, ou seja, objeto de análise. Já a segunda seria o produto primário da atividade realizada pelos historiadores mediante observação de características de uma determinada época. O esquema a seguir representa graficamente as ideias apresentadas por Martins:

**Esquema 2:** Níveis de trabalho de um historiador.



Fonte: elaborado pela autora, a partir de Martins (2004)



A HC é o principal objeto de estudo na esfera da Historiografia, que é produzida por historiadores, nos quais, os acontecimentos e situações tornam-se o foco do trabalho e estudo desses pesquisadores. Martins (2004), afirma que a historiografia é o produto primário da atividade dos historiadores, é essencialmente constituída por textos escritos. Ela é o reflexo sobre os acontecimentos históricos, mas permite um novo caráter discursivo. A HC existe de forma independente da existência dos historiadores da ciência. Ela é marcada pelas atividades e produções dos cientistas e seu contexto. A historiografia, por outro lado, só pode existir se houver historiadores da ciência. E é concebida através dos artigos, livros e outros textos que descrevem a atividade científica e proporcionam uma reflexão sobre ela. Desse modo, a HC seria a reconstrução das atividades humanas não só com base nos trabalhos científicos, mas na própria atividade científica em si, com métodos, teorias, controvérsias e contribuições de diferentes áreas que de certo modo estão relacionadas de forma intrínseca aos fenômenos estudados e os seus contextos que vão além da ciência.

É importante destacar que boa parte do material sobre HC (livros, documentos, sequências de ensino e aprendizagem, oficinas temáticas), derivam do campo da historiografia, que por sua vez, possibilita a superação sobre a visão de linearidade da ciência, pautada no desenvolvimento científico como momentos de grandes descobertas, como se fosse algo meramente espontâneo (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014).

A história pode ser considerada como um conjunto de acontecimentos, fatos, situações, que ocorreram no passado, e a historiografia pode ser definida como a produção dos historiadores e seus discursos sobre a história. Discurso este que deve ser apresentado por meio de texto crítico a fim de expor a interpretação de fatos históricos (MARTINS, 2004). A historiografia contribui para evitar a repetição de erros do passado; o que de fato é extremamente importante na resolução de problemas metodológicos e conceituais que determinada disciplina pode apresentar no presente; além de proporcionar, através da análise da origem de determinadas questões, observar como uma área do conhecimento percorreu certos caminhos; é eficaz na identificação das diversas influências sociais, políticas, econômicas e pessoais que um cientista ou a ciência sofreu.

Historiografia é, então, a escrita da história, mas não apenas isso. É um campo teórico preocupado com a pesquisa da história; em como coletar os dados dessa pesquisa; quais os critérios de escolha dos dados; como analisar os dados coletados; qual orientação teórica utilizar. Todas essas e outras mais são questões que envolvem o trabalho

historiográfico ou meta-historiográfico, uma reflexão sobre a atividade dos historiadores, como alguns historiadores preferem denominar (Martins, 2004). Assume-se, portanto, que a pesquisa historiográfica, como qualquer pesquisa em qualquer campo do conhecimento, irá definir critérios arbitrários para direcionar sua investigação. Esses critérios estão baseados na concepção epistemológica e científica que se tem do objeto de estudo e da própria história (CRUZ, 2006).

O presente trabalho faz uso da historiografia a partir da utilização de fontes primárias; que são os objetos de ciências e tecnologias selecionados dentro do Centro de Memória da Ciência e da Tecnologia do Estado de Sergipe. Para Constante e Barichello (2018) uma fonte é considerada primária se o material de análise é original, secundária quando traz resultados de interpretação e avaliação realizados da fonte primária e terciária sempre que traz a reunião de todos os dados resultantes das fontes primária e secundária

### 3.2. DO PATRIMÔNIO CULTURAL AO PATRIMÔNIO CULTURAL DA CIÊNCIA E TECNOLOGIA (PCC&T)

A reflexão em torno do patrimônio cultural não é algo fácil, é um campo amplo que exige um olhar atento com relação aos contextos e atribuições assumidas. O patrimônio cultural deve ser visto como algo diferenciado por meio de significados, valores, sentidos e desejos que podem ser materializados no nosso dia a dia de diferentes maneiras. O patrimônio cultural:

são objetos/monumentos que se destacam dos demais por um processo de significação, que se formaliza quando da escolha para que façam parte desse conjunto. O que os diferencia dos demais, na moderna concepção pelo viés da Museologia, inclui a noção de comunicação, que pode traduzir-se de formas diferentes: significância, simbolismo, conotação cultural, metáfora etc.” (LOURENÇO; GRANATO, 2015, p. 58).

Para Knauss (2008) “o patrimônio cultural não se define como dado, mas como construção social e histórica e que se oferece à interpretação histórica”. A relação com o Patrimônio Cultural pode se desenvolver em diferentes espaços. No entanto, seu enriquecimento pode ser estabelecido na medida em que encontra locais específicos, como exemplo um museu, que com sua construção narrativa potencializa os diferentes sentidos da “coisa” patrimonializada (ARAÚJO, 2019).

O patrimônio cultural de uma nação engloba todos os bens tangíveis e intangíveis que assumem valores culturais (estético, artístico, científico, arquitetônico, histórico etc.) para a sua sociedade. Eles são assim separados para serem protegidos, de maneira que as gerações futuras deles possam desfrutar. A Declaração de Caracas define de forma ampla esse conceito<sup>5</sup> (LOURENÇO; GRANATO, 2015).

Lourenço e Granato (2015, p. 51) apontam que, no “rastros dos novos valores atribuídos e de “novos patrimônios” considerados pela sociedade contemporânea, que são diversos e se ampliam em variedade à medida que o século XX avança e adentramos o século XXI, se insere o patrimônio cultural relacionado à Ciência e Tecnologia (C&T).” Por ser um conceito de certa forma relativamente recente, ainda necessita de aprofundamento e consolidação, principalmente ao nível de definição e delimitação do campo teórico.

A utilização desse termo parece estar subordinada a contingências de natureza política decorrente das agendas de sensibilização e preservação. No início do século XXI, o Conselho da Europa julgou necessário adotar o termo “patrimônio universitário”, pela urgência e conscientizar as universidades europeias para o extraordinário patrimônio cultural que possuíam e estava em risco (SOUBIRAN et al., 2009)

O conceito é duplamente derivado, ou seja, por um lado, patrimônio cultural e, por outro, da Ciência e Tecnologia, o que provoca intersecções e campos múltiplos, onde há o encontro entre os diferentes tipos de patrimônios sejam eles antigos ou recentes, isso torna complexa a delimitação do campo teórico. A terminologia utilizada é bem ampla, registrando-se critérios relacionados a epistemologia, e disciplinas institucionais, entre outros, para se referir ao mesmo objeto. Existem diferentes terminologias “patrimônio científico”, “patrimônio histórico-científico” e “patrimônio da ciência”. De acordo com as instituições onde se ensina e produz o conhecimento científico, surgem termos como, “patrimônio universitário” e “patrimônio escolar” (LOURENÇO; GRANATO, 2015). A compreensão de todo e qualquer patrimônio como expressões culturais implica em aspectos políticos que orientam critérios, métodos e regulamentos que acabam por determinar o que pode ser considerado como tal (LOURENÇO; WILSON, 2013).

---

<sup>5</sup> O Patrimônio Cultural de uma nação, de uma região ou de uma comunidade é composto de todas as expressões materiais e espirituais que lhe constituem, incluindo o meio ambiente natural" (THE INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS, 1992).

A Ciência e a Tecnologia proporcionam o desenvolvimento de produção de conhecimento gerando diferentes produtos, que merecem ser reconhecidos como patrimônio da sociedade. Para compreender a tipologia desse patrimônio, é importante deixar de lado a ideia de patrimônio como algo puramente estático. Geralmente a ideia de patrimônio está associada apenas a artefatos que possuem determinada beleza e valor estético (ARAÚJO, 2019).

Além disso, a Ciência e a Tecnologia estão presentes em muito do que fazemos e somos. Apresentam dimensões globais e locais de cunho político e social. As inúmeras ramificações e intersecções projetadas na cultura e sociedade tornam o estudo mais complexo, mas ao mesmo tempo interessante e estimulante. O patrimônio C&T é uma subcategoria dentro do patrimônio cultural, e o enquadramento teórico e metodologias deste são, numa primeira abordagem, suficientes. Por ser uma subcategoria emergente, à medida que dados empíricos são coletados e os estudos específicos diversificados e aprofundados, o corpo teórico, as relações com outras áreas dos saberes e as práticas desenvolvidas vão adquirindo especificidades e consistência (LOURENÇO; GRANATO, 2015).

O patrimônio cultural material indicado pelos objetos de ciência e tecnologia (os denominados instrumentos científicos) está diretamente ligado à identidade dos grupos formadores da ciência e suas diversas áreas. Representam valores e significados que estruturam os contextos sociais e políticos do ensino e da pesquisa na sociedade, no tempo e no espaço (GOUVÊA, 2009). Além disso, a partir de um olhar mais atento com relação ao patrimônio C&T é possível compreendê-lo como herança cultural. Para Poulot (2009, p.12), “a história do patrimônio é amplamente a maneira como a sociedade constrói seu patrimônio”. É a história que conta como as sociedades escolheram seus bens culturais eleitos como legados a serem transmitidos às futuras gerações. Estudos recentes sobre objetos, coleções, museus e patrimônios refletem a busca por parte dos grupos sociais de suas concepções de identidade e memória.

Segundo Handfas, Granato e Lourenço (2016), Patrimônio Cultural de Ciência e Tecnologia (PCC&T) é reconhecido como tudo o que se preserva para gerações futuras originado da produção de conhecimento científico e tecnológico associado à aventura do homem para desvelar o desconhecido em sua busca incessante por novas interpretações e representações científicas do mundo e da vida.

[...] preservar (pesquisar, conservar e divulgar) as coleções de objetos de C&T significa contribuir para o processo de conhecimento da história da ciência e, também, conhecer o processo de construção intelectual e material dessas instituições (GRANATO, 2010 p. 239-240).

Vale ressaltar que PCC&T necessita de valorização e reconhecimento enquanto fonte importante de estudos e pesquisas para a História da Ciência, do Patrimônio e da Museologia (HANDFAS, 2018). Por sua vez, o PCC&T tornou-se conceito de referência histórica, encontrando reconhecimento contemporâneo como sendo pertencente ao legado tangível e intangível relacionado ao conhecimento científico e tecnológico produzido pela humanidade, conceito expresso em documento público denominado Carta do Rio de Janeiro, sobre Patrimônio Cultural da Ciência e Tecnologia (ARAÚJO, 2019).

Segundo Granato e Lourenço (2010), a definição do que constitui o PCC&T não é uma atividade trivial. É um estudo de forte complexidade advinda, em parte, pela dificuldade no processo de definição da Ciência e Tecnologia.

Granato e Santos (2015) definem o Patrimônio Cultural C&T como:

[...] o conjunto tangível e intangível relacionado à C&T, a que se atribuem valores que justificam a sua preservação para as futuras gerações. Inclui o conhecimento científico e tecnológico produzido pelo homem, além dos saberes, das práticas de ensino e pesquisa, e de todos aqueles artefatos e espécimes que são testemunhos dos processos científicos, de desenvolvimento tecnológico e de ensino, considerando documentos em suporte papel (arquivísticos e bibliográficos), instrumentos científicos, máquinas, montagens, coleções científicas de natureza diversa como arqueológicas, etnográficas, biológicas, além de construções arquitetônicas produzidas com a funcionalidade de atender às necessidades desses processos e desenvolvimentos (laboratórios, observatórios, paisagens e jardins) (GRANATO; SANTOS, 2015, p.79-80).

Partindo da premissa da dificuldade no processo de definição do que seria “Ciência” e “tecnologia” em artigo recente a autora Marta Lourenço, lista quatro possíveis razões, para o fato desse patrimônio ser ignorado pelas políticas públicas. De acordo com as palavras da autora:

Em primeiro lugar, a sua definição é mais complexa do que as de patrimônio arqueológico ou patrimônio natural, por exemplo. Em segundo lugar, na esmagadora maioria dos países, a sua real dimensão é desconhecida. O patrimônio da ciência é a ‘matéria negra’ do universo do patrimônio, o que tem como consequência que seja destruído sem que sequer nos apercebamos. Em terceiro lugar, e à exceção das coleções que se encontram nos museus, 90% do patrimônio da ciência encontra-se em instituições que não possuem nem vocação, nem missão, nem orçamento, nem pessoal qualificado, nem, muitas vezes, sensibilidade para a sua preservação e divulgação. A esmagadora

maioria das coleções, bibliotecas, arquivos e espaços edificados de relevância histórica científica, encontra-se disperso por universidades, politécnicos, antigos liceus e escolas técnicas, institutos e laboratórios de investigação, hospitais, sociedades científicas. Este património, do ponto de vista da tutela, encontra-se órfão, em situação vulnerável, de abandono, sujeito à arbitrariedade e em risco de danos irreversíveis ou mesmo de perda irremediável. Finalmente, e em quarto lugar, o património da ciência é geralmente pouco valorizado pelos atores que poderiam e deveriam ter um papel crucial na sua preservação e promoção: os cientistas e os historiadores da ciência (LOURENÇO, 2009, p.47-48).

Todas as razões supracitadas estão relacionadas ao quadro europeu sobre o PCC&T, mas são recorrentes e podem ser enquadradas no contexto brasileiro. A maioria dos objetos associados ao PCC&T são denominados de instrumentos científicos, desde que fizeram parte de atividades desenvolvidas em laboratórios científicos e de tecnologia (GRANATO; LOURENÇO, 2010).

Para Funari e Carvalho (2009), a escolha dos patrimônios científicos e tecnológicos é um processo altamente delicado. Ainda segundo os autores pode-se destacar três dificuldades éticas para escolha desse tipo de patrimônio. A primeira está ligada a atribuição de um discurso científico de verdade absoluta, que vai depender de como se escolhe ou se narra o objeto escolhido. A segunda dificuldade está associada a transitoriedade da ciência, passível de alterações. Apesar disso, o discurso científico ainda segue sendo apresentado pela mídia e exposições em museus como definitivo. E por último, a tecnologia sempre é apresentada ao grande público com um caráter de “evolução”. Sempre com uma narrativa que estabelece uma ideia de ascendência do “pior para o melhor.”

A conjunção desses três itens cria uma caracterização da ciência e tecnologia de algo sobre-humano; como se as duas estivessem deslocadas da humanidade e de seus contextos específicos. Daí, surge o questionamento de como se trabalhar com o patrimônio da ciência e tecnologia sem reforçar a concepção de verdade absoluta e de verdadeiros heróis (FUNARI; CARVALHO, 2009). Para Granato e Santos (2015), à medida que se altera as interpretações da “ciência” e da “tecnologia”, altera-se a classificação de objetos/artefatos, e conseqüentemente, os possíveis itens relacionados a esse patrimônio.

### 3.3. COLEÇÕES E OBJETOS: OS INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS E OBJETOS DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA (C&T)

A problematização da cultura material e os significados apresentados pelos objetos, leva as seguintes indagações: quando, como e por que um objeto se torna parte de uma determinada coleção? Como se dá a formação das coleções? E o que cada coleção significa?

O termo objeto, etimologicamente falando, tem origem do latim *objectus*, de *objeciere*, que no seu sentido mais genérico pode ser entendido como uma coisa, realidade material, externa, aquilo que se aprende pela percepção ou pensamento (ABBAGNANO, 2007). Os objetos humanos (artefatos da cultura humana) nascem carregados de simbologia, pois não são coisas sem sentido, mas traduzem de imediato competência ficcional - além da funcional -, que só o engenho humano foi capaz de produzir, desde sua trajetória no tempo e no espaço, e particularmente na invenção da civilização a qual conhecemos hoje, palco do desenrolar de nossa História (GRANATO; RANGEL, 2009). Cada objeto criado pelo engenho humano está inserido no contexto da categoria de cultura, pois representa o espaço e o tempo do tecido social que o produziu (GEERTZ, 2008).

Os objetos são peças fundamentais na constituição de coleções. De acordo com Pomian (1985), existem dois tipos de coleções: os museus e as coleções particulares. O autor ainda define coleção como qualquer conjunto de objetos naturais e artificiais mantidos temporariamente ou definitivamente fora da circulação de atividades econômicas, sendo submetidos a uma proteção especial em um local fechado preparado para ser exposto ao olhar público.

A princípio as coleções de objetos estavam ligadas à religião e foi somente a partir da idade moderna que passaram a se relacionar aos aspectos estéticos e científicos. Os objetos, como elementos da cultura material podem ser entendidos enquanto bases da memória coletiva e das fontes históricas e são denominados *semiófaros* (POMIAN, 1985).

Os semiófaros são classificados como objetos que não têm utilidade, mas que representam o invisível, são dotados de um significado, não sendo manipulados, mas expostos ao olhar. O valor dos objetos se configura no fato deles não serem úteis, mas sim “carregados de significado”. São preciosos, por representarem o invisível e promoverem uma conexão que une o mundo visível e o invisível, que pode ser sagrado, de outros tempos. Mas para adquirir esse papel precisam estar expostos ao olhar (POMIAN, 1985).

Ao longo da sua história, os semiófaros constituem coleções que têm distintos significados do invisível, do sagrado ao profano. É preciso destacar que com o início da idade moderna os objetos não são recolhidos por seu valor de uso, mas por causa de seus significados, como representantes do invisível: outros climas, sociedades diferentes, países exóticos. Estes objetos, paulatinamente irão se tornar objetos de estudo (GOUVÊA, 2009).

Com base nos pressupostos sobre a definição de objetos semiófaros, Pomian (1985), ao traçar a trajetória de algumas coleções, estabelece uma classificação a partir da perspectiva dos objetos de promover o intercâmbio entre o mundo visível e invisível representado pelo esquema 3:

Esquema 3: Classificação dos objetos semiófaros.



Fonte: elaborado pela autora, a partir de POMIAN (1985).

De acordo com Pomian (1985) as coleções previamente apresentadas pelo esquema são definidas da seguinte forma:

- **mobiliário e funerário**, com primeiros registros no período Neolítico, composto por objetos (estatuetas, muitas vezes modelos) que eram colocados para serem olhados para os habitantes do além;
- **oferendas**, preparada para os deuses e dispostas em templos, com a função de exposição ao olhar dos deuses e dos peregrinos, “turistas” que visitavam para admirá-las, sejam nos edifícios ou locais de culto;



- **presentes e os despojos**, em templos e residências dos detentores do poder, joias, tecidos, objetos artísticos em metais preciosos, usualmente depositados nos tesouros e guardados com muito cuidado, sua exibição ocorria em lugar com festas e cerimônias, ou em cortejos fúnebres e desfiles de coroação;
- **reíquias e objetos sagrados**, objetos que já estiveram em contato com deuses, heróis, santos ou entendidos como vestígios de qualquer grande acontecimento do passado. Principalmente nas igrejas, como altares, cálices, candelabros e a conservação da memória de seus doadores, quadros e imagem de seus rostos, tornando as igrejas além de espaço para culto, um espaço de coleção de objetos.
- **tesouros principescos**, um grande exemplo são joias, normalmente fechadas em cofres ou armários, mas que eram expostos sobretudo em ocasiões de cerimônia e festas, sendo exibidas também durante entradas solenes nas cidades do reino, destinadas principalmente a serem expostas ao olhar.
- **obras de arte**, composta por quadros e obras modernas, adquire um status mais elevado a partir do século XV. O novo estatuto da obra de arte pauta-se em sua “vinculação com a natureza concebida como uma fonte de beleza e, portanto, como única capaz de dar um objeto produzido pelos homens os traços que lhe permitem durar...”.

Por fim, mas não menos importante Pomian nos apresenta outra categoria de semiófaros, que será estudada nesse trabalho, essa categoria surge após o século XVII, os instrumentos científicos. Segundo Pomian, os instrumentos científicos:

[...] procedem de uma mudança de atitude no que respeita ao invisível de que se tenta restringir os limites na natureza, forjando, para o referir, uma nova linguagem: a da teoria matemática, que, a partir daquilo que se vê, deve permitir chegar a conclusões infalíveis sobre o que não se pode ver. Também neste caso, há um novo grupo social que se forma, o dos cientistas. (POMIAN, 1985, p.60).

A História apresenta muitos objetos que ocupam diferentes categorias de pensamento, alguns considerados como mágicos, sendo esses objetos submetidos aos apelos do ‘profeta’, do *aedo*, ou do sábio, por exemplo, e que agora, no tempo dos

cientistas, tentam realizar a magia através dos apelos da ciência e da tecnologia, apontando tendências e novidades em relação ao futuro mais próximo possível. Inserir objetos C&T numa lógica museológica pode garantir uma preservação dos mesmos e proporcionar o acesso da sociedade a esses documentos (GRANATO et al., 2006; ARAÚJO, 2019).

As primeiras publicações de trabalhos que tangenciam seus esforços em análises da Cultura Material de instrumentos científicos datam do início do século XX. Em 1923 temos a publicação de Rupert Thomas Gould, *The Marine Chronometer: its History and Development* no qual é discutida a história dos cronômetros e as primeiras tentativas para medição da longitude incluindo discussões e diagramas de diversos mecanismos empregados com detalhes de seus inventores (ARAÚJO; GRANATO, 2015).

Sobre os estudos de coleções científicas, temos em 1932 a publicação de Robert T. Gunther, *The astrolabes of the World*. Nesta publicação revela-se a pesquisa e catalogação da Coleção Lewis Evans, no antigo museu *Ashmolean*, em Oxford. Resultando em um levantamento de mais de 300 astrolábios, ele apresenta um estudo de um grupo de instrumentos pertencentes a lugares e épocas diferentes, abordando aspectos materiais e descritivos dos objetos (ARAÚJO; GRANATO, 2015).

Dentro do cenário português, também se observa o esforço dos intelectuais a partir de seminários e estudos de casos relacionados à cultura material, às reflexões acerca das coleções científicas, museus universitários e ao patrimônio científico. Com um grande destaque para os estudos de Marta Lourenço que realizou o levantamento sistemático do patrimônio científico, artístico e arquitetônico da Universidade de Lisboa (LOURENÇO; CARNEIRO, 2009).

No Brasil os estudos referentes a Cultura Material ainda não encontram numerosos títulos. Sobre essa temática, teremos a contribuição ímpar do Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) que vêm subsidiando atividades de exposição, seminários, palestras e Workshops em nível nacional e internacional, discutindo sobre patrimônio cultural de Ciência e Tecnologia, como também o desenvolvimento de grupos de pesquisa como o Grupo de Pesquisas em Preservação de Bens Culturais (GPBC), sediado no MAST, que tem a temática da cultura material como referência dos debates, além da produção de exposições museológicas (ARAÚJO; GRANATO, 2015).

Van Helden e Hankins (1994) defendem o papel dos instrumentos científicos no desenvolvimento das ciências e criticam os historiadores que limitam os instrumentos apenas a objetos para testar ou comprovar determinada teoria. Ainda segundo os autores:

[...] não se trata apenas de ferramentas para testar teorias ou explorar ideias. Pois os instrumentos determinam o que pode ser feito, mas também determinam de algum modo o que pode ser pensado. Frequentemente o instrumento proporciona a possibilidade, é o iniciador da investigação. O cientista não só se pergunta: “Eu tenho uma ideia. Como posso construir um instrumento que a confirme?! Mas também “Eu tenho um novo instrumento. O que ele vai me permitir fazer? Que questão eu agora posso fazer que não tinha sentido de fazer antes?” (VANHELDEN; HANKINS, 1994, p.4, tradução nossa).

Van Helden e Harkins (1994) ainda apontam a importância de se estudar de que maneira os instrumentos científicos determinaram e como talvez tenham, inclusive, definido os métodos científicos. A proposta dos historiadores é a de superar as discussões sobre se é a teoria que dirige os experimentos ou os experimentos que dirigem a teoria, já que este debate tenderia:

[...] a obscurecer o papel independente dos instrumentos na ciência. Instrumentos vêm e vão, mas não é necessariamente em virtude das vicissitudes da experimentação e da teoria. A tradicional mistura entre experimentação e teoria necessita de um novo ingrediente – os instrumentos. Não é só o problema de obter as quantidades certas, mas de necessitarmos de uma receita completamente nova (VAN HELDEN; HANKINS, 1994, p.6, tradução nossa).

Para estes autores, uma boa definição seria classificar os instrumentos como “*a tecnologia da ciência, a tecnologia que ampliou maravilhosamente desde o século XVII.*” (VAN HELDEN; HANKINS, 1994, p.5).

Jim Bennett (1999) classifica os instrumentos científicos como uma parte característica da cultura científica que contribuem para definir e regular o que é ciência e como ela é praticada. De acordo com o historiador, este seria o papel desempenhado pelos instrumentos científicos dentro do espectro do conhecimento científico.

As coleções relacionadas a Ciência e Tecnologia (C&T) são frutos de obra humana, por isso são classificadas como patrimônio material que pertence à sociedade e é de suma importância para compreensão da história das ciências no Brasil. Os objetos C&T são integrantes desse patrimônio e a utilização desse termo será feita de forma mais

geral em relação ao termo instrumento científico, vale ressaltar que ambos estão presentes no cotidiano de laboratórios científicos e de tecnologia aplicada (GRANATO; LOURENÇO, 2011). O termo objeto C&T aplica-se a objetos que podem ter sido utilizados em contextos diversificados do processo de produção científica.

Os objetos C&T em sua maioria encontram-se em desuso, de certa forma, “abandonados” nos porões de grandes instituições de pesquisa e ensino, ou até mesmo de museus de ciências. Esses objetos chamados de “sobreviventes” passam por processos de descontextualização da prática científica, levando em consideração o fato de serem retirados do seu local de origem, o que acaba dificultando seu estudo (JARDINE; WILSON, 2013).

Como os objetos de C&T costumam ter uma vida útil muitas vezes efêmera, sob o ponto de vista histórico, eles não são vistos, de forma geral, pelos alunos, cientistas e pesquisadores que os utilizam como portadores de características e de novos valores importantes de serem preservados. No entanto, são muitas as informações que um objeto de C&T é capaz de proporcionar: os materiais que os compõem, as metodologias utilizadas na fabricação, o nível de tecnologia aplicado na sua produção e o que eles são capazes de produzir, o design, a oficina que os produziu, a instituição que os adquiriu, entre outras informações que fazem dele um importante artefato de estudo da história das ciências e da sociedade e da história dos processos científicos (SANTOS; GRANATO, 2014).

#### 3.4. OBJETOS DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA C&T E O PROCESSO DE MUSEALIZAÇÃO

“Os objetos vivenciam um processo de transformação de um estado natural para um estado artificial”. Muitas informações acessíveis dos objetos podem estar inscritas na materialidade dos mesmos, e permitem representar sentimentos e significados da ordem da cultura (ARAÚJO, 2019).

Quando “resgatados” pelos museus, os objetos documentam um passado, um presente e um possível futuro de movimentos e usos que podem passar do profano ao sagrado, do comum ao especial. Neste movimento pelos contextos sociais por onde os objetos percorrem, nos reinventamos e deixamos marcas da história de vida em sociedade,

vamos significando e ressignificando o patrimônio cultural com a influência mediada por esses objetos e artefatos que produzimos, carregados algumas vezes de juízo de valor. É por isso que esses objetos chegam a ser elevados a objetos universais, considerados como patrimônio da cultura (GONÇALVES, 2007).

Loureiro (2011, p. 354) afirma, que os objetos de museu são diferenciados “pelo valor que lhes é agregado, o que equivale a valorizar o ato da seleção como responsável por transformar uma parte do mundo em objeto de museu”. Para o presente trabalho, a definição de musealização adota é proposta por esta autora, a qual defende que:

A musealização consiste em um conjunto de processos seletivos de caráter info-comunicacional baseados na agregação de valores a coisas de diferentes naturezas às quais é atribuída a função de documento, e que por esse motivo tornam-se objeto de preservação e divulgação. Tais processos, que têm no museu seu caso privilegiado, exprimem na prática a crença na possibilidade de constituição de uma síntese a partir da seleção, ordenação e classificação de elementos que, reunidos em um sistema coerente, representarão uma realidade necessariamente maior e mais complexa (LOUREIRO, 2011, p.2-3).

Além disso, os objetos carregam com eles as propriedades físicas que os constituem, as singularidades impregnadas no seu corpo físico, referências que expressam os aspectos fundamentais de sua imaterialidade, aspectos oriundos da vida social em que estiveram inseridos e a funcionalidade econômica que desempenhavam, ou, ainda, devido à simbologia inesgotável de sua condição enquanto Patrimônio Cultural (OLIVEIRA; GRANATO, 2009). Desse modo, a análise dos objetos C&T deve levar em consideração o caminho percorrido pelos objetos, por meio do mapeamento e biografia desses instrumentos científicos, junto ao grupo social ao qual pertenciam possibilitando evidenciar a respeito da prática e desenvolvimento dos métodos científicos de pesquisa e ensino da época. É de suma importância reconstruir a trajetória realizada pelo objeto, desde sua criação, uso, relações funcionais, e considerando a mudança da categoria original para a de cultura ou para descarte (OLIVEIRA; GRANATO, 2009).

Diferentemente dos demais objetos, os objetos de C&T possuem uma existência breve, afinal tende a ser substituídos ao longo do tempo por outros mais modernos, sofisticados e que desenvolvem melhor determinados processos. Geralmente esses

objetos são descartados em porões, salas de instituições e em alguns casos são “recolhidos” por museus. O que sobrevive dos objetos C&T faz parte dos esforços relacionados ao processo de preservação desse patrimônio, que não é uma tarefa fácil. O processo de transformação de um objeto em *objeto de museu* é caracterizado como musealização. Consiste na retirada do objeto da sua funcionalidade original para outro contexto, a fim de incorporar novos significados de forma simbólica (ARAÚJO; GRANATO, 2017)

A partir desse ponto de vista, os autores Desvallées e Mairesse (2011) enfatizam que a musealização se concretizaria ou finalizaria com a institucionalização do objeto. Em relação ao objeto a ser musealizado, podemos incluir desde objetos, espécimes, sítios ou qualquer outro elemento material ou imaterial que se enquadre no processo. De acordo com a perspectiva destes autores, o ingresso dos objetos em museus lhes confere novas categorias, anteriormente inexistentes, não encontradas e/ou enfatizadas em seu uso, possibilitando ao objeto emergir como uma representação do real, na qual a interpretação de mundo juntamente com os vestígios materiais articulados torna-se documentos representativos da natureza, dos cosmos e da trajetória das sociedades (SCHEINER, 1998). A esse respeito, Desvallées e Mairesse analisam:

O processo de musealização começa por uma etapa de separação (Malraux, 1951) ou de suspensão (Déotte, 1986) dos objetos e coisas (verdadeiros), separados de seu contexto origem para ser estudados como documentos representativos da realidade que constituíam. Um objeto de museu não é mais um objeto destinado a ser utilizado ou negociado, mas transforma-se em testemunho autêntico da realidade. Este desprendimento da realidade (Desvallées, 1998) constitui uma primeira forma de substituição. Uma coisa separada de seu contexto é somente um substituto dessa realidade da qual se supunha devia prestar testemunho (DESVALLÉES; MAIRESSE, 2010, p.57).

Para Waldisa Rússio (1984), o processo de musealização ocorre quando um “objeto é recolhido como testemunha”. Este objeto assume valor de documento e começa a ganhar status de fidelidade, pois através dele é evidenciada a relação entre o homem com a realidade, meio em que vive e o tempo (RÚSSIO, 1984).

Quando se fala do deslocamento das coleções ou objetos específicos para os museus, é importante destacar a questão da intencionalidade dos indivíduos que organizaram e selecionaram os objetos das coleções e a comunicação e interpretação de mundo estabelecida com esses objetos. O processo de musealização pode se iniciar fora

do lócus museológico, por meio do mapeamento, coleta, separação, classificação, higienização, seleção, organização e exposição dos objetos além da, interação com o grupo que atribuiu sentidos/significados aos mesmos (BRULON, 2016).

Os critérios adotados no processo de musealização visam a garantia da integridade informacional e física do objeto, de forma que este seja o mais representativo possível de determinada realidade. A esse respeito, Mensch (1992) considera que três tipos de informações devem ser coletados de um mesmo objeto: identidade física ou estrutural, identidade funcional e identidade contextual. Podemos pensar, por exemplo, em museus que exibem instrumentos científicos que, desconectados de suas funções e contextos, muitas vezes são incompreensíveis. Para um melhor entendimento e justificação de sua inserção em um museu é necessário estudar desde sua materialidade e funcionamento até seu contexto de utilização.

Segundo as ideias de Brulon (2016), para que algo ganhe o estatuto de objeto, ou para que um objeto de coleção seja pensado como objeto de museu, deve existir um tipo de conversão realizado pelo processo em cadeia da musealização. O objeto de museu - que não significa meramente o objeto em museu - como objeto musealizado, passa a adquirir um estatuto museológico. Esta conversão, do contexto ordinário da coisa ao universo simbólico do museu, resulta em um processo corolário de ressignificação para que o primeiro, detentor de sentidos em seu contexto não-museal assumam sentido no novo ambiente.

Compreender como se dá o processo de musealização implica compreender, além dos sentidos/significados atribuídos aos objetos, todos os outros aspectos que acabam sendo desprezados, descartados como indesejáveis, no procedimento de descontextualização do próprio objeto, que é a retirada do seu local original para a instituição museológica. Meneses (2007, p.24) ressalta que “se deveria reconhecer que o museu, muitas vezes chamado de casa do esquecimento, pois o que está fora dele é muito mais numeroso que o que está dentro e não goza do mesmo privilégio de conservação”.

O esquema 3 apresenta de forma sucinta como deve ser feito o processo de musealização.

**Esquema 4:** Trajetórias possíveis para o processo de Musealização.



Fonte: Araújo, 2019.

De acordo com o esquema apresentado podemos observar a trajetória percorrida pelos objetos no que constitui o processo de musealização. No primeiro momento, o objeto é selecionado de forma isolada, e a partir dele pode-se extrair todo o seu contexto levando em conta fatores intrínsecos e extrínsecos para em seguida ser alocado em alguma coleção, que apresente característica em comum de acordo com a classificação atribuída ao objeto, que vai depender do responsável pelas coleções ou do interesse da instituição e assumirá os significados do contexto museológico. Vale ressaltar que é comum as instituições realizarem um levantamento com o objetivo de mapear os objetos que possuem.

A partir da figura representada Araújo (2019) indica as diferentes trajetórias percorrida pelos objetos no processo de musealização. De acordo com o autor no primeiro percurso, o objeto é analisado de forma isolada, sendo extraído do contexto e posteriormente integrado a uma coleção de um museu. O que garante a passagem direta do objeto para o museu é a sua singularidade; no segundo percurso, os objetos podem fazer parte de uma coleção administrativa da instituição e passam a ser incorporados na coleção do museu, quando são considerados como representativos para um grupo social; no terceiro percurso, acontece o deslocamento de coleções para o museu. Nesta trajetória, a intencionalidade dos indivíduos influencia na seleção, organização e comunicação do objeto. Os diferentes caminhos indicam níveis diferentes de organização, em que os objetos se inserem em uma espécie de cadeia museológica, entendida aqui como um



conjunto de procedimentos responsáveis pelo desenvolvimento do processo de musealização.

### 3.5. BREVE HISTÓRICO SOBRE O PATRIMÔNIO CULTURAL C&T NO BRASIL

Os debates sobre o Patrimônio Cultural de Ciências e Tecnologia (PCC&T) é relativamente recente no contexto contemporâneo internacional, e o Brasil está iniciando as reflexões e pesquisas relacionadas ao patrimônio cultural da ciência e da tecnologia, considerado atualmente como um grande campo ainda a ser pesquisado, problematizado e revelado (GAMA, 2020).

Os objetos identificados ao patrimônio C&T são denominados instrumentos científicos, desde que fizeram parte intrinsecamente das atividades realizadas em laboratórios científicos e de tecnologia aplicada. No entanto, instrumento científico é um termo complexo e que só se aplica em período histórico determinado (século XIX e início do século XX); talvez possamos utilizar aparatos científicos e tecnológicos, incluindo aqui a Cultura Material e Patrimônio de C&T montagens de laboratório. De forma mais geral, utilizaremos objetos de ciência e tecnologia (GRANATO et al., 2007).

Nessa perspectiva surgem os seguintes questionamentos. Nos preocupamos com o patrimônio de C&T? Quem se preocupa com esse patrimônio? A sociedade se preocupa com esse patrimônio?

Na carta magna está prevista a salvaguarda do patrimônio de C&T, tanto no que concerne às suas criações (objetos, documentos, edificações relacionadas), como aos conjuntos naturais ou construídos que tenham valor científico. O patrimônio científico e tecnológico, obviamente, está incluído no âmbito do patrimônio cultural.

Um dos instrumentos mais importantes da proteção do patrimônio é o tombamento. Tombar um bem é declarar o seu valor cultural e inscrevê-lo em um dos livros de Tombo existentes no Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional – IPHAN - ou órgão congênere em nível estadual ou municipal, que efetuar o tombamento. O IPHAN mantém os seguintes livros de Tombo: Arqueológico, Etnográfico e Paisagístico, Histórico, das Belas Artes, das Artes Aplicadas. Não há um livro de tombo

para objetos e monumentos relacionados à ciência e à tecnologia e, assim, seu patrimônio, quando tombado, recai no item “Histórico” ou “Natural”.

É no Brasil da década de 1980, que a pesquisa sobre a História da Ciência passa a analisar os processos associados com a “transmissão das ideias, práticas e tradições” (GRANATO; HANDFAS; LOURENÇO, 2016). É a comprovação de um novo campo de pesquisa relacionado com a História das Ciências, e principalmente com a História a partir da utilização dos Instrumentos de Ciência. Ou seja, nos museus de ciência e nas coleções de objetos de ciência e tecnologia, há sempre uma trajetória biográfica da ciência, cujo protagonismo humano, social e histórico se evidencia a partir da própria trajetória biográfica a que estão submetidos os objetos de ciência e tecnologia historicamente determinados. Compreender a ciência dentro do campo da cultura contribui para reflexões sobre as questões relacionadas à produção e utilização do conhecimento (HANDFAS, 2018).

Considerando a Constituição Federal do Brasil de 1988, é no artigo 216 que se encontram os dispositivos legais e normativos que buscam determinar o que pode ser considerado e conformado enquanto patrimônio cultural do país (GRANATO, 2009). O Artigo 216 indica a tipologia patrimônio cultural de C&T quando considera as criações científicas e tecnológicas expressas no dispositivo constitucional. No texto da Carta Magna estão expressões como bens de natureza material e imaterial, referência à identidade, à ação e à memória dos diferentes grupos formadores da sociedade brasileira (GRANATO, 2009). Esses bens culturais podem vir manifestados de formas diversas: pelos modos de criar, fazer e viver; pelas criações científicas, artísticas e tecnológicas; pelas obras, objetos, documentos, edificações e outros espaços destinados às manifestações artísticas e culturais; e pelos conjuntos urbanos e sítios de valor histórico, paisagístico, artístico, arqueológico, paleontológico, ecológico e científico (GRANATO, 2009).

Nas últimas décadas do século XX, a memória de C&T brasileira recebeu maior atenção e interesse, inclusive de pesquisadores da História da Ciência no Brasil. Essa preocupação acarretou atitudes voltadas para a preservação dos vestígios da memória C&T. Assim, tornaram-se bem mais frequentes iniciativas focadas para preservação do patrimônio cultural científico (ANDRADE, 2007).

Como exemplo dessas iniciativas, podemos citar, de maneira mais abrangente, a Fundação Nacional Pró-memória, instituída em 1979, que tinha como objetivo incentivar

a preservação dos bens de valor cultural e natural existentes no país, através do inventário, da documentação e da recuperação desses bens. Outras iniciativas, na década de 1980, foram: o núcleo de História Social da Ciência, na Universidade de São Paulo - USP, cujo objetivo era realizar pesquisas e formar profissionais para a área e, também, o grupo Memória da Astronomia, do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, criado com o objetivo de organizar o acervo histórico do Observatório Nacional e divulgar a Astronomia e a sua história para o público em geral.

Brasil e Portugal há vinte anos desenvolvem uma relação de proximidade científica nos campos da Museologia e dos estudos associados ao patrimônio cultural que, no caso da parceria Museu de Astronomia e Ciências Afins (Mast) e Museu Nacional de História Natural e da Ciência da Universidade de Lisboa (Muhnac), já proporcionou o desenvolvimento de projetos como o Thesaurus de Acervos Científicos em Língua Portuguesa e o Valorização do Patrimônio Científico e Tecnológico Brasileiro (GRANATO; LOURENÇO, 2013).

Tipicamente, as instituições responsáveis pela preservação do patrimônio científico são os museus de ciências e técnica, terminologia utilizada pelo Conselho Internacional dos Museus (ICOM), esses museus possuem existência efêmera e existe pouca visibilidade com relação a valorização e preservação do patrimônio científico (LIMA, 2012).

De acordo com Granato e Lourenço (2010), existe três linhagens históricas que deram origem aos museus de ciência e técnica conhecidos atualmente. A primeira linhagem inclui os museus de ciência e técnica que representam determinada cidade, país ou região. Esses museus surgiram por volta do século XIX, no calor da “revolução industrial”, tendo a técnica e a ciência como centro do progresso e desenvolvimento da sociedade. A emergência da ideia de nação estado e por fim a expansão do acesso a bens culturais por parte da burguesia, além da utilização da ciência e tecnologia e indústria como arma geoestratégica.

A segunda linhagem surge paralelamente a anterior, em meados do século XIX e XX, constituída por museus associados a formação e ao ensino da ciência, da técnica, das indústrias e da engenharia. São museus de origem mais remota nos gabinetes de filosofia natural dos séculos XVII e XVIII presentes nos palácios da aristocracia, universidades, academias e sociedades científicas. E por fim, os museus da terceira linhagem,

relacionados aos museus de ciências e técnica, os chamados centros de ciências, são instituições destinadas a divulgação das ciências por meio da interatividade.

No Brasil, o patrimônio ligado a cultura material intangível da ciência e tecnologia, está passando pelo processo de descoberta. Os conhecimentos advindos desse campo ainda são um pouco restritos, especialmente porque os objetos de ciência e tecnologia brasileiros já podem ter sido modernizados e substituídos, sempre em busca do instrumento mais avançado. Vale ressaltar que são poucas instituições museológicas encarregadas pela preservação desses objetos.

Além disso, vê-se que no Brasil as criações científicas e tecnológicas, assim como os conjuntos científicos, formam o que seria o patrimônio cultural brasileiro, inscrito no artigo 216 da Constituição Federal de 1988. Essa inclusão dos objetos C&T causa um sentimento dúbio aos interessados pela temática. Apesar de inscrito na Constituição, é perceptível a limitação em torno das questões desse patrimônio, tendo em vista que nem todos os estados mencionam esse tipo de patrimônio (GRANATO; LOVAIN, 2013).

Devido a inexistência de um instrumento responsável pela proteção desses objetos e a falta de prática com o que está na lei, os usuários dos objetos C&T apresentam um comportamento pouco preservacionista. Sejam os objetos ainda em uso nos laboratórios ou pesquisas de campo das instituições de ensino, centros de memória e institutos de pesquisas; sejam os retirados do uso original.

#### **4. CAPÍTULO 3**

Neste capítulo discutiremos como se deu a formação das instituições intituladas como museus, quais suas principais características e a sua influência na educação, especificamente, no campo do ensino de ciências. Será abordada a diferença entre museus e centros de memórias com um breve histórico de como se deu o desenvolvimento do Centro de Memória de Ciência e Tecnologia de Sergipe (CMCTS). Além do seu contexto histórico na construção da história da química no estado de Sergipe e a importância dos objetos C&T na construção da história científica do estado.

##### **4.1. BREVE HISTÓRICO SOBRE OS MUSEUS DE CIÊNCIAS: ORIGEM E CONSIDERAÇÕES**

Geralmente a palavra museu acaba sendo associada a tudo que é ultrapassado, está em desuso, sem vida a expressão “peça de museu”, por exemplo, serve para designar qualquer coisa que seja velha. Isto é um forte preconceito existente no contexto museológico, infelizmente, não só o público, mas também professores e pesquisadores que trabalham com a educação informal apresentam tal preconceito. Terminologias como “museu vivo” ou “museu dinâmico”, utilizadas por profissionais da área da educação quando associam o espaço museal ao ensino de ciências reforçam o preconceito com relação a este tipo de instituição (GASPAR, 1993).

Ao investigar as origens do termo museu encontraremos um significado bem mais rico, o qual deve ser resgatado. A palavra museu vem do latim “*museum*” que se origina do grego “*mouseion*”, utilizado para designar o templo ou santuário das musas na antiga Grécia. De acordo com a mitologia grega havia nove musas, que dirigiam as chamadas artes liberais: história, música, comédia, tragédia, dança, elegia, poesia lírica, astronomia e a poesia épica da eloquência. O termo era associado ao contexto do local ao invés das características do seu espaço físico era sobretudo um lugar de inspiração (WITTLIN, 1949).

Dentro dessa atmosfera que foi criada a primeira instituição denominada de museu, o Museu de Alexandria fundado por Ptolomeu I. Era uma instituição de ensino e pesquisa com bolsistas residentes que ficavam sob a orientação de o bibliotecário chefe que desempenhava a função de “regius professor” uma espécie de tutor. Porém apresentava característica semelhantes a ideia atual de museu, como a guarda e coleção de alguns objetos, instrumentos cirúrgicos, peles de animais, estátuas de filósofos, além de abrigar um parque botânico e zoológico em suas dependências (GASPAR, 1993).

Mais tarde o termo museu passou a ser associado a coleções. O hábito de colecionar reporta-se ao homem primitivo. Cristais de quartzo foram encontrados por Arqueólogos juntamente aos pitecantropos<sup>6</sup>, guardados em buracos cavado para essa finalidade, ao que parece, pois não apresentava qualquer outra justificativa ou utilidade (SCHWAR, 1989).

MacManus (2013) defende que, a formação dos museus está intimamente associada a dois fatores: o primeiro é o de satisfazer a curiosidade, dada a importância de

---

<sup>6</sup> PALEONTOLOGIA designação do antropeide fóssil do gênero *Pithecantropus*, uma espécie intermediária entre o gênero *Homo* e o macaco, de que foram encontrados, em 1890, ossos fósseis em Java

denominar e classificar tudo. E em segundo lugar, é o museu como ferramenta para o desenvolvimento acadêmico, seguido de um sentimento de orgulho nacional.

Todo ser humano possui uma necessidade inerente de nomear e classificar tudo que está a sua volta. Uma criança quando se depara com um objeto sempre é interrogada com relação ao nome daquele objeto, a fim de que sejam feitas associações. Percebe-se que a partir da nomenclatura de objetos dar-se início a comunicação. Depois de nomear as “coisas”, temos a tendência de catalogar e categorizar tudo, ou seja, classificar os objetos de acordo com suas características específicas (MARANDINO; MONACO 2013).

Para Podgorny (2008), a prática de dispor coisas em um lugar de forma deliberada, com o objetivo de criar a possibilidade de compreensão de um todo maior, onde fica estabelecido a diferença entre antigo e moderno é fenômeno peculiar da história europeia. Os primeiros espaços com tal finalidade, são as câmaras de estudo o *studiollo* e os gabinetes de raridades dos príncipes remontam ao período do Renascimento.

De acordo com Valente (2003), na Idade Média, os museus são transformados em principais receptores de doações e coleções eclesiásticas, por conta do poder da igreja, além das coleções eclesiásticas havia o patrimônio dos príncipes e das famílias ricas da época, que formavam verdadeiros tesouros.

É em meio ao contexto das revoluções culturais do Renascimento onde a aristocracia substitui a primazia ocupada pelos pontífices na posse das coleções, tornando-se coleções de arte e objetos científicos símbolos de status e passam a enriquecer os gabinetes de curiosidades e engrandecer as novas galerias. Ao longo do século XVII o gosto pela curiosidade se difunde e os gabinetes de curiosidades se multiplicam tornando-se um fenômeno social de amplo alcance (COSTA, 2009).

Nesse período da renascença, as coleções voltam-se mais para a cultura e o prazer, devido ao desenvolvimento intelectual e econômico da época. Os portadores das coleções passavam então a exibi-las para serem estudadas e admiradas. Alguns estudiosos eram convidados a examiná-las e elaborar inventários descritivos de seu conteúdo. As exposições ao público eram inexistentes, apenas as igrejas apreciavam as obras de artes e raridades. Apesar disso, o interesse pela Antiguidade Clássica provocou o resgate e a recuperação de antigas esculturas do Império Romano que, devido as dimensões, foram

alocadas em lugares públicos, ampliando o acesso do acervo para população (GASPAR, 1993).

O Gabinete de Curiosidades, que data do século XVII é considerado a base ou o ancestral dos museus de ciência. Estes eram caracterizados pelo acúmulo de objetos que eram reunidos e separados em duas categorias diferente: *naturalia e artificialia*, constituídos por animais empalhados, quadros, instrumentos científicos, que eram apresentados de forma aleatória (COSTA, 2009).

Segundo MacManus (2013), após diversas viagens e experiências pelo mundo, as pessoas começaram a coletar objetos e, a partir daí, é que alguns museus começam ser fundados. Um museu fruto dessa saga é o Fifty River Museum, localizado em Cambridge, na Inglaterra, lá está guardada uma coleção de objetos do mundo inteiro. Embora guardasse diversos objetos ainda não existia uma categorização deles, em resumo, os primeiros museus são criados a partir das coleções nacionais ou pessoais.

Para a autora, os museus em geral estão divididos em três gerações. A primeira geração é denominada de “Saturação do objeto e informação autoritária”, caracterizada por museus oriundos da história natural, sem muita interação no qual as exposições são meramente contemplativas. “O mundo do trabalho e avanço científico” é a segunda geração, está relacionada aos museus de cunho científico industrial, com exposições que proporcionam a interatividade básica com o público e apresentam tecnologia aplicada. A terceira geração é chamada de “Ideias em vez de objetos” marcada pela valorização da demonstração dos fenômenos e conceitos científicos com artefatos que permitem uma maior interação com o público. Nessa última geração os espaços também são classificados como Centros de Ciências e Tecnologia (MACMANUS, 1992). Há, ainda, autores, como Padilla (2001), que defendem a existência de uma quarta geração de museus de ciência. Para ele os museus da quarta geração são aqueles que destacam a participação criativa do visitante, oferecendo-lhe uma experiência imersiva mediante exposições de “final aberto”; ou seja, exposições que oferecem maior grau de imersão, podendo o usuário “redefinir a exposição” e a sua própria experiência.

É importante destacar que essas gerações não definem uma ordem cronológica, ou seja, não são sequenciadas. A primeira geração não necessariamente ocorre antes da segunda ou terceira, isso vale para todas as gerações. Além disso um museu pode apresentar coleções e características de diferentes gerações, é importante compreender também que a existência de uma geração não aluna a da outra (NEVES, 2019).

A terceira geração de museus de ciência é marcada pela aproximação do público com a ciência, fazendo experimentos o processo científico por si próprio. Esses museus, deliberadamente, deixaram de exibir exposições com base em coleções de objetos históricos para dar ênfase à transmissão de ideias e conceitos científicos (MCMANUS, 1992; PADILLA, 2001; FRIEDMAN, 2007; CAMBRE, 2015).

O que hoje conhecemos por museus de ciência remontam à chamada “Revolução Científica” do século XVII. Victor Danilov (1982), ressalta que Francis Bacon propôs a criação de um museu de invenções e uma galeria de retratos de seus inventores. Segundo o mesmo autor, Descartes sugeriu a criação de um museu com instrumentos científicos e ferramentas do ofício mecânico, onde um artesão habilidoso ou um mecânico ligado a cada grupo de comércio ficaria responsável por responder perguntas sobre os processos e a utilização de ferramentas. Essa ideia também está presente nas preocupações de Leibniz, e para esses pensadores nesses espaços seriam realizadas, também, demonstrações de experiências. Leibniz acreditava que atividades dessa natureza estimulariam novas invenções e divulgariam as novidades mecânicas (DANILOV, 1982).

Como forma de concretizar essas ideias, em 1683, foi criado o primeiro museu de ciência aberto ao público: o Museu Ashmolean ligado à Universidade de Oxford, na Inglaterra. A coleção inicial foi doada por Elias Ashmolean e era composta por espécimes de história natural, constituindo, assim, um local de pesquisa para os alunos da universidade. Aberto ao público, em 1759, o *British Museum* foi o primeiro museu público em âmbito nacional onde sua coleção inicial foi composta da doação do naturalista Sir Hans Sloane. Para Danilov, apesar da ideia de Descartes não ter sido colocada em prática, ela influenciou a criação na França, do *Conservatoire National des Arts et Métiers*, em 1794, pela Assembleia Nacional. Essa instituição atendia a política industrial que visava dotar a França de recursos técnicos e pedagógicos para competir com os demais países europeus. Nesse sentido, Bruno Jacomy ressalta que

[...] o Conservatoire não era, a princípio, nem um museu nem um gabinete de Física. A nova instituição era, antes de tudo, um instrumento de “encorajamento à inovação” dirigida a uma vasta população de técnicos ou não (2007).

A primeira coleção do *Conservatoire* era constituída por diversas máquinas que se encontravam disponíveis para artesãos e trabalhadores que assistiam a demonstrações



a fim de aprimorar suas próprias habilidades. Logo, a função educativa baseada na demonstração pode ser considerada uma das características do 11 *Conservatoire* e instituições que seguiram essa vertente. Segundo Maria Esther Valente, Sibeles Cazelli e Fátima Alves (2005) esses atributos classificam o Conservatoire como um museu “saber fazer”. Jacomy acrescenta que esses espaços eram ambientes de tripla vocação: experimentação (realização de experimentos, atividade essa restrita a uma elite de especialistas), formação (educação através da demonstração e explicação) e recreação (2007).

No século XVII anfiteatros europeus enchiam-se de público ansiosos por conhecer novas máquinas e demonstração de novos fenômenos pneumáticos, elétricos e mecânicos. Até esse momento a atividade de produção e divulgação de conhecimento estava pouco difundida e o lugar de produtores e divulgadores não era definido, mas já havia uma diferenciação do público acadêmico, chamados de “vendedores científicos” com palestras e shows itinerantes (MUELLER; CARIBÉ, 2010).

Ainda de acordo com Handfas (2013), o advento da Revolução industrial, que tem como marco principal o desenvolvimento da máquina a vapor, é responsável pela inauguração de novos hábitos, influenciando na maneira de viver e diretamente no consumo. Os novos conhecimentos científicos são determinantes na projeção do poderio das nações. E a noção de progresso está fortemente ligada ao desenvolvimento científico e tecnológico. O autor ainda afirma:

Os museus de ciência e técnica surgem com a preocupação de promover os avanços científicos e tecnológicos por meio da exposição de suas coleções que explicam o funcionamento de artefatos presentes no cotidiano das pessoas. São espaços construídos, muitos deles, de acordo com a concepção das grandes exposições internacionais ocorridas a partir da segunda metade do século XIX, e os seus objetivos concorrem para as demonstrações do desenvolvimento das nações”. (HANDFAS, 2013).

Assim, floresceram também os museus industriais que eram “ligados principalmente às sociedades de cientistas, às câmaras patronais de comércio ou associações profissionais de diferentes setores industriais” (JACOMY, 2007, p.17). Apresentavam por objetivo a ‘transmissão da habilidade, e do saber técnico, e [...] a proteção da propriedade industrial” (JACOMY, 2007, p.17). Foi nesse momento, que

algumas instituições técnicas e de formação profissional desenvolveram projetos educativos utilizando objetos e demonstrações. Logo, para responder essa demanda

[...] alguns fabricantes de instrumentos científicos da segunda metade do século XIX criaram verdadeiras empresas que concebiam e fabricavam modelos pedagógicos em série, ao mesmo tempo que protótipos para uma rede quase mundial de clientes institucionais (JACOMY, 2007, p.18).

Deve-se assinalar que esse também é o período das exposições de produtos industriais, como a “Grande Exposição das Indústrias de Todas as Nações”, de Londres, em 1851, que levou ao surgimento de vários museus técnicos e industriais. Esses museus preocupavam-se com a “preservação e transmissão dos produtos do conhecimento dos processos industriais, bem como encarregados das ferramentas e máquinas” (JACOMY, 2007). Posteriormente, essa preservação se alargou, abrangendo também modelos e desenhos. Para Jacomy, contudo,

esses museus se destinavam a um público profissional bem específico, e não ao público em geral, mas, paralelamente, sob a influência das exposições universais, outras iniciativas de grande porte se desenvolvem (2007, p.18).

Pasavento (1997, p.14) esclarece que as exposições universais “funcionavam como síntese e exteriorização da modernidade dos “novos tempos” e como vitrine de exibição dos inventos e mercadorias postos à disposição do mundo pelo sistema de fábrica”.

Essas ideias permearam a criação de diversos museus que objetivavam divulgar o desenvolvimento científico e industrial. Nesse sentido, a exposição de 1851, em Londres, deu início ao *South Kensington Museum*, que foi posteriormente desmembrado dando origem ao *Science Museum* e ao *Victoria and Albert Museum*, um representante da ciência e outro da arte e design 12 respectivamente. Acompanhando a linhagem de museus cunhados em decorrência de exposições universais, temos o *Deutsche Museum*, criado em 1903, na Alemanha. Desenvolvido por Oskar von Miller, ele é “o primeiro museu exclusivamente dedicado à “técnica” e a última das grandes instituições nacionais a ser criada nesse campo” (JACOMY, 2007).

Simultaneamente, no desenrolar do processo difuso da ciência e da tecnologia, foi sendo desenvolvida a ideia marcante de apresentar objetos especialmente fabricados para ilustrar os princípios científicos e industriais que poderiam ser colocados à disposição para manuseio dos visitantes (TIBÚRCIO, 2013).

Jacomy (2007), os museus de ciências s valeram por conta dos avanços desenvolvidos pelos museus históricos, artísticos e centros de ciência com relação ao público e ações culturais. Ainda assim, existe uma diferença visível entre eles. O museu dispõe de instrumentos científicos e máquinas históricas autênticas, enquanto os centros de ciência procuram explicar conceitos e, para isso, utilizam modelos, interações e manipulações renegando o objeto autêntico apenas como ilustração. É possível afirmar que existe uma dicotomia frequente referente a essas instituições.

Sanjad (2007), baseado nos estudos de Bragança Gil, esclarece que os centros de ciência são, em sua maior parte, espaços nos quais se demonstram teorias e fenômenos naturais, onde “raros possuem acervo, pouquíssimos desenvolvem pesquisa na sua própria área de atuação” (2007, p.129). Esse movimento de exclusão do objeto não é aconselhado por Jacomy, visto que para ele

o objeto é, e continuará a ser, o suporte mais adaptado para a rememoração, assim como um discurso inovador. Devido a sua familiaridade ou o seu exotismo, sua modéstia ou nobreza, ele enriquece todos os discursos, todas as demonstrações com a condição de não se reduzir ao estado de simulacro ou de simples pretexto (2007, p.24).

Dessa forma, o presente trabalho concorda com Marcus Granato e Luiz Roberto Martins de Miranda quando observam que o patrimônio científico “é constituído por objetos que são testemunhos dos processos científicos e do desenvolvimento tecnológico que não são mais utilizados para reproduzir, questionar ou estudar os fenômenos físicos” (2011, p.280-281). Nos museus de ciência, os objetos que são frequentemente identificados como constituintes desse patrimônio são os instrumentos científicos e objetos científicos (definição mais ampla).

#### 4.2. MUSEUS E CENTROS DE CIÊNCIAS NO BRASIL

Para Valente, Cazelli e Alves (2005), uma abordagem história panorâmica dos museus e centros de ciências no Brasil, é possível compreender que a trajetória dessas instituições é marcada por diferentes perspectivas dentro do campo da educação e comunicação de ciências que vai depender da época em que surgiram.

Neste trabalho já foi discutido a importância dos objetos e acervos, eles são basilares para as atividades museais. Sejam materiais ou imateriais. As concepções modernas de museus corroboram tal afirmação. De acordo com o Estatuto de Museus (BRASIL, 2009) são museus

as instituições sem fins lucrativos que conservam, investigam, comunicam, interpretam e expõem, para fins de preservação, estudo, pesquisa, educação, contemplação e turismo, conjuntos e coleções de valor histórico, artístico, científico, técnico ou de qualquer outra natureza cultural, abertas ao público, a serviço da sociedade e de seu desenvolvimento.

O estatuto do ICOM, aprovado durante a 21ª Conferência Geral, em Viena, Áustria, em 2007:

Museu é uma instituição permanente, sem fins lucrativos, a serviço da sociedade e de seu desenvolvimento, aberto ao público, que adquire, conserva, pesquisa, comunica e exhibe o patrimônio tangível e intangível da humanidade e de seu ambiente para fins de educação, estudo e fruição. (ICOM, 2007, p.2)

Museu de ciências ou centros de ciências são terminologias utilizadas de maneira ampla por instituições de todo o mundo, e que se preocupa com as ciências de maneira geral. A definição de ciência não é apresentada de forma clara e definida pelas instituições seus objetivos, atividades, funções, instalações, variam de uma instituição para a outra, especificamente no Brasil, por isso a necessidade de definição de museus de ciências e centros de ciências estabelecendo suas características (GASPAR, 1993).

É importante destacar o posicionamento do Departamento de Museus e Centros Culturais do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional que considera os museus:

[...] uma instituição com personalidade jurídica própria ou vinculada a outra instituição com personalidade jurídica, aberta ao público, a serviço da sociedade e de seu desenvolvimento e que apresenta as seguintes características: I – o trabalho permanente com o patrimônio cultural, em suas diversas manifestações; II – a presença de acervos e exposições colocados a serviço da sociedade com o objetivo de propiciar a ampliação do campo de possibilidades de construção identitária, a percepção crítica da realidade, a produção de conhecimentos e oportunidades de lazer; a utilização do patrimônio cultural como recurso educacional, turístico e de inclusão social; IV – a vocação para a comunicação, a exposição, a documentação, a investigação, a interpretação e a preservação de bens culturais em suas diversas manifestações; V – a democratização do acesso, uso e produção de bens culturais para a promoção da dignidade da pessoa humana; VI – a constituição de espaços democráticos e diversificados de relação e mediação cultural, sejam eles físicos ou virtuais. Sendo assim, são considerados museus, independentemente de sua denominação, as instituições ou processos museológicos que apresentem as características acima indicadas e cumpram as funções museológicas (DEPARTAMENTO DE MUSEUS E CENTROS CULTURAIS IPHAN/MINC, 2005, p. 2)

No Brasil, os primeiros museus a surgirem foram museus de ciências. A primeira instituição museal criada no país, no século XVII, surgida durante a ocupação holandesa em Pernambuco, compreendia um jardim botânico, jardim zoológico e observatório astronômico (IBRAM, 2011).

O primeiro museu do Brasil data do século XIX e está relacionado com a chegada da família real à portuguesa ao país. A chegada de D. João VI ao Brasil provocou a abertura de uma série de instituições educativas e culturais. Um dos seus primeiros feitos foi a criação, em 1808 do Horto Real, atualmente Jardim Botânico do Rio de Janeiro e em 1818 por meio de decreto e a criação do Museu Real. O museu, hoje Museu Nacional dava continuidade à Casa de História Natural apelidada popularmente de “Casa dos pássaros”. (SANTOS, 2015; GASPAR, 1993).

O principal objetivo era bem prático, o que pode ser observado no ato de criação:

Querendo propagar os conhecimentos e os estudos das Ciências Naturais do Reino do Brasil que encerram em si milhares de objetos dignos de observação e exame e que podem ser empregados em benefício do Comércio, da Indústria e das Artes, que muito desejo favorecer, como grandes mananciais de riqueza, hei por bem nesta corte que se estabeleça um Museu Real [...] (FARIA, 1949, p. 145).

A partir de 1821 o Museu Real é aberto ao público, com a realização de reservas restritas as quintas-feiras, no período entre dez horas da manhã à uma da tarde, não sendo

dia santo a todas as pessoas, tanto estrangeiras como nacionais. No ano de 1876 o museu passa por uma reforma com objetivo se igualar aos demais museus avançados do mundo. Ocorre a criação de da revista “Archives do Museu Nacional” que funcionava com publicações trimestrais destinadas a descrição dos trabalhos desenvolvidos na instituição pelos pesquisadores da época. Vale ressaltar que de acordo com o primeiro número da revista “O Museu Nacional é designado ao estudo da história natural, principalmente do Brasil e ao ensino das ciências físicas e naturais especialmente como são aplicadas à agricultura, indústria e arte” (SCHWARTZMAN, 1979).

Era oferecido pelo museu, além da revista, conferências sobre diversas temáticas da ciência, cursos públicos gratuitos e a ampliação do período de visitação que aumento para três dias semanais. Foi o período de ápice da instituição, que perdurou até a década de 1920, período que demarca o fim do que muitos chamam da “era dos museus” no Brasil (GASPAR, 1993).

Outro importante museu do século XIX, foi criado em 1866, uma iniciativa da Sociedade Filomática, o Museu Paraense, localizado na cidade de Belém, Pará. Tinha como objetivo inicial divulgar os produtos naturais locais, a fim de contribuir para incentivar a agricultura e diversificar a exportação (SANJAD, 2005). Em 1896, foi criada a Sociedade Zeladora do Museu Paraense, cujo intuito era organizar conferências públicas nas quais eram apresentadas palestras sobre zoologia e botânica da Amazônia (LOPES, 2009). Depois de passar por diversas dificuldades, o museu chegou a ser extinto, em 1889. Porém, “a modificação do quadro político com a República foi fator decisivo para sua recuperação. [...] O Museu foi formalmente reorganizado em 2 de setembro de 1890 (Decreto nº 187), tornando nula a lei que o extinguiu” (ALMEIDA, 2012, p. 76). No ano de 1894, a fim de melhorar a qualidade do museu, o zoólogo suíço Emílio Goeldi foi contratado. Goeldi deu ao espaço uma natureza divulgadora, pois achava que o conhecimento deveria ser compartilhado com a população, uma vez que ela sustentava a instituição por meio dos impostos pagos ao governo (GASPAR, 1993).

Em 1931, o museu passou a se chamar Museu Paraense Emílio Goeldi. Por iniciativa da Princesa Isabel, foi criado, também, o Museu Botânico do Amazonas, no ano de 1884. O museu tinha como missão estudar a botânica e a flora da província do Amazonas, bem como os artefatos indígenas, mantendo sob sua guarda produtos naturais e industriais e uma seção etnográfica (LOPES, 2009). Aos domingos, era aberto ao público, podendo ser visitado por naturalistas em qualquer dia da semana. Também

oferecia um curso de ciências, dividido em agrimensura e agricultura, com aulas práticas e teóricas (LOPES, 2009). Por dificuldades financeiras, foi extinto no ano de 1890, mas seu diretor, Barbosa Rodrigues, foi nomeado no mesmo ano como diretor do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

Ainda segundo Gaspar (1993) nessa mesma época tem a criação outro importante museu de ciências brasileiro, o Museu Paulista, oficialmente inaugurado em 26 de julho de 1894. A criação do museu estava vinculada à construção de um monumento comemorativo à independência do Brasil. O monumento, era o próprio edifício, que foi concluído em 1890 e permaneceu desocupado até que nele se resolveu instalar um museu, resultado da transformação cultural que São Paulo passava na época, fruto do crescimento do comércio cafeeiro. O ponto de partida do museu foi a aquisição das coleções pertencentes a Joaquim Sertório, milionário paulistano, e era composta por espécimens de história natural sem qualquer classificação, peças de gêneros variados, objetos indígenas, quadros, mobiliário etc. Liderado pelo zoólogo alemão Hermann von Ihering, o Museu Paulista era um estabelecimento científico comparável aos dos EUA e da Europa (LOPES, 2009). Tinha como foco a pesquisa e o ensino. Assim, Ihering sugeria aos professores que visitassem o museu primeiro para receber instruções, de modo que eles mesmos pudessem se encarregar das explicações aos seus alunos.

A década de 1920 foi um período importante tanto para a educação quanto para a divulgação científica no Brasil. Nessa época, iniciou-se um movimento político-social pela reforma da educação no país (ABRANTES; AZEVEDO, 2010) e as atividades de divulgação científica também ganharam força (MOREIRA; MASSARANI, 2001).

A reforma educacional e a divulgação da ciência encontraram suporte em duas instituições surgidas nesse período por meio de ações de cientistas e intelectuais do Rio de Janeiro: a Sociedade Brasileira de Ciência, criada em 1916 – que, em 1921 se transformaria em Academia Brasileira de Ciências (ABC) –, e a Associação Brasileira de Educação (ABE), criada em 1924. A primeira tinha por objetivo “estimular a continuidade do trabalho científico de seus membros, o desenvolvimento da pesquisa brasileira e a difusão do conceito de ciência como fator fundamental do desenvolvimento tecnológico do país” (ABC, 2016).

Já a segunda “surgiu para enfrentar os graves problemas que obstruíam o desenvolvimento da educação brasileira” (ABE, 2016). Vale ressaltar que ambas realizaram ações importantes para a difusão da ciência no Brasil: no âmbito da ABC, um

grupo de cientistas e intelectuais criou a primeira rádio brasileira, a Rádio Sociedade do Rio de Janeiro, em 1923, e a ABE “promoveu periodicamente cursos e conferências de divulgação, feitas por professores e pesquisadores brasileiros e estrangeiros” (MOREIRA; MASSARANI, 2001).

Ainda na década de 1940, foram criadas duas organizações que tiveram um papel importante na consolidação da cultura científica no Brasil: o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura (IBECC), em 1946, e a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), em 1948. (CARLETTI, 2016)

O número de espaços científico-culturais cresceu no Brasil, década após década, em números cada vez maiores: na década de 1960, surgiram 14 espaços; na década de 1970, 29 espaços; na década de 1980, 34 espaços; na década de 1990, 59 espaços; por fim, na década de 2000, 83 espaços. Nas décadas de 1960 e 1970, surgiram, ao todo, 43 espaços científicoculturais, dentre eles: o Museu de Ciência e Tecnologia da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (na época Museu de Zoologia da PUC/RS), na cidade de Porto Alegre, em 1967; o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, em 1969; a Fundação Planetário da Cidade do Rio de Janeiro, em 1970; e o Museu Aeroespacial, na cidade do Rio de Janeiro, em 1976. Todavia, os centros e museus interativos de ciência só começaram a surgir a partir da década de 1980, e houve um boom de criação desses espaços na década de 2000. O Espaço Ciência Viva (ECV), situado no bairro da Tijuca, no Rio de Janeiro, é considerado um dos primeiros centros interativos de ciência do país. De acordo com Constantin, o “embrião do Espaço Ciência Viva foi delineado na Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), no início dos anos 80” (CONSTANTIN, 2001).

A ideia fica adormecida enquanto outra iniciativa da SBPC-Rio é colocada em prática, o Seis e Meia da Ciência, cujo objetivo era realizar conferências científicas de caráter popular em um teatro do centro do Rio de Janeiro, no horário de saída dos trabalhadores. Desse projeto, surgiu o grupo de pesquisadores e professores que fundou o Espaço Ciência Viva, como uma sociedade sem fins lucrativos, cuja finalidade era difundir a ciência de forma participativa e que atingisse o público indiscriminadamente (CONSTANTIN, 2001). O ECV, na época de sua criação, em 1982, ainda não possuía espaço físico e realizava suas atividades em praças públicas. Em 1986, conseguiu a cessão de um galpão de 1.600 m<sup>2</sup> e, em outubro de 1987, abriu suas portas, passando a funcionar nesse local até os dias atuais (RUBINI et al., 2008).



O Brasil da década de 1980 é marcado por um período de grande recessão econômica; o PIB do país passou por um declínio médio de 1,6% entre os anos de 1981-1983. Os setores mais atingidos por conta da estagnação econômica foram o das indústrias de bens duráveis e de capital, setores concentrados nas áreas urbanas o que provocou um elevado índice de desemprego. O cenário vivenciado pela país foi denominado de “estagflação” associam de duas problemáticas do país, o estado de estagnação econômica juntamente com a inflação, nesse período o país apresentava uma dívida externa de 91 bilhões de dólares (FAUSTO, 2001).

Fausto (2001) afirma, que com relação à esfera política, o Brasil apresenta um quadro animador, tendo em vista, que durante a década de 1980 ocorre a passagem de um regime autoritário e ditatorial para um regime democrático e participativo com a primeira eleição para vereadores e governadores por meio do voto direto foi realizada em 1982. Porém no ano de 1985 ocorre a vitória de Tancredo Neves e José Sarney, para presidência e vice-presidência do país.

Paralelamente, no plano internacional, acontece um episódio significativo referente à educação em ciências e que deve ser levado em conta para nossa reflexão. Este episódio é o acordo internacional firmado por alguns países e a (UNESCO) Organização das Nações Unidas para Educação, Ciências e Cultura, com o surgimento de uma proposta resumida no seguinte *slogan* “ciências para todos” (CAZELLI; MARANDINO; STUDART, 2003).

Ainda sobre a década de 1980, surgem no país os primeiros museus de ciências e tecnologia interativos imbuídos pelo contexto de democratização e abertura política. (VALENTE; CAZELLI; ALVES, 2005). Um dos principais museus foi o Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) antes, do CNPq, e hoje, Do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e a Estação Ciência antes, do CNPq, e hoje, da Universidade de São Paulo (USP) duas instituições que tem como enfoque principal a apresentação dos fenômenos e conceitos por meio da interatividade.

Historicamente falando, os centros de ciências no Brasil têm uma grande ligação com a escola. Eles surgiram com o objetivo de favorecer um ensino de ciências mais interativo, com a utilização de equipamento em laboratório e contribuindo para formação de professores de ciências. Esses centros dentro dessas perspectivas se diferem um pouco dos Science centres saxões que são mais voltados para o processo de divulgação científica para população em geral. Porém, atualmente é comum nos deparamos com centros de

ciências e museus de ciências acoplados, muitas vezes são tratados como sinônimos, ou como uma tradução dos *sicence centres*. No entanto, há controvérsias com relação a esse sinônimo, e a justificativa para as distinções está relacionada à posse do acervo e coleção (CURY, 2000).

A diferenciação entre centros e museus de ciências vem sendo foco de discussão e reflexão de diferentes órgãos e pesquisadores. O Comitê Internacional dos Museus o (ICOM) <sup>7</sup> e o Departamento de Museus e Centros Culturais do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (DEMU/IPHAN)<sup>8</sup>, por exemplo, inserem ambas as instituições no mesmo conjunto de museus. Já alguns pesquisadores como Sabbatini (2004), estabelecem uma diferença entre uma categoria ou outra.

As especificidades associadas ao gênero museu de ciências pode ser mais bem compreendida se analisarmos os principais pontos históricos da Instituição. Um dele é o registro do *Conservatoire National des Arts et Métiers*, instituído em Paris em 1794, é considerado um dos pioneiros dentro desse segmento. Segundo Tibúrcio (2013), o *Conservatoire National des Arts et Métiers* foi configurado para atender a demanda política industrial que tinha como objetivo abastecer a França de recursos técnicos e pedagógicos para concorrer com os demais países europeus. Partindo desse propósito, o acervo da instituição era formado por máquinas e ferramentas que contribuíam para a formação de trabalhadores, “logo a função educativa baseada na demonstração pode ser considerada uma das características do *Conservatoire* e das demais instituições que seguiram essa vertente” (TIBÚRCIO, 2013, p. 10-11).

Valente (2003) afirma que o aparecimento das instituições que se seguiram foi condicionado ou pela “força da ciência dentro do aspecto da razão” ou pelo caráter nacionalista, “quando os interesses são dirigidos pelos governos” e juntamente a esses dois aspectos ainda tem a questão da importância da ciência como constituinte da cultura e representante de um contexto histórico. Um exemplo dessa criação é o Museum em Munique/Alemanha, fundado por Oskar Von Miller no ano de 1903, essa instituição era vista como instrumento de influência social e de divulgação do progresso técnico

---

<sup>7</sup> Criado em 1946, o ICOM é uma Organização não-governamental que mantém relações formais com a UNESCO, executando parte de seu programa para museus, tendo *status* consultivo no Conselho Econômico e Social da ONU. Disponível em: < [http://www.icom.org.br/?page\\_id=4](http://www.icom.org.br/?page_id=4)> Acesso em: 10 jul. 2021

<sup>8</sup> Disponível em: < <http://portal.iphan.gov.br/pagina/detalhes/872>> Acesso em: 10 Jul 2021

científico. Segundo a autora esse museu se encaixa na categoria de instituições que favoreciam o avanço da sociedade.

É no contexto de fomento em relação à ciência e tecnologia, que de acordo com Tibúrcio (2013), que as exposições apoiam o uso de objetos para explicação de processos científicos e industriais, os quais estabelecem uma interação com os visitantes por meio da manipulação. As exposições tinham como base a temática científica, criadas com o objetivo de divulgação e popularização das ciências. Valente (2013), destaca que os visitantes eram estimulados a participar por meio da experimentação mediada por treinadores com a finalidade de atingir todos os públicos.

Silva *et al.* (2002), declaram que o centro de ciências se afasta da ideia de museu de ciência porque é constituído de exposições<sup>9</sup> interativas. Entretanto, os primeiros museus de ciência e técnica já apresentavam seu conhecimento por meio de modelos que podiam ser manuseados pelo público. Vale ressaltar que para alguns pesquisadores e estudiosos, a interatividade (manipulativa) é a linha tênue de limitação para a distinção dos centros e museus de ciências. Cazelli (1992) defende que a existência dos museus que expõe a história da ciência, por meio de uma apresentação de equipamento científicos do passado, se contrapõem a ideia de centro de ciências. Para a autora os centros “que prova, atrai, seduz e motiva o visitante a entrar em contato com alguns fundamentos da ciência e tecnologia por meio de experimento do tipo “faça você mesmo” (CAZELLI, 1992, p. 18) está mais associada a educação para ciência de acordo com a pesquisadora.

Em contrapartida, autores como Bragança e Lourenço (1999) consideram os centros de ciências como museus. A distinção estabelecida por eles está ancorada no fato de que existem instituições que estudam e expõem suas coleções de importância histórica e fonte documental para a história da ciência e outras que estão preocupadas com as coleções e os princípios das ciências compreensíveis pelo público por meio do uso de modelos, e por meio da interatividade (aprendizagem através da manipulação de modelos e objetos). Os autores ainda argumentam que centros de ciências são respostas museológicas à “desfragmentação do objeto”, ou seja, necessidade de apresentar os objetos contextualmente, de maneira a ampliar o seu significado de forma inteligível.

---

<sup>9</sup> Geralmente, dentro do campo museal a ideia de interatividade está associada com a manipulação do acervo ou coleções por parte do público visitante.

Eles ainda consideram o contato com o objeto, ou seja, seu manuseio como fator significativo na experiência museal (CURY, 2000).

Sabbtani (2004) defende a concepção de centros de ciência enquanto espaço destinado às exposições interativas, cuja função é demonstrar um princípio científico e tecnológico, destacando os aspectos práticos sobre os teóricos. Para o autor, nesses espaços, o visitante é estimulado a explorar o artefato e a descobrir o princípio por si mesmo. Já no caso dos museus de ciências esses particularizam-se por exibirem coleções de artefatos, ferramenta e aparatos científicos em benefício da posteridade e da missão conservacionista, o que aparentemente pareceria estar ausente nos centros de ciência.

Na busca pelo processo de diferenciação entre museus de ciência e centros de ciência, Cury (2000), destaca a controvérsia em torno do tema, levando em conta que alguns pesquisadores defendem que as duas instituições fazem parte do fenômeno museológico. Indicam, entretanto, a distinção:

entre aqueles museus que estudam e expõem suas coleções de importância histórica e documental para a história da ciência e os que tornam suas coleções e os princípios da ciência compreensíveis por parte do público por meio do uso de modelos e, também, da participatividade (aprendizagem a partir de manipulação de modelos). Argumentam que os centros de ciências são respostas museológicas à “desfragmentação do objeto”, ou seja, necessidade de expor contextualmente os objetos, ampliando o seu significado de forma inteligível (CURY, 2000, p. 7).

Contudo, a autora defende que os museus de ciências trabalham com o patrimônio cultural materialmente preservado, diferentemente dos centros de ciências, em que o objetivo não é a salvaguarda de objetos de importância histórica e cultural, e sim tornar os princípios da ciência compreensíveis por parte do público através de coleções e modelos participativos como suporte comunicacional. O quadro a seguir apresenta de maneira comparativa, algumas diferenças entre museus e centros de ciências.

**Quadro 2:** Diferenças entre museus de ciências e centro de ciências e tecnologia.

<b>Museus de Ciências</b>	<b>Centros de Ciência e Tecnologia</b>
Função social e educacional	Função social e educacional
Política de atuação	Política de atuação
Conhecimento	Conhecimento
Preserva e Comunica	Comunica

Método de trabalho centrado no processo curatorial <sup>10</sup>	Método de trabalho centrado no processo de comunicação
Aquisição de acervo/formação de coleções	Fabricação de “acervo” de modelos
Conservação preventiva e restauração	Renovação, manutenção e reposição
Comunicação dos temas pertinentes ao acervo por meio de exposição, monitoria e outras estratégias	Comunicação de temas científicos ligados à política científica do centro por meio de exposição, monitoria e outras estratégias
As atividades são orientadas pelo acervo e a exposição é a principal forma de comunicação	As atividades são orientadas pela divulgação científica e nem sempre há uma ênfase sobre um meio específico.

Fonte: Cury, 2000.

De acordo com o quadro comparativo, vê-se que o principal diferencial entre os dois tipos de instituição está no acervo/coleção: método de trabalho, e as atividades desenvolvidas.

Comparando as duas colunas, vê-se que o principal diferencial entre as duas instituições está no acervo/coleção: método de trabalho, as atividades desenvolvidas no interior das instituições (aquisição, documentação, conservação de acervo e pesquisa a partir da cultura material) e, sobretudo, do uso das coleções no desenvolvimento das ações públicas. Os pontos em comum apresentados correspondem ao compromisso social de ambas, em divulgar conhecimento científico e tecnológico. Tantos os museus quanto os centros de ciência são instituições encarregadas de promover a comunicação e o ensino da ciência e atuam no campo da educação informal. Para tal, se valem das mesmas estratégias: exposição, monitoria, kits didáticos, oficinas, CD Rom, vídeos, publicações didáticas e outras. A escolha de uma destas estratégias é suficiente para incluir uma instituição no universo dos centros de ciência (CURY, 2000).

---

<sup>10</sup> Quando se fala em processo curatorial museológico, refere-se a um “ciclo completo”<sup>9</sup> e contínuo de procedimentos técnicos e científicos que envolvem a formação das coleções e seu estudo, documentação, conservação e comunicação (exposição e ações educativas e de difusão cultural). Nessa abordagem, cada etapa é considerada em harmonia e de forma solidária com as demais, demandando um trabalho interdisciplinar. Termo presente na Resolução nº 5.937, de 26 de julho de 2011, que apresenta o regimento do MAE-USP (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2011).

#### 4.3. A ORIGEM DO MUSEU DE ASTRONOMIA E CIÊNCIA AFINS (MAST)

É importante destacar um breve histórico sobre o MAST, tendo em vista que foi o primeiro museu do Brasil a trabalhar com objetos de ciência e tecnologia que é o pilar do presente trabalho. A preservação de bens culturais e os primeiros levantamentos em torno desse tipo de patrimônio foram realizados por volta da década de 1990, na Holanda, no Reino Unido e na Austrália (LOURENÇO; WILSON, 2013). No caso do patrimônio CULTURAL C&T, esse tipo de iniciativa era inexistente no Brasil, mas no exterior, especialmente no ambiente universitário percebe-se uma situação diferente. Desse modo, o levantamento de objetos C&T realizado no Brasil constitui um dos projetos de colaboração entre o MAST e o Museu Nacional de História Natural e da Ciência (MUNHAC), tem, portanto, inspiração em iniciativas europeias (LOURENÇO; GRANATO, 2015).

As origens dessa iniciativa remontam os trabalhos de preservação desenvolvidos pelo MAST em torno da sua coleção, às colaborações do MAST com instituições brasileiras no sentido de auxiliar na preservação de conjuntos patrimoniais de C&T e às discussões empreendidas no âmbito das cooperações desenvolvidas com o MUNHAC (GRANATO; LOURENÇO, 2015).

A ideia da criação de um museu de ciência no Brasil iniciou em 1956, quando o Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas (CBPF) elaborou um projeto para a criação de um museu de ciência e um planetário no Rio de Janeiro. O vice-presidente da instituição, Henry Lins de Barros, foi encarregado da implantação do projeto que seria desenvolvido em uma parceria entre o CBPF e a Prefeitura do Rio de Janeiro, no entanto a iniciativa não foi concretizada. Contudo, em 1959, Barros implantou o mesmo projeto em Recife, criando um museu de ciência, que teve uma existência curta (VALENTE, 2008).

O trabalho desenvolvido pelo MAST é resultado de uma parceria Luso-Brasileira onde os primeiros contatos entre o MAST e o MUNHAC foram realizados na década 1990, ainda no tempo do Museu de Ciência da Universidade de Lisboa (MCUL), quando seus diretores, Henrique Lins de Barros (MAST) e Fernando Bragança Gil (MCUL), trocaram correspondência e ideias em encontros profissionais em Portugal. Ambos os museus apresentavam similaridades de constituição, tanto em relação aos acervos,

objetivos e realizações, como em relação aos períodos de crise e de avanço por que passaram. Já ao final dessa década, em 1999, o MAST organiza a IV Reunião Bianual da Red-POP<sup>11</sup>, no Rio de Janeiro, e convida Bragança Gil para conferencista de abertura. Naquele momento, sua participação não foi possível, por problemas de saúde, e em seu lugar veio sua orientanda Marta Lourenço, na época ainda fazendo seu mestrado em Museologia. Apesar do contato feito nesse momento, as duas instituições permanecem ativas em suas atividades, mas sem desenvolver colaborações mais estreitas. Mais tarde, em outubro de 2006, a Coordenação de Museologia do MAST toma a iniciativa de convidar Marta Lourenço para uma estada de 20 dias na instituição<sup>12</sup>. Os trabalhos e atividades desenvolvidos nesse período foram intensos e extremamente produtivos, sendo discutidos possíveis projetos conjuntos e a assinatura de um convênio de cooperação, para além de terem sido realizadas visitas técnicas a diversas instituições de interesse<sup>13</sup>. É nessa altura que surge uma conscientização muito forte em relação a três dimensões da realidade do patrimônio cultural de C&T em Portugal e no Brasil (LOURENÇO; GRANATO, 2015).

Ainda sobre o histórico institucional do MAST suas origens remontam ao Projeto memória da Astronomia e Ciências Afins - PMAC (RE 130/82 de 11/10/82) que tinha como um dos seus objetivos o lançamento das bases para a criação de um museu de ciências voltado para a preservação, para a pesquisa histórica e para a formação de recursos pedagógicos, além de elaborar um projeto para a preservação da memória científica brasileira. Em um segundo momento, surge o Núcleo de Pesquisa em História da Ciência (04/12/84), cuja coordenação era diretamente ligada ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (GRANATO; SANTOS, 2007).

O MAST passou por momentos de crise e de grande desenvolvimento em seus quase 30 anos de existência, atualmente apresenta como missão institucional: “Ampliar

---

<sup>11</sup> Red de Popularización de la Ciencia y la Tecnología para América Latina y el Caribe, conhecida como Red-POP, é uma rede que agrupa centros e programas de popularização da ciência e da tecnologia, e que funciona mediante mecanismos regionais de cooperação que favorecem o intercâmbio, a capacitação e o aproveitamento de recursos entre seus membros. Foi fundada no MAST em 1991.

<sup>12</sup> Segundo o relatório técnico de trabalho da pesquisadora sobre o período de estada no MAST, foram três objetivos principais: dar início a um projeto de construção de um thesaurus de instrumentos científicos em língua portuguesa; participar no Mestrado em Museologia e Patrimônio (Unirio/Mast); e iniciar investigação histórica relativa ao Gabinete

<sup>13</sup> Foram realizadas visitas a instituições com potencialidade de ter objetos de interesse para o patrimônio cultural de C&T: Museu Nacional, Instituto de Química, Observatório Valongo e Museu da Escola Politécnica (todos da UFRJ), Museu Histórico Nacional, Colégio Militar, Real Gabinete Português de Leitura e Colégio Pedro II

o acesso da sociedade ao conhecimento científico e tecnológico por meio da pesquisa, preservação de acervos e divulgação da história da ciência e tecnologia no Brasil”.

As edificações históricas e as coleções envolvidas no processo de criação do MAST são preservadas por Lei Federal de 1986 (Processo no1009-T-79/IPHAN), no âmbito do Instituto do Patrimônio Histórico e Artístico Nacional (IPHAN), estando registradas no Livro Histórico volume 1, folhas 94-97, inscrição 509, de 14/08/1986 (IPHAN, 1994). O MAST é criado na perspectiva de ser um "espaço não só de preservação, mas de difusão da cultura científica" (CAZELLI, 1992). A sede do MAST é apresentada na figura a seguir

**Figura 3:** Sede do Museu de Astronomia e Ciências Afins.



Fonte: <https://vejario.abril.com.br/criancas/gratis-museu-astronomia-show-luna/>

O Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST), consciente de seu papel como órgão de preservação do patrimônio sob sua responsabilidade, é guardião de um valioso acervo, tanto imóvel quanto de objetos, especialmente de instrumentos científicos que são testemunhos da história da ciência e da técnica do Brasil. De forma surpreendente, esses testemunhos não foram, em sua maioria, descaracterizados por obra das modernizações típicas das áreas da ciência e da tecnologia, onde sempre se almeja o que é mais novo e tecnologicamente mais avançado (GRANATO, et al.,2007).



O acervo é constituído de escultura, equipamentos fotográficos, instrumentos científicos, máquinas e motores, máquinas de escrever e mobiliário. Aqui vale o destaque para coleção de objetos C&T que é responsável pela caracterização do museu como de ciência e técnica. Seu acervo conta com 2000 objetos das áreas de astronomia, ótica, cálculo, desenho, eletricidade, geodésia, metrologia, meteorologia, medição de tempo etc. Contando com mais de 2000 objetos, é das mais representativas e significativas de seu gênero e formada, em sua maioria, por instrumentos adquiridos pelo Observatório Imperial entre 1850 e 1930, nas áreas de astronomia, ótica, cálculo e desenho, eletricidade, geodésia, metrologia, meteorologia, medição do tempo etc.

## **5. CAPÍTULO 4**

### **5.1. PROCESSO DE BIOGRAFAR A “VIDA” DOS INSTRUMENTOS C&T**

A presente pesquisa aqui apresentada é caracteriza de modo amplo como uma pesquisa qualitativa, tendo em vista que os resultados produzidos não serão alcançados através de procedimentos estatísticos ou outros meios de quantificação, mas sim através de experiências, funcionamento organizacional, fenômenos culturais, emoções, sentimentos e comportamentos decorrentes do cotidiano dos objetos de ciências e tecnologia (C&T) que é objeto de estudo (STRAUSS; CORBIN, 2008). Além disso, pesquisas dessa natureza lidam com a forma de pensar inerente ao ser humano, então ao percorrer o caminho investigativo por meio do levantamento bibliográfico e seleção de objetos de ciência e tecnologia esta pesquisa apresenta os pilares da Pesquisa Qualitativa, tendo em vista que as ações humanas são consideradas intencionais, o que possibilita compreender os significados de determinadas ações dentro de um contexto concreto (COUTINHO, 2016).

Com a reformulação da historiografia estabelecida por Marc e Bloch e Lucien Febvre no final da década de 1920, a história se desvinculou do narrativo e factual e passou ser conduzida por hipóteses. Surgiram novos objetos e novas metodologias foram estabelecidas, e as fronteiras disciplinares que separavam a disciplina das demais ciências sociais foram flexibilizadas e a história se aproximou da geografia, da economia e da psicanálise, dentre outras. Com esse movimentou foi possível introduzir diferentes fontes para o historiador e não somente documentos escritos. O resultado deste movimento foi a pulverização do campo histórico, proporcionando o desenvolvimento de uma história

cultural, uma história das mentalidades, outra demográfica e, uma que foi apresentada neste trabalho a história da cultura material.

A história da cultura material é responsável pelo estudo de objetos materiais em suas interações com os aspectos mais concretos da vida humana, passando por domínios históricos que vão desde utensílios ao estudo da alimentação, do vestuário, da moradia e dos objetos de ciência. No entanto, obviamente, não o objeto tomado em si mesmo, mas sim sua utilidade, suas apropriações sociais, as técnicas envolvidas no seu desenvolvimento e manipulação, sua importância econômica e a sua necessidade social e cultural, afinal não se deve perder de vista a noção de cultura e cultura material (BARROS, 2001).

Mas como isto se aplica aos objetos de ciências e tecnologia? Como já foi dito o historiador da cultura material deve estar atento a todas técnicas e tecnologias contidos em determinado objeto. Desenvolvendo de certo modo a biografia do objeto levantando informações sobre quem o construiu, para quem, com qual objetivo, qual a sua utilização, se sua utilidade corresponde a sua finalidade, se foi utilizado para o que foi originalmente construído e qual a relação do objeto com a ciência.

Desde o de 2004 que o grupo de Preservação de bens Culturais da Coordenação de Museologia do MAST, discute maneiras de expor a coleção da instituição, formada por objetos de ciências e tecnologia que datam desde o início do século XIX, para o público de forma inteligível (FURTADO, 2006).

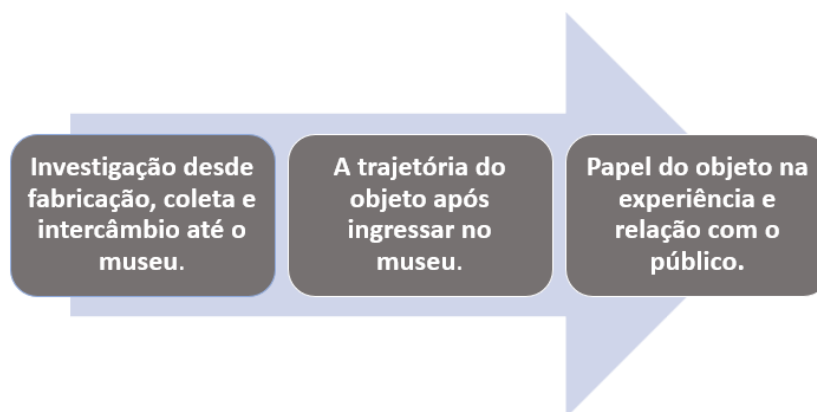
No processo de biografar uma coisa, Kopytoff (2008) recomenda que se dirija a ela o meso tipo de perguntas dirigidas às pessoas: de onde vem? Quem produziu? Quais suas fases conhecidas? Como e para que foi usada? Qual o seu destino após o fim de sua fase útil? De acordo com o autor toda e qualquer biografia é necessariamente parcial, pois invariavelmente elege/descarta diferentes aspectos da vida de pessoas ou coisas biografadas. Desse modo, é possível produzir biografias diferentes da mesma pessoa ou objeto: um carro, por exemplo, pode oferecer diferentes facetas de biografia técnicas, econômicas e sociais. O autor ressalta, que uma abordagem biográfica, pode iluminar aspectos de uma coisa que de outra forma permaneceria obscuros. O que se produz, entretanto, pode ser ou não uma biografia cultural:

O que faz uma biografia ser cultural não é o assunto tratado, mas como e de que perspectiva ela aborda o assunto. Uma biografia econômica culturalmente

informada de um objeto o encarará como uma entidade culturalmente construída, dotada de significados culturalmente específicos e classificada e reclassificada em categorias culturalmente constituídas. (KOPYTOFF, 2008, p. 94).

A partir do acompanhamento da “vida” de um objeto, é possível perceber movimentos de mercantilização (que homogeneiza a coisa e seu valor) e de singularização (que a discrimina e singulariza). “A força que se opõe a essa torrente potencial de mercantilização é a cultura, [...] a essência da cultura é a discriminação [e] o excesso de mercantilização é anti-cultural” (KOPYTOFF, 2008, p. 100). As coisas são singularizadas, assim, quando são retiradas da esfera mercantil ou têm sua comercialização restrita (KOPYTOFF, 2008). Para os objetivos deste trabalho, cabe salientar que processos de musealização, ao retirarem objetos da esfera mercantil, podem ser abordados como forças de singularização, o que por si já justifica a adoção da abordagem biográfica para a análise de objetos de museu, o que é proposto por Alberti (2005). O Esquema 5 apresenta de maneira sintetizada o percurso para biografar um objeto de acordo com Alberti (2005).

**Esquema 5:** Processo de singularização da “vida” de um objeto.



Fonte: autora, baseada nas ideias de Alberti (2005)

O principal interesse de Alberti (2005) está relacionado aos museus de história natural, nos quais o estudo do mais comum dos espécimes pode resultar em grande ganho de conhecimento sobre a instituição detentora do acervo, o método é passível de ser adotado em outras tipologias de museus e de coleções (LOUREIRO, 2018). O presente trabalho adota a tipologia de instrumentos científicos, especificamente, os objetos C&T.

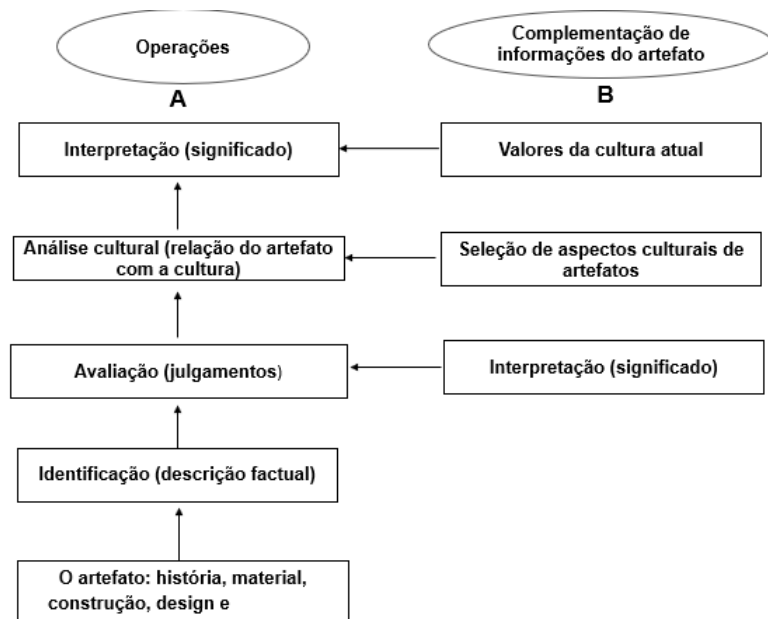
Em artigo publicado Samuel Alberti propõe que se estude a trajetória dos objetos de museus a partir da biografia de cada um deles, e para escrever esta biografia deve-se interrogar os objetos da mesma maneira que se faz para biografar pessoas. Para isto, Alberti (2005) desenvolveu um questionário com as seguintes perguntas:

- 1) Quais os momentos mais importantes de sua (do objeto) trajetória?
- 2) Como o status deste objeto se modificou ao longo do tempo?
- 3) O que o torna singular ou comum em relação aos demais?
- 4) Qual o impacto dos diferentes contextos – social, cultural, econômico, político, científico etc. - nesta trajetória? Para que a partir das respostas possa se traçar uma trajetória destes objetos que permita mais tarde estabelecer uma narrativa inteligível para o público.

Alberti estabelece o acompanhamento da “vida” do objeto de museus em três fases: na primeira, os objetos são investigados desde sua fabricação, coleta ou intercâmbio até o museu, considerando suas mudanças de significado e status; na segunda, são observados os percursos do objeto após seu ingresso no museu como se deu toda sua trajetória: ele é registrado, classificado, analisado, exposto; na terceira, é analisado o papel do objeto na experiência do público e a natureza de sua relação com o espectador. (ALBERTI, 2005).

Ainda sobre o processo de biografia de um objeto é importante destacar o Modelo de Winterthur. Este modelo de McClung Fleming tem sido um guia influente para análise de artefatos materiais (FLEMING, 1982). O modelo do Esquema 6 é baseado em cinco propriedades básicas que fornecem uma fórmula incluindo e inter-relacionando todos os fatos significativos sobre determinado artefato/objeto.

**Esquema 6:** Diagrama de um modelo de estudo de artefatos.



Fonte: Fleming, 1974.

O modelo foi publicado pela primeira vez em 1974 e nomeado para decoração do museu de artes de Delaware, onde Fleming trabalhou, de acordo com ele os pesquisadores devem realizar quatro operações analíticas em um objeto que passou por um detalhamento histórico e descrição do material. As operações analíticas seguem os critérios das propriedades básicas dos artefatos. Sua história (incluindo sua proveniência, fabricante etc.), materiais, construção (incluindo técnicas de fabricação), design (estrutura, forma iconográfica, ornamento) e função (usos pretendidos e não pretendidos).

A primeira operação analítica visa estabelecer essas propriedades e inclui o estudo do próprio objeto material e evidências documentais a ele relacionadas. Sua função é a descrição (com palavras ou imagens), classificação e autenticação. As principais questões que esta operação inicial procura responder sobre o artefato são: “o que é”, é “genuíno”, “quais são suas características físicas?” (FLEMING, 1982, p. 167).

A segunda operação analítica avalia o artefato levando em consideração a mão de obra, a estética, as decisões de fabricação e outros fatores. Este estágio de avaliação também pode incluir uma contextualização do material, por exemplo, procurar estabelecer relações com objetos semelhantes e com os padrões contemporâneos de precisão, mão de obra de qualidade. Identificação e avaliação são as mais fortemente orientadas a objetos materiais das quatro operações analíticas.

A terceira é a análise cultural do objeto, que inclui funções e uso do objeto, tanto concretos como abstratos, no que diz respeito à utilidade, significado e o que ele comunica sobre seu criador e usuários anteriores por meio de seu material e as características simbólicas. Fleming (1982), esta análise cultural é a que abrange o maior potencial de estudo do artefato.

Por fim, a quarta operação, interpretativa, destina-se a estabelecer a relevância e o significado do artefato para o nosso tempo contemporâneo, ao longo do processo de análise, da identificação e interpretação as quatro operações analíticas e as propriedades do artefato interagem, refletindo e modificando outros.

Ancorado no processo de biografar a “vida” de um objeto, através dos pressupostos de Alberti, Fleming e Kopytoff o presente trabalho investiga objetos C&T do Centro de Memória da Ciência e Tecnologia de Sergipe (CMCTS) com o objetivo de resgatar o seu contexto histórico atrelado ao seu conhecimento científico para utilização como proposta de ensino em sala de aula.

## 5.2. DESIGN RESEARCH

Como proposta de abordagem de Ensino, esta pesquisa estrutura-se de acordo com o *Design Research*<sup>14</sup> (DR) uma modalidade de pesquisa que emergiu como uma resposta à crítica de que as abordagens de pesquisas educacionais tradicionais têm pouca relevância para o contexto real de ensino (BARBOSA; OLIVEIRA, 2015). É caracterizada como um estudo sistemático do planejamento, desenvolvimento e avaliação de invenções educacionais que procuram soluções para problemas complexos da prática educacional e, ao mesmo tempo, contribui para o aumento do conhecimento sobre características destas intervenções e o processo de desenvolvimento destas (PLOMP, 2010). Desse modo, a DR proporciona o desenvolvimento desta pesquisa de forma cíclica, com o objetivo de responder à questão de pesquisa “Como utilizar objetos de

---

<sup>14</sup> Estamos adotando a terminologia Design Research “como rótulo comum para uma “família” de abordagens de pesquisa relacionadas que podem variar um pouco em objetivos e características, como por exemplo, estudos de design, experimentos de design, pesquisa baseada em design, pesquisa de desenvolvimento, pesquisa de engenharia.” (PLOMP, 2007, p. 10). [Tradução nossa]

ciências e tecnologia de um centro de memória por meio de uma abordagem histórica como proposta para o ensino de química?”

Nesse sentido, pesquisar em design educacional é desenvolver etapas de investigação de objetos C&T que busquem fornecer informações relevantes e úteis sobre uma determinada intervenção educacional para o ensino de química. para uso de professores e pesquisadores. Assumindo um compromisso com a geração de conhecimentos essenciais para o desenvolvimento de propostas educacionais que sejam realmente aplicáveis nos contextos aos quais se destinam.

As pesquisas em design podem assumir diferentes termos para se referir a esse tipo de pesquisa, a saber: pesquisa de desenvolvimento, pesquisa em design educacional, pesquisa em Design Research, estudos de design. Com diferentes focos, a pesquisa em design educacional pode ser compreendida como um conjunto de diferentes abordagens objetivam gerar conhecimento sobre problemas voltados para prática educacional aumentando o conhecimento sobre elas (PLOMP, 2010).

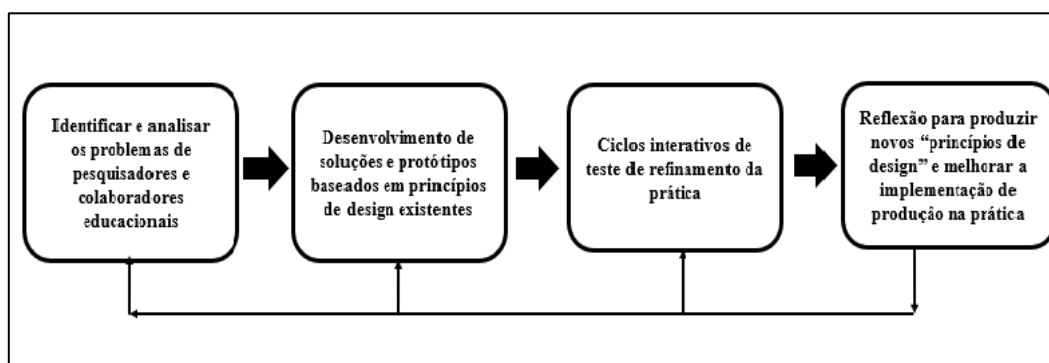
Alguns autores como Matta, Silva e Boaventura (2014) defendem a utilização do termo “Pesquisa de Desenvolvimento” para se referir esse tipo de pesquisa. Contudo, para o presente trabalho e com a finalidade de estabelecer coerência com os referenciais nos quais esta pesquisa está estruturada utilizaremos o termo “*design reserch*” para descrever a natureza dessa metodologia. Vale ressaltar que os princípios de design se organizam em proposições que direcionam a abordagem (princípios procedimentais) e as características que são (os princípios substantivos) da intervenção (Plomp, 2018).

Um dos motivos para a utilização da DR como abordagem metodológica de pesquisa voltada para educação são os tipos de resultados de pesquisa apresentados. Os quais são (1) intervenções: artefatos produzidos como instrumentos de mediação das interações que ocorrem no ambiente real de ensino. Como exemplos: sequências didáticas, material instrucional, programas de computador, ambientes virtuais de aprendizagem, entre outros; (2) o segundo resultado são teorias de intervenção: princípios de design substanciais e procedimentais validados de forma empírica que aumentam a compreensão sobre processos educacionais e podem contribuir como fundamentos que orientam a tomada de decisão por professores, pesquisadores, políticos, e; (3) o terceiro resultado está associado ao desenvolvimento profissional de todos os participantes do processo de pesquisa (SANTOS, 2017).

Desse modo, as pesquisas em design educacional visam desenvolver etapas de investigação com o objetivo de obter e fornecer informações relevantes sobre determinada proposta de intervenção educacional tanto para uso de professores como de pesquisadores da área da educação. Alguns autores como Matta, Silva e Boaventura (2014) consideram o uso do termo “Pesquisa de Desenvolvimento” para se referir a pesquisas desse tipo.

De acordo com Plomp (2010) os processos de pesquisa em DR são sistemáticos e cíclicos com relação ao caráter de: atividades de análise, design, avaliação e revisão até que seja estabelecido um equilíbrio entre os ideais “o pretendido” e a realização. No Esquema 7, inspirado em Reeves (2006), estão mostradas as etapas que constituem a pesquisa em design.

**Esquema 7:** Etapas da pesquisa em desenvolvimento.



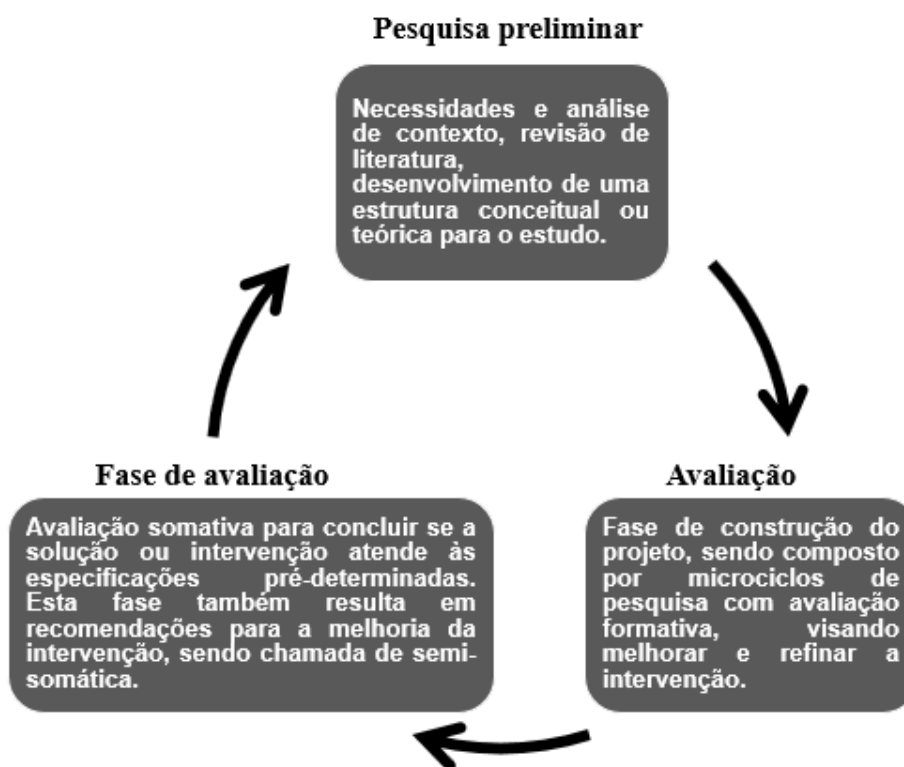
Fonte: autora, 2022.

O Esquema 7 aponta que as soluções educacionais produzidas devem ser submetidas a ciclos de testagem para seu refinamento. Os ciclos podem ser repetidos quantas vezes forem necessários para validar e produzir um número satisfatório de princípios de design. Para o desenvolvimento desse processo é necessário que ao final de cada ciclo ou etapa de testagem seja realizada uma avaliação somativa, ou seja, cada teste deve ser seguido por um processo de reflexão a fim de identificar suas limitações e contribuições. Esse processo de avaliação somativa é acumulativo, pois os princípios elaborados previamente por outros pesquisadores ou até mesmo no próprio processo de desenvolvimento da pesquisa devem ser levados em consideração para a criação de novos princípios. Depois do processo de avaliação somativa realizado a cada ciclo de testagem é gerado um novo protótipo. Esse novo protótipo deve ser diferente do seu antecessor e assim funcionar para os diferentes protótipos que vão surgindo. A DR é uma pesquisa



orientada a processos e os procedimentos mencionados anteriormente devem ser realizados sucessivamente até que seja atingida a saturação e os resultados possam ser generalizados analiticamente (BARBOSA e OLIVEIRA, 2015). Posto isso, a pesquisa em design pode ser estruturada em algumas fases. Representadas pelo Esquema 8.

**Esquema 8:** Etapas da pesquisa *Design Research*.



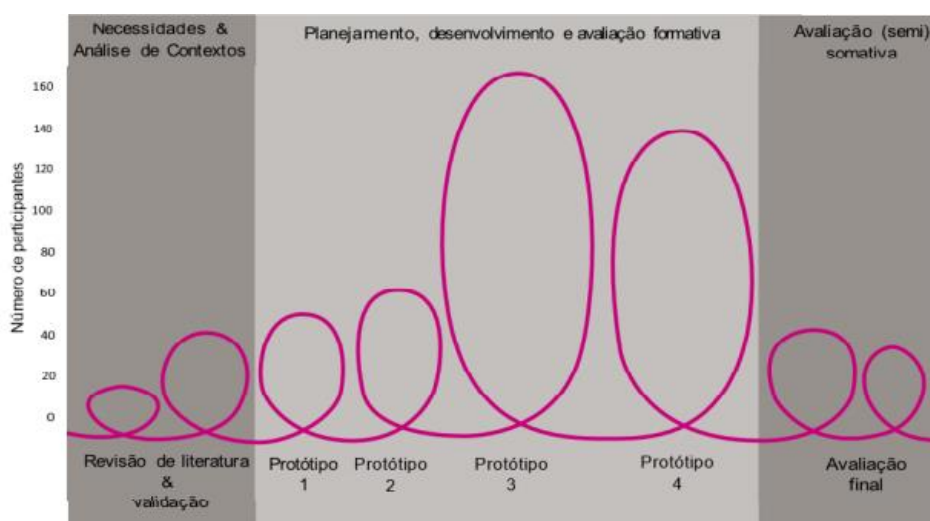
Fonte: autora, 2022.

A partir do Esquema 8 podemos perceber que a fase preliminar consiste na etapa em que é realizada uma investigação prévia de revisão de literatura, fase em que os pesquisadores procuram embasamento para a construção das ideias do DR com o objetivo de elaborar matérias que sejam utilizados no contexto de sala de aula. Finalizando a primeira etapa, o pesquisador dá início a segunda fase, a prototipagem, onde ocorre o planejamento e produção da intervenção didática. Nessa fase os primeiros protótipos preparadores passarão por etapas sucessivas de validação (avaliação formativa) de especialista. E por fim, mas não menos importante é a avaliação formativa (semi-somativa), momento em que o pesquisador chega à conclusão se a intervenção didática atende os princípios estabelecidos previamente. Com o processo de validação existe a

possibilidade de refinamento da pesquisa até que atenda da melhor forma as ideias anteriormente estabelecidas.

Coutinho (2016), argumenta que, no processo de investigação de uma pesquisa de caráter qualitativo, a produção de conhecimento é caracterizada como cíclica, interativa e em espiral, assim como é recomendado de acordo com os princípios do DR (PLOMP, 2018). A Figura 4 representa como se dá o desenvolvimento de uma pesquisa em DR.

**Figura 4:** Processo cíclico de desenvolvimento do *Design Research*.

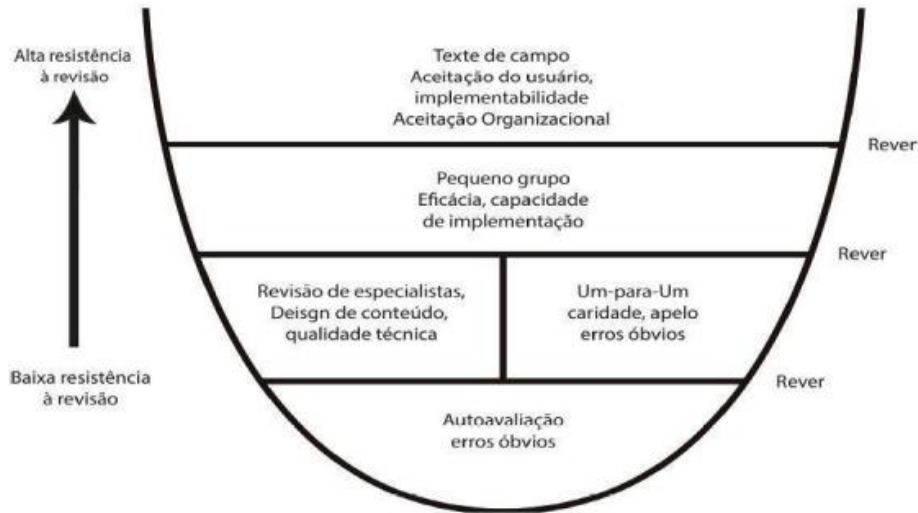


Fonte: Reeves (2000, 2006) retirado de Plomp (2018)

De acordo com o ciclo da Figura 4 apresentado anteriormente, apresenta um exemplo de etapas de processo cíclico. Os dois primeiros ciclos da figura referem-se a um tipo de validação composta por aporte teóricos e é realizada quando o pesquisador investiga sobre os fundamentos das características do material que quer preparar. Depois do processo de validação teórica do material, o pesquisador gera o primeiro protótipo, o qual é submetido a testes com os alunos. A cada testagem realizada com os alunos, o pesquisador repensa o seu material (fase de avaliação formativa) e realiza modificações que favoreça a melhoria do material, gerando um novo protótipo processo que ocorre sucessivamente, até chegar à avaliação final (avaliação somativa). Nessa fase da DR, o pesquisador, por meio das suas análises, chega à conclusão se o material produzido atende às especificações propostas, considerando também a possibilidade de aprimorar a intervenção a partir das recomendações obtidas durante o processo.

A Figura 5 apresenta diferentes métodos de avaliação, o que significa que as avaliações formativas devem se adequar a cada método, e, quanto mais a pesquisa se aproxima da avaliação no teste de campo, pode se tornar mais adequada ao contexto estudado, por isso maior resistência do protótipo à revisão ou aprimoramentos (PLOMP, 2018).

**Figura 5:** Fases do processo de avaliação formativa.



Fonte: Retirado de PLOMP (2018).

Na fase de prototipagem acontece o teste empírico dos princípios de design. São realizadas sucessivas iterações e cada uma delas constituem um microciclo de pesquisa que culminam com a avaliação formativa, considerada a atividade mais importante. Ao final de um ciclo, o protótipo é replanejado à luz das orientações fornecidas pela avaliação formativa. A avaliação ocorre durante as várias etapas intermediárias de cada ciclo da pesquisa e suas reflexões ajudam redirecionar a intervenção aos caminhos mais promissores para se atingir os objetivos traçados. O replanejamento dá origem a um protótipo aprimorado, considerado mais eficiente, e que deve ser aplicado em um novo ciclo de prototipagem contendo um número maior de participantes. A Design Research é uma pesquisa orientada a processos e o procedimento mencionado anteriormente deve ser realizado sucessivamente até que seja atingida a saturação e os resultados possam ser generalizados analiticamente (BARBOSA e OLIVEIRA, 2015). Na última etapa da pesquisa, na fase avaliativa, é realizada a avaliação semissomativa, uma avaliação mais global que leva em consideração todos os aspectos da pesquisa e integram as avaliações

formativas, para checar, em caso de sucesso, “como” e “porquê” a intervenção atingiu as expectativas planejadas; no caso de insucesso, resulta em orientações para o aprimoramento de novos ciclos da intervenção. A intervenção, um dos produtos do design, poderá ser utilizada integralmente ou de forma adaptada em outros contextos específicos por outros profissionais nas suas estratégias de ensino; o conhecimento adquirido no processo da pesquisa poderá também ser utilizado como aporte teórico para fundamentar outras intervenções.

### 5.3. QUESTÃO DE PESQUISA

Começaremos essa seção observando que, embora tenhamos apresentado a metodologia da investigação antes do problema da pesquisa, deve ficar claro que a metodologia utilizada nessa pesquisa foi escolhida em função do problema estabelecido. Tendo em vista que a DR possui uma maneira singular de enunciar os objetivos de uma pesquisa diferente daquele que é utilizada comumente, acreditamos que seria mais proveitoso apresentar a parte metodológica da DR e em seguida o problema de pesquisa em si. A questão inicial do presente trabalho é como objetos C&T de um centro de memória por meio de uma abordagem história pode contribuir para o ensino de química?

Para desenvolver uma pesquisa em DR com uma intervenção didática é, entre outros aspectos, decidir sobre quais estratégias utilizar e procedimentos realizar para que os objetivos associados ao ensino de aprendizagem sejam atingidos. Esta pesquisa está no processo de fase preliminar, levantamento bibliográfico e investigação da contribuição dos objetos para o ensino de alguns conceitos químicos.

Ainda na fase preliminar e com base em uma revisão de literatura, assumimos dois pressupostos fundamentais à pesquisa:

- 1) A História da ciência pode proporcionar uma formação de cunho epistemológico e, por consequência, uma melhor compreensão da ciência;
- 2) O contexto histórico de instrumentos científico, ou seja, os objetos C&T e suas nuances podem contribuir para uma melhor compreensão de conceitos científicos e o seu processo de desenvolvimento.

Ainda sobre a DR Barb e Squire (2004), define como uma série de abordagem de pesquisa, na qual se busca produzir teorias novas, artefatos e práticas de (intervenções) que sejam relevantes para o ambiente educacional de ensino e aprendizagem e, simultaneamente, aumentar o conhecimento relacionado as intervenções e seu processo de desenvolvimento (PLOMP, 2007). Este tipo de pesquisa se desenvolve em função dos seus princípios de designs, enunciados heurísticos, que dão suporte teórico (conhecimento substantivo) e metodológico (conhecimento procedimental) para o planejamento, desenvolvimento e aplicação das intervenções.

O conhecimento substantivo está ligado às características “essenciais” da intervenção e resulta em teorias de intervenção, portanto, serve como importantes contribuições científicas. O conhecimento procedimental refere-se ao conjunto de atividades que são consideradas mais promissoras. Fornece ideias para aprimorar as intervenções, resultando, por sua vez, em importantes contribuições para a didática, Figura 6 (PLOMP, 2007).

**Figura 6:** Processo de pesquisa com a *Design Research*.



Fonte: Adaptado de Plomp (2007).

De acordo Promp (2007), em termos da DR, a questão de pesquisa pode ser enunciada como se segue:

Quais as características e como os objetos C&T aliados ao seu contexto histórico, social, econômico, político e psicológico podem contribuir para o processo de ensino e aprendizagem?

Interpretando à figura a luz dessa pesquisa. Foi apresentado as possíveis utilizações dos objetos e suas contribuições no processo de ensino e aprendizagem para uma intervenção em trabalho futuro.

Propõem-se como possíveis soluções os seguintes princípios substantivos:

- 1) O uso didático da história da ciência, e
- 2) Uma abordagem contextual.

Eles estão apoiados nos seguintes princípios considerados procedimentais:

- 1) Textos de natureza histórica;
- 2) Manual de instrução de utilização;
- 3) Realização da biografia dos objetos C&T;
- 4) Investigação das dificuldades dos alunos em relação aos conceitos apresentados pelos objetos C&T;

## 6. CARACTERÍSTICAS DOS OBJETOS C&T DO CMCTS

### 6.1. VISCOSÍMETRO

A determinação da viscosidade<sup>15</sup> de um líquido pode ser realizada por métodos baseados na lei de Newton, ou por equações matemáticas dela derivadas. Exemplos de viscosímetros empregados comumente são o de McMichal, de Ostwald, de escoamento em tubos capilares e o de Hoppler (DE SOUZA, *et al.*, 1994).

A reologia é a parte da Físico-Química que estuda as deformações dos sistemas líquidos, sólidos e semi-sólidos, abrangendo diferentes propriedades associadas às deformações da matéria, como extrussibilidade, compressibilidade, ductibilidade, espalhabilidade, elasticidade, fluidez e viscosidade. De acordo com os tipos de fluxos e/ou deformação, os sistemas podem se classificados como newtonianos e não-newtonianos. O viscosímetro é uma técnica bastante utilizada com fluídos.

A viscosidade é a principal propriedade física dos óleos lubrificantes. Ela está relacionada com o atrito entre as moléculas do fluido (líquido ou gás), podendo ser definida como a resistência ao escoamento que eles apresentam<sup>16</sup>. Ela varia com a temperatura e a pressão, sendo, porém mais sensível à temperatura que à pressão. As variações de temperatura produzem variações opostas em gases e líquidos. Quando a temperatura aumenta, a viscosidade do líquido diminui, porém a viscosidade do gás aumenta. A Figura 7 é de um viscosímetro Hoppler que mede a viscosidade a partir do

---

<sup>15</sup> **Viscosidade** é um termo científico que descreve a resistência ao fluxo de um fluido.

<sup>16</sup> CPM - PROGRAMA DE CERTIFICAÇÃO DE PESSOAL DE MANUTENÇÃO/ MECÂNICA / LUBRIFICAÇÃO – SENAI [on line]. Disponível em < <https://1library.org/document/y9gdkdrq-cpm-programa-de-certificacao-de-pessoal-de-manutencao.html>>

tempo que uma esfera sólida precisa para percorrer uma distância entre dois pontos de referência dentro de um tubo inclinado com amostra.

**Figura 7:** Viscosímetro Hopper do CMCTS.



Fonte: autora, 2022.

Este tipo de viscosímetro é utilizado principalmente para substâncias de baixa viscosidade como: na indústria de azeites mineiras, indústria alimentícia (soluções de açúcar, mel, cerveja e gelatina), indústria química (soluções de polímeros, soluções de resina, dispersões de látex), indústria de cosmético ou farmacêutica (glicerina e emulsões), indústria do petróleo, combustíveis (diesel, parafina), indústria papeleira (emulsões e dispersões de pigmentos de papel) e na indústria de pinturas (tintas para impressão, banners).

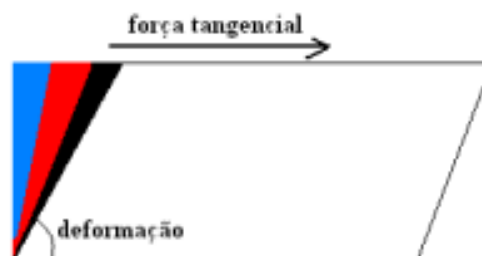
## 6.2. FLUÍDO

Um fluido, ao contrário de um sólido, é uma substância que pode escoar. Os fluidos assumem a forma do recipiente em que são colocados; eles se comportam dessa forma porque não resistem a forças paralelas à superfície. (Na linguagem mais formal do Módulo 12-3, fluidos são substâncias que não resistem a tensões de cisalhamento.) Algumas substâncias aparentemente sólidas, como o piche, levam um longo tempo para se amoldar aos contornos de um recipiente, mas acabam por fazê-lo e, por isso, também são classificadas como fluidos. O leitor talvez se pergunte por que os líquidos e gases são agrupados na mesma categoria e chamados de fluidos. Afinal (pode pensar), a água é tão

diferente do vapor quanto do gelo. Isso não é verdade. Os átomos do gelo, como os de outros sólidos cristalinos, formam um arranjo tridimensional regular, que recebe o nome de rede cristalina. Nem no vapor nem na água existe um arranjo como o do gelo, com ordem de longo alcance.

Pode-se definir fluido como uma substância que se deforma continuamente, isto é, escoa, sob ação de uma força tangencial por menor que ele seja. Representado pela Figura 8.

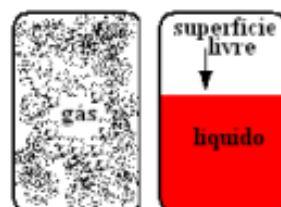
**Figura 8:** Força Tangencial agindo sobre fluído.



Fonte: autora, 2022.

O conceito de fluidos envolve líquidos e gases, logo, é necessário distinguir estas duas classes: “Líquidos é aquela substância que adquire a forma do recipiente que a contém possuindo volume definido e, é praticamente, incompressível. Já o gás é uma substância que ao preencher o recipiente não formar superfície livre e não tem volume definido, além de serem compressíveis de acordo com a Figura 9.

**Figura 9:** Fluído: gás e líquido.



Fonte: autora, 2022.

### 6.3. PROPRIEDADE DOS FLUÍDOS



a) **massa específica  $\rho$** : a massa de um fluido em uma unidade de volume é denominada densidade absoluta, também conhecida como massa específica ( $\text{kg/m}^3$ ) (“density”).

$$\rho = \frac{m}{V} \quad \text{sendo} \begin{cases} m - \text{massa} \\ V - \text{volume} \end{cases}$$

b) **peso específico  $\gamma$** : é o peso da unidade de volume desse fluido ( $\text{N/m}^3$ ) (“unit weight”)

- Para os líquidos:

$$\gamma = \frac{G}{V} \quad \text{sendo} \begin{cases} G - \text{peso} \\ V - \text{volume} \end{cases}$$

- Para os gases:

$$\gamma = \frac{P}{RT} \quad \text{sendo} \begin{cases} P - \text{pressão absoluta (kgf/m}^2) \\ R - \text{constante do gás} \\ T - \text{temperatura absoluta (}^\circ\text{C)} \end{cases}$$

#### 6.4. CLASSIFICAÇÃO DOS FLUÍDOS – NEWTONIANOS E NÃO-NEWTONIANOS

Os fluidos que obedecem à equação de proporcionalidade, ou seja, ocorre uma relação linear entre o valor da tensão de cisalhamento aplicada e a velocidade de deformação resultante, quer dizer, o coeficiente de viscosidade dinâmica  $\mu$  constante, são denominados fluidos newtonianos, incluindo-se a água, líquidos finos assemelhados e os gases de maneira geral. Os fluidos que não seguem esta equação de proporcionalidade são denominados fluidos não-newtonianos e são muito encontrados nos problemas reais de engenharia civil, como exemplos citam-se: lamas e lodos em geral. Neste tipo de fluido não ocorre uma relação linear entre o valor da tensão de cisalhamento aplicada e a velocidade de deformação angular (AZEVEDO; NETTO, 2007)

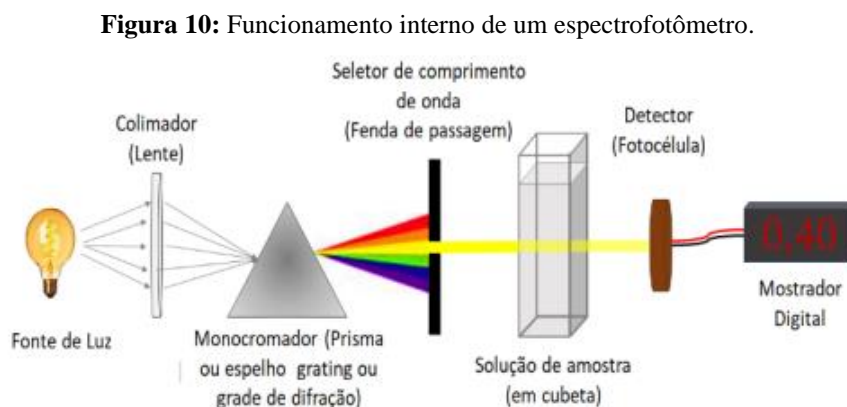
#### 6.5. ESPECTROFOTÔMETRO

A cor está em praticamente toda parte. Cada composto químico absorve, transmite ou reflete luz em um espectro eletromagnético em comprimentos de onda. Quando a luz passa por qualquer solução uma seção dela é absorvida. É um equipamento de laboratório muito utilizado em investigações biológicas e físico-químicas. O espectrofotômetro compara a radiação transmitida ou absorvida por uma determinada solução. Estas soluções apresentam uma quantidade desconhecida de soluto e uma quantidade conhecida da mesma substância.

## 6.6. ESPECTROFOTOMETRIA

Esta técnica permite análises qualitativas e quantitativas. À medida que a concentração de uma substância aumenta, a absorção de luz aumenta e a transmissão de luz diminui.

A faixa de luz ultravioleta e visível do UV/VIS é amplamente aplicada em pesquisa, produção e controle de qualidade para classificação e estudo de substâncias. A espectroscopia UV/VIS é baseada na absorção de luz por uma amostra. Dependendo da quantidade de luz e de seu comprimento de onda absorvido pela amostra, informações valiosas podem ser obtidas, como pureza da amostra. Além disso, a quantidade de luz absorvida está relacionada com a quantidade de amostra e, assim, a análise quantitativa é possível por espectroscopia óptica. A figura 10 representa as etapas básicas da técnica de espectrofotometria.



Fonte: Martinez (2014).

Curiosamente, o primeiro espectrofotômetro foi inventado por um químico chamado Arnold Beckman em 1939. Na Figura 11 temos um exemplo de espectrofotômetro.

**Figura 11:** Espectrofotômetro do CMCTS.



Fonte: autora, 2022.

## 6.7. BREVE HISTÓRICO DE ARNOLD BECKMAN

Arnold Orville Beckman foi um famoso químico, inventor e filantropo da América. Com uma perspicácia perspicaz e um olhar atento aos detalhes, Arnold sempre teve um talento especial para resolver problemas. Foi na infância que ele se deparou com um livro de química e, assim, iniciou sua associação ao longo da vida com o assunto. Ainda na escola, Beckman fundou um empreendimento comercial que analisava a composição do gás natural. Enquanto trabalhava na Western Electric Company, ele adquiriu uma compreensão profunda dos circuitos eletrônicos. Ele utilizou seu conhecimento de química e eletrônica para resolver muitos problemas em sua vida adulta. Ele desenvolveu o primeiro medidor de pH do mundo que foi usado para medir a acidez de uma determinada solução. Ele então criou um dispositivo que poderia calcular a energia da luz no espectro visível, infravermelho e UV. Ele modificou os potenciômetros usados no medidor de pH para desenvolver o heliponto que poderia ser usado em aviões e navios. O químico também trabalhou com o governo californiano em seus esforços para mitigar os efeitos nocivos da poluição atmosférica de Los Angeles. Ele também esteve envolvido no Projeto Manhattan, que criou as bombas nucleares. Orville inventou o dosímetro que poderia indicar os níveis de exposição à radiação ionizante. As

contribuições deste inventor para a raça humana são numerosas; leia para saber mais sobre sua vida e obra.

## 6.8. CALORÍMETRO DUBOSCQ

Os colorímetros de Duboscq correspondem aos instrumentos de um fabricante francês com este nome que em meados do séc. XIX pôs à disposição de um professor de química industrial um destes aparelhos. Alegadamente, era o primeiro que permitia a comparação simultânea de dois líquidos corados. Este tipo de instrumentos foi depois construído por outros fabricantes que, no entanto, lhe atribuíam o mesmo nome de Duboscq. Este colorímetro, por exemplo, foi construído na Alemanha pelo fabricante Fa. Fritz Hellige & Co., de Friburgo. Colorímetro Duboscq, Figura 12.

**Figura 12:** Colorímetro Duboscq do CMCTS.



Fonte: autora, 2022.

Os colorímetros iniciais recebiam a luz natural refletida num espelho inferior, mas depois vieram aparelhos com luz elétrica como este que se apresenta na figura. O princípio destes colorímetros baseia-se na comparação da intensidade da cor de uma solução padrão com a do problema em tinas cilíndricas e paralelas, em que o trajeto da luz passa pelas soluções e depois por prismas de vidro que mergulham nessas soluções, fazendo-se variar a espessura do trajeto luminoso. Para tal, acionam-se cremalheiras que movimentam as tinas para cima ou para baixo até se obter na ocular igual intensidade

luminosa em ambas as soluções. Escalas acopladas às cremalheiras assinalam a espessura das soluções atravessadas pela luz. Estes valores, juntamente com o da concentração do padrão, permitem determinar a concentração da solução problema (ESTEVEES, 2017).

## 6.9. PENETRÔMETRO

Penetrômetros portáteis de acionamento manual têm sido e serão usados para medir a resistência do solo à penetração, a qual está relacionada a importantes atributos do solo e das plantas. Um aspecto associado ao uso desses aparelhos relaciona-se à influência do operador nos resultados obtidos, particularmente pela dificuldade em manter-se uma taxa constante de penetração. A limitação ao uso mais extensivo de equipamentos existentes com velocidade constante de penetração e armazenamento eletrônico de dados, por sua vez, está no alto custo e nas dificuldades de importação, uma vez que não existem equipamentos similares de fabricação nacional (DALVAN; GILBERTO; JOSÉ, 2007).

Quando o solo é comprimido, sua densidade aumenta, e a porosidade total diminui, com redução no volume de macro poros e incremento no volume de micro poros. Com a compactação, reduz-se a aeração e a disponibilidade de água e de nutrientes às plantas e aumenta o impedimento mecânico ao crescimento radicular (LETEY, 1985). Alguns estudos abordam o tema com o conceito da faixa ótima de umidade do solo, na qual as plantas exibem mínimas limitações ao crescimento e desenvolvimento, quanto à disponibilidade de ar, de água e de resistência do solo (SILVA et al., 1994; KLEIN & LIBARDI, 2000; REINERT et al., 2001b). Outros autores defendem um conceito mais simples de valores de propriedades físicas, especialmente a densidade e a resistência do solo à penetração, em que o sistema radicular das plantas não penetra quando os valores observados forem maiores do que os críticos (TAYLOR & GARDNER, 1963; TAYLOR et al., 1966; REINERT et al., 2001a; THOMPSON et al., 1987).

A aplicação e os tipos de penetrômetros variam muito, especialmente nas várias estratégias utilizadas nas montagens dos equipamentos (BRADFORD, 1986; PERUMPRAL, 1987; LOWERY & MORRISON, 2002), mas seguindo as especificações do cone e da velocidade de penetração apresentadas pela Sociedade Americana de Engenharia Agrícola (ASAE, 1999).

Boa parte dos penetrômetros utilizados em estudos de manejo do solo emprega a força manual para a penetração da haste do equipamento, o que provoca grande variabilidade devido à dificuldade de impor pressão de forma constante ao longo do tempo de penetração, tal que permita velocidade constante durante todo o procedimento de penetração, especialmente quando existe variação do estado de compactação do solo com o aprofundamento no perfil do solo. Para obter velocidade uniforme de penetração, alguns pesquisadores (BRADFORD, 1986; PERUMPRAL, 1987; ROONEY & LOWERY, 2000; WILFORD et al., 1972; ARRIAGA et al., 2002) adaptaram o penetrômetro ao sistema hidráulico de tratores ou de motores adaptados em veículos utilitários, usando a força hidráulica para provocar velocidade de penetração aproximadamente constante. Esses tipos de sistemas têm a desvantagem de causarem efeito do tráfego pelo veículo nas áreas experimentais, muitas vezes com acesso limitado, sendo mais recomendados para outros usos que não a avaliação comparativa da compactação em sistemas de manejo de solo. A Figura 13 representa o penetrômetro presente no CMCTS.

**Figura 13:** Penetrômetro K.I.C. do Centro de Memória da Ciência e Tecnologia de Sergipe.



Fonte: autora, 2022.

## 6.10. MEDIDOR DE PONTO DE FULGOR

Os combustíveis líquidos são amplamente utilizados na indústria pelas facilidades de armazenamento, operação e transporte, e os derivados de petróleo praticamente estão presentes na maioria das aplicações.

Quando um corpo combustível é aquecido, atinge diferentes estágios da temperatura conhecidos como: ponto de fulgor, ponto de combustão (inflamação) ou ponto de ignição.

O ponto de fulgor é a menor temperatura também conhecido como “flash point” é a menor temperatura na qual líquidos inflamáveis começam desprender gases e vapores inflamáveis que entram em combustão quando em contato com uma fonte de calor, as chamas não se mantêm devido a insuficiência de gases e vapores desprendidos. Para determinar o ponto de fulgor de um combustível líquido existe dois tipos de aparelhagem: aparelhos de Pensky-Martens (vaso fechado) e aparelhos de Cleveland (vaso aberto). A Figura 14 é de um medidor do tipo Cleveland.

**Figura 14:** Medidor de ponto de fulgor do CMCTS.



Fonte: autora, 2022.

#### 6.11. BARÔMETRO DE MERCÚRIO

O barômetro é um tipo de instrumento criado por Torricelli em 1644 e tem como princípio de funcionamento medir a pressão da coluna de ar, desde o local da observação, até o topo da atmosfera, através de uma coluna de mercúrio contida em um tubo de vidro (IP PORTUGAL, 2010). Denomina-se pressão atmosférica o peso exercido por uma coluna de ar que se encontra acima do observador em um dado instante e local (VAREJÃO-SILVA, 2006).

Todo corpo que se encontra sobre ou acima da superfície terrestre sofre uma força correspondente ao peso do ar (DURÁN, 2003, p. 106). Na atmosfera, porém, a pressão não se altera apenas na direção vertical. O movimento da atmosfera está intimamente relacionado com a distribuição da pressão atmosférica, muito embora existam outras forças que intervêm. Deve-se observar que a altura da coluna barométrica depende também da temperatura e da aceleração da gravidade do local. Para contornar isso, os barômetros de mercúrio têm sua escala padronizada com valores de temperatura a 0°C e de aceleração da gravidade de 9,806 m/s<sup>2</sup>, chamados de condições padrão para fins barométricos. Por muito tempo a altura da coluna de mercúrio foi expressa adotando-se o milímetro de mercúrio (mmHg) como unidade. A unidade recomendada para intercâmbio internacional de dados seguido pela Organização Meteorológica Mundial (OMM) é o milibar (mb) (VAREJÃO-SILVA, 2006).

O barômetro de mercúrio é constituído de um tubo de vidro preenchido com mercúrio e invertido com sua extremidade aberta sobre uma bandeja (HALLIDAY et al., 2001). A extremidade aberta do tubo está situada no interior de um recipiente denominado cuba ou cisterna (VAREJÃO-SILVA, 2006). O espaço acima da coluna de mercúrio contém apenas vapor de mercúrio, cuja pressão é tão pequena a temperatura normal que pode ser desprezada (HALLIDAY et al., 2001). Representação do barômetro de mercúrio, Figura 15.

**Figura 15:** Barômetro de Torricelli do CMCTS.



Fonte: autora, 2022.



Quando há vácuo na parte superior do tubo. O mercúrio ocupa a maior parte do recipiente e a parte inferior da coluna de vidro. A proteção do tubo de vidro é feita com um cilindro de metal acoplado à cuba, e dotado de um visor na extremidade superior na qual se vê a extremidade da coluna de mercúrio.

Gravado no cilindro de metal, junto ao visor, há uma escala graduada em milibares ou milímetros. As frações na altura da coluna de mercúrio são obtidas mediante o auxílio de uma escala móvel, denominada nônio ou vernier, ajustada por uma cremalheira de modo à tangenciar o menisco formado pela coluna de mercúrio (VAREJÃO-SILVA, 2006). Para uma dada pressão, a altura da coluna de mercúrio depende do valor da gravidade onde está localizado o barômetro e da massa específica do mercúrio que varia com a temperatura. A altura da coluna, em milímetros, é numericamente igual à pressão apenas se o barômetro estiver em um local onde a gravidade possui o seu valor padrão aceito de  $9,80665 \text{ m/s}^2$  e a temperatura do mercúrio for de  $0^\circ\text{C}$ . Como essas condições são raras, são feitas pequenas correções a pressão (HALLIDAY et al., 2001). A leitura do barômetro é iniciada com a determinação da temperatura, indicada por um termômetro acoplado ao instrumento e em seguida, aciona-se o nônio tangenciando com o menisco do mercúrio, então, efetua-se a leitura barométrica. O resultado obtido ao se aplicarem as correções é que constitui a pressão atmosférica real (VAREJÃO-SILVA, 2006).

## 6.12. PIRÔMETRO ÓPTICO

A pirometria trata de um processo de medição de altas temperaturas, na faixa em que os efeitos de radiação térmica passam a se manifestar.

O termo "pirômetro" (do grego pyros, fogo) foi originalmente atribuído a todos os instrumentos destinados à medição de temperaturas acima da incandescência que é de aproximadamente (aproximadamente  $550^\circ\text{C}$ ). Os primeiros pirômetros foram construídos por Henri-Louis Le Châtelier em 1892, quando já recebeu o nome de pirômetro ótico. A primeira patente desse pirômetro foi concedida em 1901 e os primeiros modelos comerciais foram introduzidos em 1931. Pirômetros são sensores de temperatura que utilizam como informação a radiação eletromagnética emitida pelo corpo a medir.

Todo corpo, com temperatura superior a 0K, emite radiação eletromagnética com uma intensidade que depende de sua temperatura.

A intensidade também varia com o comprimento de onda, sendo que a principal parcela está entre os comprimentos de onda de 0,1 a 100  $\mu\text{m}$ . Nessa faixa a radiação eletromagnética é chamada radiação térmica. Dentro desse espectro encontramos a luz visível (de 0,3 a 0,72  $\mu\text{m}$ ) e o infravermelho (0,72 a 100  $\mu\text{m}$ ). Os pirômetros são sensores que não necessitam de contato físico, diferente dos outros sensores, podendo ser divididos em duas classes distintas:

- i - os pirômetros óticos, que atuam dentro do espectro visível;
- ii - os pirômetros de radiação, que atuam numa faixa de comprimento de onda mais amplo (do visível ao infravermelho curto).

Pirômetro ótico apresentado na Figura 16.

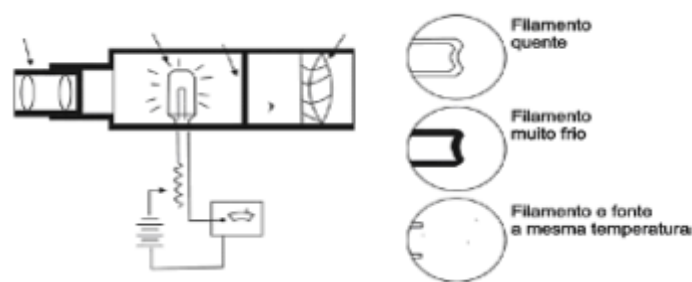
**Figura 16:** Pirômetro Ótico do CMCTS.



Fonte: autora, 2022.

Os pirômetros óticos medem temperatura por comparação: eles selecionam uma faixa específica da radiação visível (geralmente o vermelho) e compara com a radiação de uma fonte calibrada. A lente objetiva é focalizada de modo a formar uma imagem do objeto no plano do filamento da lâmpada; a ocular é focalizada sobre o filamento. Ambas as lentes estão simultaneamente em foco, com o filamento do pirômetro atravessando a imagem da fonte de radiação. A energia radiante é medida por comparação fotométrica da claridade relativa de um objeto de temperatura desconhecida com uma fonte de brilho padrão, como um filamento de tungstênio. A comparação da claridade é feita pelo observador e é dependente da extrema sensibilidade do olho humano e a diferença de claridade entre duas superfícies da mesma cor representação do pirômetro, Figura 17.

**Figura 17:** Diagrama de Pirômetro óptico.



Fonte: Evolução do Conceito de Medição de Temperatura Sem Contato. Disponível em: <[https://www.romiotto.com.br/index.php?\\_route\\_=tecnologia/evolucao-do-conceito-de-medicao-de-temperatura-sem-contato-romiotto-instrumentos.pdf](https://www.romiotto.com.br/index.php?_route_=tecnologia/evolucao-do-conceito-de-medicao-de-temperatura-sem-contato-romiotto-instrumentos.pdf)> Acesso em: 01 março, 2022.

## 7. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo será abordado os princípios da técnica cromatográfica, especificamente, da cromatografia gasosa, explicando como funciona esse processo de separação e qual a sua principal aplicação revelando o histórico desse instrumento associado ao contexto do seu desenvolvimento e qual a sua contribuição para o ITPS. Tendo em vista, que na literatura foi o instrumento científico que mais proporciono uma investigação de contexto histórico em relação aos demais. Utilizando como abordagem metodológica o *Design Research* e discutindo o desenvolvimento da fase preliminar dessa abordagem.

## 7.1. FASE PRELIMINAR: LEVANTAMENTO DOS MUSEUS DE CENTROS DE CIÊNCIAS BRASILEIROS

O presente trabalho se enquadra na fase preliminar tendo em vista que se trata de uma pesquisa bibliográfica e investigação de objetos C&T. Agora vamos retomar um pouco a ideia de museu para explicitar como foi realizado a busca até chegar no CMCTS.

Ao longo das últimas décadas, museus e centros de ciência vêm sendo criados em todo o Brasil. Ainda que distribuídas de maneira bastante desigual, existem centenas de organizações como museus e centros de ciências, zoológicos, jardins botânicos, planetários, aquários, que abordam a ciência e a tecnologia no país. Busca-se, por meio deles, formas de despertar o interesse e a curiosidade das pessoas sobre temas de ciência e tecnologia. Muitas dessas iniciativas para promover a divulgação científica e tecnológica, no entanto, ocorrem de maneira isolada, sem articulação que acelere os esforços. A Associação Brasileira de Centros e Museus de Ciências (ABCMC) surgiu, em 2000, para unificar ideias, compartilhar experiências, consolidar projetos e estabelecer um intercâmbio maior de recursos e informações entre os centros e museus de ciências de todo o país. Com o objetivo de encontrar os centros e museus de ciências Brasileiro foi feito a busca dos guias através do site do Instituto Brasileiro de Museus (IBRAM) a fim de realizar um levantamento das possíveis instituições presentes em nosso país.

Através do “O guia de Centros e Museus de Ciência do Brasil” é possível encontrar alguma dessas instituições. A primeira versão desse material foi lançada em 2005 e editada pela ABCMC, pela Casa da Ciência (UFRJ) e pelo Museu da Vida (Casa Oswaldo Cruz/Fiocruz), com o apoio do Ministério da Ciência e Tecnologia e Inovações.

O guia Centros e Museus de Ciência do Brasil 2009 que foi a segunda edição do guia oferece informações sobre as instituições brasileiras. Se somarmos zoológicos, jardins botânicos, planetários, aquários, museus de história natural e outros espaços que exploram a ciência e a tecnologia, esse número ultrapassa 200, dos quais 190 estão registrados nesta versão atualizada do guia que está em suas mãos.

Na terceira edição do guia de Centros e museus de ciência do Brasil, o número de instituições identificadas subiu de 190 (edição anterior de 2009) para 268, um aumento equivalente a 41%. Ainda que, o crescimento seja expressivo, a concentração das instituições na região Sudeste persiste: 155 instituições. Capas dos guias, Figura 18.

**Figura 18:** Capas dos Guias de Centros e Museus de Ciências e suas respectivas edições.



Fonte: autora, 2022.

De acordo com a terceira edição do Guia de Museus e Centros de Ciências a região Centro-Oeste conta com 11 instituições distribuídas entre seus estados que vai desde centros e museus, como observatórios, planetários e jardins. Onde 5 dessas instituições estão relacionadas a área das ciências as quais são: Sala de Ciências Sesc Taguatinga Norte e Sala de Ciências Sesc Taguatinga Sul localizada no Distrito Federal, Pátio da Ciência localizado em Goiás, Centro de Educação e Investigação em Ciências e Matemática no Mato Grosso e Casa da Ciência da UFMS no Mato Grosso do Sul.

A região Nordeste apresenta 43 instituições das quais 14 são Museus ou centros referentes a ciências. A Usina Ciências localizada em Alagoas, o Museu de Ciência e Tecnologia da Bahia no estado da Bahia, A Sala de Ciências Sesc Fortaleza e Sala de Ciências Sesc Juazeiro do Norte e a Seara da Ciência no Ceará. O Laboratório de divulgação científica- Ilha da Ciência no Maranhão, A Estação Cabo Branco Ciência, Cultura e Artes e o Museu Vivo de Ciência e Tecnologia Lynaldo Cavalcanti na Paraíba. Espaço Ciência, Núcleo Municipal de Estudos das Ciências e Sesc Petrolina em Pernambuco, Casa da Ciência e Tecnologia da Cidade de Aracaju e Sala de Ciências Sesc Socorro em Sergipe.

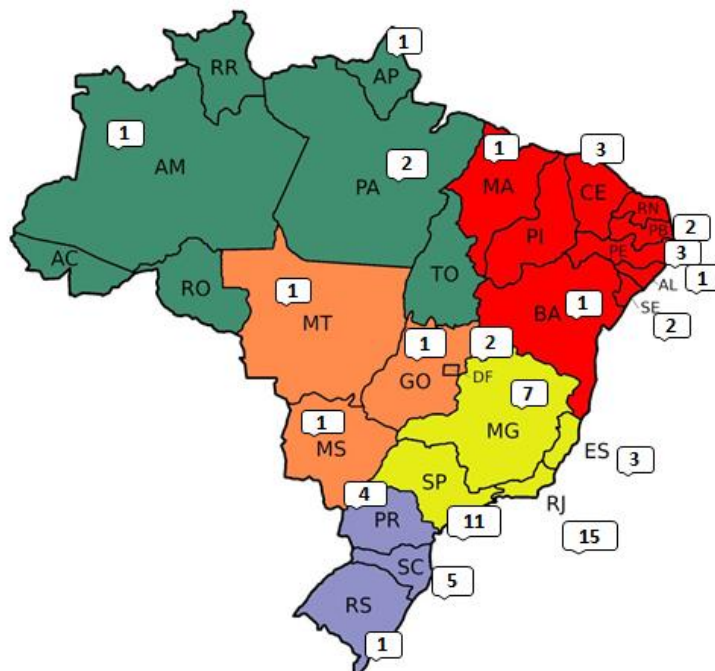
A região Norte conta com 11 instituições sendo 4 associadas a ciências. A sala de Ciências Sesc no Amapá, Sala de Ciências Sesc Balneário no Amazonas, Centro de Ciências e Planetário do Pará e Parque de Ciências no Pará.

Já a Região Sudeste possui a maior concentração de instituições totalizando 131. Sendo que dos 79 presentes em São Paulo, 10 são referentes a ciência. A Casa da Ciência,

o Centro de Ciências de Araraquara, Centro de divulgação Científica e Cultural, Centro Integrado de Ciência e Cultura, Centro Interdisciplinar de Ciência de Cruzeiro, a Estação Ciência, o Museu de Ciências da Universidade de São Paulo, Museu Dinâmico de Ciências de Campinas, Museu Exploratório de Ciências, e o Parque de Ciência e Tecnologia da USP. O Espírito Santo conta com 7 instituições e 3 delas são das ciências: a Escola da Ciência Física, Núcleo de Ciências e a Praça da Ciência. O estado de Minas Gerais possui 24 instituições: Centro de Ciências da Universidade Federal de Juiz de Fora, Laboratório de Divulgação Científica, Museu de Ciência e Técnica da Escola de Minas, Museu DICA diversão com Ciência e Arte, Parque da Ciência da UFVJM, parque da ciência de Ipatinga, Sala Mendeleev espaço Ciência em Ação. E por fim o estado do Rio de Janeiro que contabiliza 13 espaços referentes a ciências: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da UFRJ, Espaço Ciência Interativa, Espaço Ciência NUPEM/UFRJ, Espaço Ciência Viva, Espaço da Ciência de Paracambin, Espaço da Ciência de Três Rios, Espaço da Ciência “Maria de Lourdes Coelho Anunciação” de São João da Barra, Espaço UFF de ciências, Fundação CECIERJ – Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro, Laboratório Didático do Instituto de Física – LADIF, Museu Ciência e Vida, Museu da Química Professor Athos da Silveira Ramos, Museu de Astronomia e Ciências Afins, Museu Interativo de Ciências do Sul Fluminense e o Sesc Ciência.

Por fim mas não menos importante a região Sul que possui em sua totalidade 44 instituições das quais 10 são relacionadas as ciências: Museu de Ciência e Tecnologia de Londrina, Museu Dinâmico Interdisciplinar, Museu Interdisciplinar de Ciências e Parque da Ciência Newton Freire Maia no Paraná, Museu de Ciências e Tecnologia da PUCRS no Rio Grande do Sul, Parque Viva a Ciência, Sala de Ciências Sesc Chapecó, Sala de Ciências Sesc Criciúma, Sala de Ciências Sesc Florianópolis e Sala de Ciências Sesc Joinville em Santa Catarina. A figura 19 sintetiza a distribuição dos centros e museus de ciências de cada região do Brasil.

**Figura 19:** Distribuição dos Centros e Museus de Ciências do Brasil de acordo com cada região.



Fonte: autora, 2022.

## 7.2. CROMATÓGRAFO C.G. E SUA RELAÇÃO COM O CENTRO DE MEMÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA DE SERGIPE

O cromatógrafo a gás C.G. ganha destaque nesta pesquisa por ter sido entre os objetos C&T selecionados o que permitiu uma maior exploração de contexto histórico ao analisar a literatura. Um dos instrumentos presentes na coleção do CMCTS é o cromatógrafo a gás C.G.<sup>17</sup>, Figura 20.

<sup>17</sup> O cromatógrafo a gás, de acordo com o catálogo do modelo, 37-S é “um instrumento de precisão destinado à pesquisa de processos analíticos, pesquisas químicas, análises industriais de rotina” amplamente utilizado na indústria química e petroquímica, indústrias de solventes, óleos essenciais e perfumes (Instrumentos Científicos C. G. Ltda, 1987:1), e pode ser utilizado com diferentes instrumentos associados, segundo o resultado que se deseja obter com a pesquisa. De uma forma geral, os cromatógrafos a gás se constituem das seguintes partes: a) fonte do gás de transporte, num cilindro de alta pressão, munidos de reguladores de pressão e fluxômetros; b) sistema de injeção de amostra; c) coluna de separação; d) detector; e) um eletrômetro e registrador de papel (associado ou não a um integrador) e f) compartimento independente para termostatizado para acondicionamento da coluna e do detector e regulação da retrospectiva temperatura. (WILLARD & OUTROS, 1974).

**Figura 20:** Cromatógrafo a gás modelo C.G. Ltda. Utilizado pelo laboratório de química orgânica do ITPS.



Fonte: Autora, 2022.

A indagação feita é o que teria de tão importante neste instrumento? Quais os trajetos que levaram a sua fabricação? E qual a importância desse instrumento científico para a história e memória do ITPS e da ciência no Brasil?

Mendonça (1987) afirma que as rupturas na década de 1930 desenvolveram grandes avanços na acumulação de capitais. No Brasil, aparece a implantação de um núcleo básico industrial de bem de produção, e uma nova visão na participação econômica do Estado, com o objetivo de superar o atraso em relação às grandes potências. Foi então no governo de Getúlio Vargas (1923-1940) que foi implantada uma série de medidas que fornecessem subsídios para implantação de novas indústrias siderúrgicas, metalúrgicas, petroquímica e de cimento como uma das formas de legitimação do Estado. A autora Mendonça (1987) nos lembra que a industrialização acelerada que foi observada durante este período foi “fruto da escassez de recursos disponíveis internacionalmente” após a crise de 1929 (MENDONÇA, p. 40, 1987). Porém o Estado tinha como principal discurso o desenvolvimento da industrialização como fator responsável para solucionar os problemas sociais.

Além disso, o período dos pós Segunda guerra Mundial mostraria a fragilidade deste projeto político e econômico iniciado em 1930. Foi neste cenário que se estabeleceu no país, nos anos de 1950, a indústria petroquímica, ou seja, a Petrobrás. No mesmo



período se estabelecia em São Paulo, um polo petroquímico, onde já existiam duas fábricas de poliestireno que trabalham com matéria-prima importada (TORRES, 1997). A construção da Refinaria de Presidente Bernardes, em Cubatão, sob supervisão do Conselho Nacional do Petróleo (CNP) constitui um dos primeiros passos para expansão da indústria petroquímica. A Refinaria chamada de União. Nasceu em 1954, foi fundada pelo empresário Alberto Soares Sampaio como parte da primeira planta do Polo Petroquímico do grande ABC. Por volta de 1966, a planta recebeu uma ampliação com um cento de matérias-primas Petroquímicas em Capuava, São Paulo, onde Rêmolo Ciola criador do cromatógrafo a gás brasileiro, viria a trabalhar. (TORRES, 1997).

Neste período o governo apresentava o discurso de “grandeza nacional” baseado totalmente na identidade nacional. De forma geral, isso foi resultado do nacionalismo que nascia durante a “Era Vargas” e se disseminou nos aspectos políticos e culturais, associados ao êxito da estruturação do Estado e as tendências culturais (OLIVEIRA, 1990). A adoção desse novo modelo político e econômico só foi possível porque, conforme nos explica Sônia Mendonça (1997), havia uma concentração de renda resultante do modelo anterior, a qual incentivava a formação interna de capitais, assim como a alteração do perfil da demanda nacional. Um segundo motivo estava no aumento da população e do mercado consumidor interno aumentando a demanda por produtos industrializados. Este caráter nacionalista influenciou muito o desenvolvimento industrial e técnico brasileiro nas décadas que se seguiram, e é neste contexto que podemos assistir ao nascimento da indústria petroquímica nos anos 1950 e da empresa Instrumentos Científicos C. G. Ltda (FREITAS; RANGEL, 2010).

Um dos motivos pela escolha do cromatógrafo a ser utilizado como objeto C&T investigado no presente trabalho é devido ao seu caráter nacionalista. Resultante do caráter que influenciou o desenvolvimento industrial, e técnico brasileiro nas décadas que se seguiram, e é dentro deste que juntamente com as indústrias petroquímicas nasce a empresa denominada de Instrumentos Científicos C.G. Ltda. Na América Latina a Cromatografia tem início na década de 1950 com os trabalhos de Rêmolo Ciola. Ciola, nasceu na Província de Trento, na Itália em 17 de junho de 1923, veio jovem para o Brasil e acabou se naturalizando como brasileiro. Formou-se em química em 1948 pela antiga faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo. Tornou-se Master of Science pela Universidade de Northwestern, EUA, orientado por Robert L. Burwell em 1958. Foi professor assistente de Química nos anos de 1951 a 1958 no Instituto de

Tecnologia de Aeronáutica (ITA) em São José dos Campos, tendo desenvolvido durante esta época o primeiro protótipo de uma coluna cromatográfica (BRAVO; PISANI, 2010).

Ciola funda juntamente com seu sobrinho, Ivo Gregori, em 1961, a empresa Instrumentos Científicos C.G. Ltda. De acordo com seu sobrinho, naquela época “havia a necessidade de analisar um produto ou uma mistura de substâncias com o emprego do sistema químico antigo do laboratório do ITA”, porém ele não possuía recursos para comprar novos instrumentos de análise (cromatógrafos) importados dos Estados Unidos das marcas Perkin Elmer; Hewlet Packard (HP) e Varian, já disponíveis no mercado. Ainda segundo Ivo, os instrumentos existentes no laboratório do ITA “eram bastante morosos e extremamente sujeitos a erros pessoais, bem como empregados muitas vezes em diversas operações trabalhosas e complicadas”.

Seu sobrinho narra como teria acontecido o desenvolvimento da primeira coluna cromatográfica do país: “com um fio de platina trefilado ao nível do diâmetro de um fio de cabelo humano, devidamente enrolado e montado em um bloco de aço”. Pouco tempo depois, Ciola desenvolveu o primeiro protótipo da coluna Cromatográfica do país no ITA. O mesmo episódio é narrado pelo próprio Ciola em uma apresentação de slides em 2002 e transcrita por Luiz Bravo e Silvana Pisani (2010) em seu trabalho:

Como construir naquela época um cromatógrafo sem meios materiais e consultores? Surgem perguntas esquisitas!!! Que coluna? O que é mesmo uma coluna? A de destilação fracionada conhecemos e daí!!! Que fase estacionária? O que é mesmo FE? Que será que ela faz? E a fase móvel, que gases temos? Condutividade térmica dos gases. Isso existe? A lâmpada disse que sim!!! (Rêmoló Ciola apud BRAVO & PISANI, 2010, p. 11).

Em 1958, trabalhando na Refinaria União, Rêmoló Ciola desenvolveu um projeto de Cromatógrafo com detector de condutividade térmica (DCT) aquecido até 300° C, utilizando o mesmo fio de platina de 0,05 mm que havia usado no experimento de 1954 (BRAVO & PISANI, 2010). Pouco tempo depois, Rêmoló continuaria seus trabalhos com “Cromatógrafos menores, com termostatos para colunas [empacotadas] de até 10 metros, programação de temperatura com sistemas de canos de abertura variável e emprego de Integrador de bola e disco”. Durante o período que trabalhou para a Refinaria União, Ciola também desenvolveu outros tipos de cromatógrafos que foram associados a outros instrumentos como, por exemplo, o Cromatógrafo a Gás que ficava acoplado aos reatores catalíticos, nos laboratórios da Refinaria e que foi utilizado por muito tempo no

desenvolvimento de diferentes processos petroquímicos. Neste caso podemos perceber claramente a valorização do técnico que havia se tornado “um requisito nacional e científico do desenvolvimento econômico, como também uma modalidade de legitimação do intervencionismo e do planejamento estatais” (MENDONÇA, 1987).

Na empresa criada em sociedade com seu sobrinho Ivo Gregori, a Instrumentos Científicos C. G. Ltda. (“C” de Ciola e “G” de Gregori), Rêmulo Ciola era o químico/inventor e Ivo Gregori fazia o papel de “eletrônico” e “mecânico”. Naqueles anos iniciais a administração da empresa era compartilhada entre os sócios. Além disso, Ciola ministrava os cursos de Cromatografia enquanto Gregori instalava os equipamentos nos laboratórios. De acordo com Gregori, a empresa criada em 1961, tinha como objetivo construir Cromatógrafos a Gás para as universidades e laboratórios químicos, “uma necessidade vital para qualquer laboratório químico, reduzindo os tempos envolvidos nas análises químicas, fornecendo maior precisão e confiabilidade, além de conforto nos resultados” (FREITAS; RANGEL, 2010).

A primeira fase da empresa era bem “informal”, pois se localizava na garagem de Ciola em São José dos Campos (SP). Para seu sobrinho Gregori, um dos objetivos da empresa era “basicamente dar um retorno ao nosso querido Brasil que forneceu ao Dr. Ciola e a mim cursos universitários, mestrado, doutoramento no exterior, aperfeiçoamento, tudo pago e financiado através da CAPES do Brasil”. No catálogo do fabricante C. G. – Série 30 o fabricante deixa registrado em “caixa de texto” que:

A C. G. Ltda., [é] uma organização totalmente brasileira, utilizando unicamente conhecimento técnico brasileiro e desenvolvido pelos seus cientistas, engenheiros e técnicos, apresentam seus novos modelos de cromatógrafos que se caracterizam por serem: totalmente brasileiros; robustos (...) (Instrumentos Científicos C. G. Ltda., Catálogo C.G – Série 30, p. 2)

O comentário feito por Gregori e a informação do catálogo deixam claro o caráter nacionalista que a empresa tinha bem como a questão da valorização do conhecimento técnico para a “grandeza do país”. Durante os anos de 1962 e 1963, as inovações na área de cromatografia produzidas por Ciola, chamavam a atenção de muitos professores universitários e chefes de laboratórios. Com o aumento da demanda desse instrumento, principalmente por parte da Rhodia, da USP e da Petroquímica União e dos laboratórios das universidades, foi necessário mudar para um local que possibilitasse o aumento da

produção. Esta mudança ocorreu no ano de 1964 e acarretou a contratação de um mecânico.

Cada série de instrumentos fabricados pela C. G. Ltda recebia uma coloração diferente. Para diferenciar os produtos de seus concorrentes pintavam-se os instrumentos com cores fortes tais como o cinza e o laranja como na Figura 21. Esta última cor está presente nos instrumentos fabricados na década de 1970. Já a coloração bege, tal como a do cromatógrafo que pertence à coleção do ITPS representado pela figura acima, é típica do início da década de 1980, quando ocorreu uma padronização dos instrumentos.

**Figura 21:** Cromatógrafo da C. G. Ltda, pintado de laranja e fabricado na década de 1970.



Fonte: Freitas e Rangel, 2010.

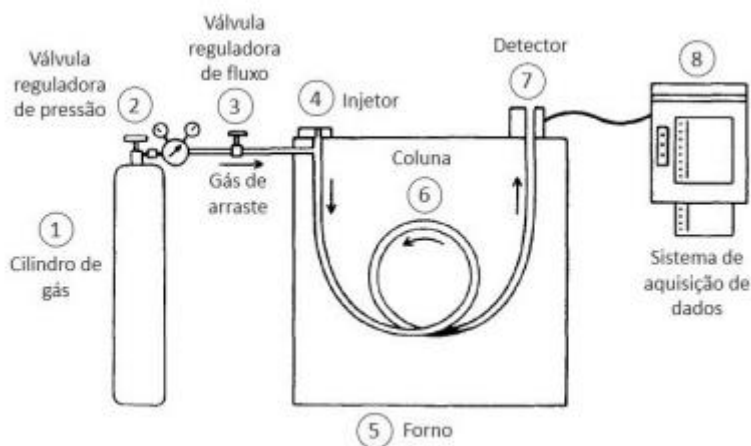
### 7.3. TÉCNICA CROMATOGRÁFICA

A cromatografia é um método empregado de forma ampla e que permite a separação, identificação e determinação de componentes químicos em misturas complexas. Nenhum outro método de separação é tão poderoso e de aplicação tão generalizada como a cromatografia (SKOOG; HOLLER; NIEMAN, 2002). Além disso, a técnica possibilita a determinação da quantidade de cada componente presente na mistura com precisão e exatidão. Uma vantagem adicional da CG é a possibilidade de analisar volumes de amostras tão pequenos quanto décimos de microlitros.

A cromatografia gasosa é uma técnica com um poder de resolução excelente, tornando possível, muitas vezes, a análise de dezenas de substâncias de uma mesma amostra. O uso bastante acentuado da cromatografia gasosa se deve também aos baixos limites de detecção que podem ser conseguidos. Dependendo do tipo de substância analisada e do detector empregado, consegue-se detectar cerca de 10-12 g ou até menos (COLLINS et al, 2014)

Entre as técnicas utilizadas na cromatografia, a usada para o método de cromatografia gasosa é a eluição. Uma corrente de gás passa continuamente pela coluna e, quando a amostra vaporizada é introduzida rapidamente nessa corrente de gás, ela é arrastada através da coluna. As substâncias presentes na amostra, depois de separadas, chegam ao detector, que gera um sinal para um sistema de registro e tratamento dos dados (COLLINS et al, 2014). A Figura 22 mostra uma representação de um cromatógrafo a gás em sua configuração básica.

**Figura 22:** Configuração básica de um cromatógrafo a gás.



Fonte: adaptado de Mcnair, 1998.

#### 7.4. COMPONENTES BÁSICOS DE UM CROMATÓGRAFO A GÁS

- 1) **Cilindro de gás de arraste:** reservatório no qual se é estocado o gás de arraste adequado para cada utilização. Um cilindro contendo gás sob alta pressão serve como fonte do gás de arraste (fase móvel), que levará as substâncias presentes na amostra para fora da coluna, quando elas não estiverem interagindo com a fase

estacionária (COLLINS et al, 2014). Os gases mais comumente utilizados são hélio, hidrogênio e argônio, e não devem reagir com o recheio da coluna, devem ser baratos, de fácil acesso e que sejam compatíveis com o detector utilizado.

- 2) **Controladores de vazão, fluxo e pressão:** Válvulas que atuam na regulação da pressão e vazão na entrada do cromatógrafo mantendo as propriedades constantes. Se o funcionamento do cromatógrafo houver a necessidade de uma mudança de temperatura (programação de temperatura) é importante a adaptação de uma válvula de controle de fluxo.
- 3) **Sistema de injeção ou injetor:** é o local no cromatógrafo por onde é introduzido as amostras gasosas. Também é chamado de vaporizador. Os modelos mais simples são constituídos de um bloco de metal conectado à coluna cromatográfica e à alimentação de gás de arraste. Possui um septo alocado na sua entrada para que possam ser feitas injeções por meio de microseringas, seja de amostra gasosa ou líquida, ou para que possam ser utilizadas válvulas de injeção. O injetor precisa estar aquecido acima da temperatura acima do ponto de ebulição dos componentes da amostra, para que haja a completa e instantânea volatilização da mesma e esta seja carregada até a coluna. Se a temperatura do injetor for demasiadamente alta pode ocorrer a decomposição da amostra. Esta deve entrar na coluna na forma de um segmento estreito para que não haja alargamento dos picos.
- 4) **Coluna cromatográfica:** é o local no qual ocorre a interação entre a amostra e a fase estacionária. É um componente fundamental do cromatógrafo pois é onde acontece a separação dos componentes da amostra. De acordo com COLLINS et al, (2014) a coluna cromatográfica é um tubo longo, contendo a fase estacionária. Esse tubo pode ser de cobre, aço inoxidável, alumínio, vidro, sílica fundida, PTFE, etc. Idealmente, o material de construção da coluna não deve interagir com o recheio, nem com as substâncias presentes na amostra. A temperatura da coluna (alguns autores chamam também de temperatura do forno, pois é onde a coluna se localiza) tem grande importância na qualidade dos picos apresentados. Se a temperatura da coluna estiver excessivamente baixa todos os componentes da amostra estão com pressões de vapor baixas também, ficando a maior parte do tempo dissolvidas na fase estacionária, resultando em uma passagem demasiado lenta pela coluna. Este fato pode gerar picos largos, “achatados”, com baixa resolução, e em casos extremos nem sair da coluna. Segundo o mesmo raciocínio quanto maior a temperatura da coluna mais rápido a amostra passará pela fase

estacionaria e dependendo do caso poderá sair da mesma sem sequer ter seus componentes separados.

5) **Detectores:** é um dispositivo que transforma em um sinal elétrico a variação da composição de um gás do arraste na saída da coluna cromatográfica. O sinal é então registrado e a área dos picos formados é integrada para que possa ser quantificada. Ciola (1985) divide os detectores da seguinte maneira:

- **Detectores integrais:** estes dão uma resposta proporcional à massa total dos componentes na zona eluída.
- **Detectores diferenciais:** estes dão a resposta proporcional à concentração (por exemplo, detector de condutividade térmica) ou velocidade de fluxo da massa do componente eluído (por exemplo, detector de ionização de chama). Os detectores diferenciais variam também e relação a aqueles que respondem à concentração (em que a resposta é dada em mV) e os que respondem à velocidade de fluxo de massa.

#### 7.5. BREVE HISTÓRICO DO CENTRO DE MEMÓRIA DA CIÊNCIAS E DA TECNOLOGIA DE SERGIPE E DO INSTITUTO TECNOLÓGICO E DE PESQUISAS DO ESTADO DE SERGIPE

O Museu da Química ou Centro de Memória da Ciência e da Tecnologia de Sergipe faz parte, ou seja, está situado nas dependências do Instituto Tecnológico e de Pesquisas do Estado de Sergipe (ITPS) é o único museu responsável por salvaguardar a história da química do nosso estado.

Dentro do centro é possível navegar na história do ITPS, que está intimamente relacionada ao surgimento do ensino e da prática de química em Sergipe, assim como a metrologia do estado que é a ciência da medição o que justifica a presença de alguns instrumentos científicos. Ele foi criado em 2006 e seus instrumentos narram a história do nascimento da química em nosso estado, promovendo meios adequados `preservação, organização, divulgação e utilização dos acervos existentes no desenvolvimento de pesquisas e geração de conhecimento.

O acervo conta com a presença de equipamentos científicos, elétricos, ópticos, térmicos, de precisão, porcelanato, vidrarias e utensílios de plástico. Conta também com a existência de um acervo com documentos, livros e fotografias que retratam a história da química do estado de Sergipe. A Figura 22 apresenta a sede do CMCTS.

**Figura 23:** Sede do Centro de Memória de Ciência e Tecnologia de Sergipe.



Fonte: <https://www.itps.se.gov.br/>

Nas primeiras décadas de século 20 o estado de Sergipe passava por um grande processo de modernização marcado pela implantação do serviço de telefonia em 1911, iluminação elétrica em 1913, o trem como meio de transporte em 1913, e o automóvel em 1918, este último feito foi responsável pelo fomento das primeiras estradas de rodagem. A substituição dos bondes de tração animal pelos elétricos em 1926. Foi sob esse panorama geral, as transformações mais relevantes aconteciam em Aracaju, cento político-administrativo e capital do estado de Sergipe (DANTAS, 2004).

No campo econômico, os sergipanos tinham como fonte de riqueza a lavoura açucareira. A substituição dos engenhos pela usina contribuiu para o processo de modernização da produção de açúcar através da utilização de novas técnicas, com a melhoria da do plantio e cultivo da cana de açúcar os governantes do Estado foram estimulados a criar espaços para investigar os problemas que comprometiam a produtividade do setor agroindustrial (CONCEIÇÃO, 2010).

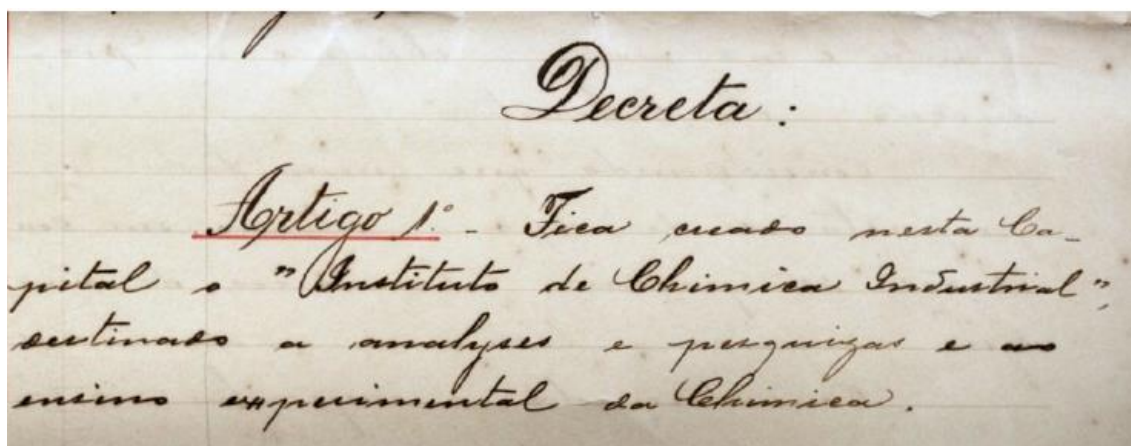


O resultado da introdução de novos equipamentos e técnicas produtivas na agroindústria açucareira sergipana foi sua segmentação em diferentes tipos de engenhos e usinas com produtividades diversificadas e, portanto, com diferentes capacidades de acumulação de capital (PASSOS, 2000, p. 217).

Com isso o presidente da época Graccho Cardoso resolveu dotar o estado de estabelecimentos de pesquisas científicas que estava em consonância com a política nacional vigente de implantação de institutos científicos destinados a instrução técnica. Sendo assim, a organização e desenvolvimento de um Instituto de Química promoveria a ampliação de pesquisas agrônômicas que estavam sendo desenvolvidas no estado. Para o presidente Graccho o ensino de Química experimental auxiliaria na resolução dos problemas relativos à produtividade do setor agrícola e industrial.

Com o objetivo de sanar as dificuldades associadas aos conhecimentos científicos e técnicos no processo de produção do solo, o governo decidiu criar o Instituto de Química Industrial por meio do Decreto n 825, de 27 de junho de 1923 Figura 24, que tinha como objetivo permitir a realização de análises de pesquisas, bem com a realização de aulas experimentais de Química com o intuito de preparar profissionais técnicos especializados no conhecimento de processos químicos (CONCEIÇÃO, 2010).

**Figura 24:** Decreto n 825, de 27 de junho de 1923.



Fonte: Arquivo público do Estado de Sergipe.

No decreto está descrito com ênfase a escala de abrangência desta ciência nas diversas atividades desenvolvidas pelo homem como “a química é uma ciência que se prende a todos os ramos do saber universal, e como tal dela dependem as indústrias de maior relevância para o homem” (SERGIPE, 1923). Desse modo, Archimedes Pereira

Guimaraes começou auxiliar o governo na tarefa de organizar e dirigir o Instituto de Química. Archimedes era professor de Química Orgânica e Química Industrial do curso de Química Industrial da Escola Politécnica da Bahia e apresentava uma vasta experiência no ensino e na pesquisa em química, exercendo cargos variados tanto na política quanto na educação.

Segundo proposta feita por Archimedes ao governado, o curso de Química deveria ter a duração de três anos, na proposta também consta a quantidade de cadeiras que deveriam ser ministradas e a metodologia a ser empregada que dividia o curso em duas modalidades: a parte teórica, ministrada pelo próprio Archimedes e a parte prática sob responsabilidade de um preparador assistente. A tabela 1 apresenta as cadeiras ministradas.

**Tabela 1:** Proposta de disciplinas de Química no projeto feito por Archimedes Pereira Guimarães e oferecido ao Instituto de Química Industrial 1923.

<b>Primeiro Ano</b>	<b>Segundo Ano</b>	<b>Terceiro Ano</b>
Física Experimental	Química Inorgânica	Química Orgânica e Análise e Síntese Orgânicas
História Natural (Zoologia, Botânica, Geologia e Mineralogia)	Química Analítica Quantitativa	Bioquímica e Análises Bioquímicas
Química Geral e Inorgânica	Química Orgânica	Química Industrial Geral e Especializada
Análise Qualitativa	Noções de Físico-Química e Eletroquímica e Química Coloidal	Análises Industriais (Terras, Adubos, Inseticidas, Águas, Silicatos e Carbonatos, Cimentos, Óleos, Produtos animais, Couros, Laticínios, Taninos, Colorantes, etc.)

Fonte: SERGIPE. Exposição de motivos apresentada ao presidente do Estado, Maurício Graccho Cardoso, em 27 de junho de 1923, pelo diretor do Instituto de Química Industrial de Sergipe, Archimedes Pereira Guimaraes.

Os critérios necessários para admissão ao curso, eram o preparatório em: português, francês, geografia, aritmética e álgebra, noções de geometria e desenho geométrico elementar, história do Brasil e noções de história universal as aulas deveriam iniciar a cada dia 15 do mês de fevereiro e terminariam a cada dia 30 de outubro com um intervalo de 15 dias de férias, em junho e quinze dias para exame em novembro (SERGIPE, 1923). A Figura 25 mostra a primeira sede do Instituto de Química.

**Figura 25:** Primeira sede do Instituto de Química Industrial.



Fonte: acervo fotográfico do CMCTS<sup>1</sup>

Como já mencionado o Museu da Química de Sergipe ou Centro de Memória da Ciência e da Tecnologia em Sergipe foi criado em 2006 e é o único museu dedicado à história da química no estado. Instalado na sede do ITPS, ele preserva também a história da instituição, que está intimamente ligada ao surgimento do ensino e da prática da química em Sergipe.

Ao realizar um balanço geral sobre os documentos e instrumentos presentes na instituição, foi possível encontrar não apenas os instrumentos científicos do centro de memória, mas também o arquivo virtual associado à memória fotográfica virtual que atualmente conta com 364 fotografias. A Memória Fotográfica Virtual da Ciência e da Tecnologia é uma memória imagética eletrônica da ciência e tecnologia no Estado de Sergipe, construída a partir da localização, seleção e digitalização do material fotográfico coletado nos diversos acervos públicos e privados. Além disso, o acervo conta com diferentes instrumentos científicos como balanças, centrífugas, equipamentos elétricos, térmico, ópticos, porcelanato e vidrarias, representados nas Figuras 26 e 27.

**Figura 26:** Instrumentos científicos do ITPS.



Fonte: acervo do CMCTS.

**Figura 27:** Sala de vidrarias do ITPS.



Fonte: acervo do CMCTS.

Dentre os instrumentos científicos presentes no acervo da instituição o presente trabalho investiga destacou Cromatógrafo a gás C.G utilizado pelo laboratório de química orgânica da instituição por conta do seu contexto histórico que ganha destaque por ter um caráter nacionalista. Vale ressaltar que a maioria dos objetos de C&T presentes no acervo do centro de memória datam da origem de fundação da Instituição do ITPS e estão presentes até hoje na instituição para salvaguardar sua história.

## 7.6. POTENCIALIDADES DOS INSTRUMENTOS CIENTÍFICOS OBJETOS C&T PARA O ENSINO DE CIÊNCIAS

Uma proposta de utilização dos objetos C&T para o processo de ensino e aprendizagem seria uma visitação ao CMCTS. Afinal a instituição acomoda em seu acervo instrumentos significativos para o desenvolvimento do próprio ITPS e a trajetória do curso de química no estado de Sergipe, ou seja, conta como se desenvolveu a história da química no estado.

O acervo/exposição explorados durante uma atividade investigativa são objetos expositivos oriundos do campo científico das áreas microbiologia, bromatológica, metrologia, análises de água, testes inorgânicos em resumo das análises físico-químicas.

Para Marandino (2008, p. 20):

Os objetos são elementos centrais e a alma dos museus, sendo também fonte de contemplação e interatividade. Assim, nas ações educativas dos museus é essencial favorecer o acesso aos seus objetos, dando-lhes sentido e promovendo leituras sobre eles. Por meio dos objetos o visitante pode se sensibilizar e se apropriar dos conhecimentos expostos, assim como compreender os aspectos sociais, históricos, técnicos, artísticos e científicos envolvidos

Os museus ou centros de memória são vistos comumente como espaços de lazer deleite e contemplação. No entanto, pode funcionar como um espaço educativo. Mas quais processos educativos podem ocorrer? De acordo com Marandino (2005) as experiências vivenciadas nos museus vão além do deleite e da diversão, sendo programas e projetos gerados com base em modelos sociais e culturais, cujo principal intuito é tornar o conteúdo proposto acessível à população. E dependendo da orientação pedagógica além de contribuir para o processo de ensino e aprendizagem colabora no processo de divulgação científica.

O cromatógrafo C.G., por exemplo, por se tratar de um instrumento de separação de misturas é possível estabelecer uma correlação com outros métodos de separação de misturas, trabalhar o conceito de misturas puras e compostas, a polaridade das substâncias e suas forças intermoleculares de forma contextualizada.

Com a utilização do instrumento científico, juntamente com a investigação de suas características, para estabelecer qual a sua relação com a história do país e do estado, além

de traçar um paralelo de como era o seu funcionamento antigamente e como o instrumento funciona atualmente. Isto auxilia no processo de compreensão dos conceitos e do desenvolvimento científico do instrumento científico além de chamar atenção para sua importância e preservação.

## **8. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Seguindo os critérios do *Design Research* ainda na fase preliminar da pesquisa em desenvolvimento foi realizado o levantamento dos museus e centros de ciências do Brasil afim de apresentar a distribuição dessas instituições em nosso país e a relevância dos instrumentos científicos.

A discussão do patrimônio cultural da ciência e tecnologia permitiu o conhecimento sobre os tratamentos e a importância dos instrumentos científicos para a história da ciência e das suas respectivas instituições. Ainda na fase preliminar da DR foi feita a investigação dos objetos de C&T e uma breve descrição de alguns objetos que já haviam sido catalogados pelo CMCTS. Vale ressaltar que além de instrumentos científicos o acervo contava com a presença de vidrarias e móveis antigos, mas para presente pesquisa a investigação foi direcionada aos objetos C&T responsáveis por técnicas e processos de análises do ITPS.

Após a seleção dos objetos C&T foi realizada uma busca na literatura que proporcionou uma breve discussão sobre o funcionamento e as técnicas relacionadas a cada objeto destacando suas teorias científicas.

Vale destacar que esta pesquisa esta fundamenta na primeira fase do DR e foi toda desenvolvida por meio de pesquisa bibliográfica para destacar a importância da HC através de AB dentro de uma perspectiva CTS. Afinal, ao realizar o levantamento e investigação dos objetos C&T a literatura apresenta o contexto histórico do cromatógrafo o que possibilita diversas abordagens metodológicas sobre o objeto.

## 9. REFERÊNCIAS

- ABBAGNANO, N. **Dicionário de filosofia**. São Paulo: Martins Fonte, 2007.
- ABRANTES, A. C. S; AZEVEDO, N. O Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura e a institucionalização da ciência no Brasil, 1946-1966. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi**. Ciências Humanas, Belém, v. 5, n. 2, p. 469-489, maio-ago. 2010.
- ACEVEDO, J. A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M. A. El movimiento Ciencia, Tecnología y Sociedad y la enseñanza de las ciencias. En línea en Sala de Lecturas CTS+ I de la OEI. 2002. Disponível em: <<http://www.oei.es/historico/salactsi/acevedo13.htm>>. Acesso em 21 de Set. 2021.
- AIKENHEAD, G. S. The social contract of science: implications for teaching science. In: SOLOMON, J; AIKENHEAD, G. S. (Eds.). **STS education - International perspectives on reform**. New York: Teachers College Press, 1994.
- AIKENHEAD, G.; RYAN, A. G. A Development of a New Instrument: “Views on Science-Technology-Society” (VOSTS). **Science Education**, vol. 76, n. 5, p. 477-491, 1992.
- AKAHOSHI, L. H. Uma Análise de Materiais Instrucionais com Enfoque CTSA Produzidos por Professores em um Curso de Formação Continuada. 2012. 124 f. **Dissertação de Mestrado**, Universidade de São Paulo, Programa de Pós-graduação Interunidades em Ensino de Ciências, São Paulo, 2012.
- ALBERTI, S. J. M. M. “Objects and the museum”. **Isis**, v. 96, n. 4. p. 559-571, 2005.
- ALLCHIN, D. Pseudohistory and pseudoscience. **Science & Education**, v. 13, n. 3, p. 179-195, 2004.
- ALLCHIN, D. Teaching the nature of science through scientific errors. **Science Education**, v. 96, n. 5, p. 904-926, 2012.
- ALMEIDA, C. A. F. Os museus e o projeto republicano brasileiro. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 5, suplemento, p. 60-79, 2012.
- ALVIM, M. H; ZANOTELLO, M. História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para a formação cidadã e reflexiva. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 349-359, 2014.
- ANDRADE, Ana Maria Ribeiro de. **Caminho para as estrelas: reflexões em um museu**. Rio de Janeiro: MAST, 2007. p.162-179.
- ANJOS, M. M. O; JUSTI, R. Favorecendo a Discussão de Alguns Aspectos de Natureza da Ciência no Ensino Médio. **Revista Química Nova na Escola Qnesc**, v.37, n. Especial 1, p. 4-10, 2015.

ARAÚJO, B. M. ENTRE OBJETOS E INSTITUIÇÕES: Trajetória e constituição dos conjuntos de objetos de C&T das engenharias em Pernambuco. 2019. 381 f. **Tese** (Doutorado – Programa de Pós-graduação em Museologia e Patrimônio), UNIRIO/MAST, Rio de Janeiro, 2019.

ARAÚJO, B. M.; GRANATO, Marcus. A Museologia e o Patrimônio Cultural de Ciência e Tecnologia: uma análise de sua produção bibliográfica. In: XXVIII Simpósio Nacional de História/ Lugares dos Historiadores: velhos e novos desafios, 2015, Florianópolis- Santa Catarina. **Anais do XXVIII Simpósio Nacional de História**, 2015. v. 01. p. 01-15.

ARAÚJO, B. M.; GRANATO, M. Entre o Esquecer e o Preservar: a musealização do patrimônio Cultural de Ciência e Tecnologia. In: GRANATO, M; RIBEIRO, E. S; ARAÚJO, B. M. (Org.). **Cadernos do Patrimônio da Ciência e Tecnologia: instituições, trajetórias e valores**. 1ed. Rio de Janeiro: MAST, 2017, v. 1, p. 231-254.

BARBEROUSSE, A; KISTLER, M; LUDEIG, P. **A filosofia das ciências do século XX**. Instituto Piaget, Flammarion, 2000. 253 p.

BARBOSA, J. C.; OLIVEIRA, A. M. P. Por que a Pesquisa de Desenvolvimento na Educação Matemática? **Perspectivas da Educação Matemática**, v. 8, n. número temático, p. 526-546, 2015.

BARROS, J. D. A. **O campo histórico. As especialidades e abordagens da História**. Rio de Janeiro: A cela, 2002.

BATISTA, R. P; MOHR, A; FERRARI, N. Análise da história da ciência em livros didáticos do ensino fundamental em Santa Catarina. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2007, Florianópolis, SC. **Anais do VI ENPEC**. Florianópolis: ABRAPEC, 2007.

BAZZO, W. A. **Ciência, tecnologia e sociedade: e o contexto da educação tecnológica**. Florianópolis: EDUFSC, 1998.

BELTRAN, M. H. R.; SAITO, F.; TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência para a Formação de Professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BELTRAN, M. H. R; SAITO, F; TRINDADE, L. S. P. **História da Ciência para a Formação de Professores**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014.

BENNETT, J. Sextant. In: BUD, R; WAENER, D. J. (Eds). **Instruments of science: an historical encyclopedia**. New York: Garland, in association with Science Museum, London, and National Museum of American History, Smithsonian Institution, 1999. p.530-532.

BERNARD, F., CROMMELINCK M. Sciences de la nature, technologies et sociétés. In: MEULDERS, M; CROMMELINCK, M; FELTZ, B. **Pourquoi la science?** Paris: Champ Vallon, 1992.



BOFF, L. **Ecologia: grito da terra, grito dos pobres**, 2.ed. São Paulo: Ática, 1996.  
BRAGANÇA, G. F; LOURENÇO, M. C. Que Cultura Para o Século XXI? O Papel Essencial dos Museus de Ciência e Técnica. **CD da VI Reunião da RED-POP**. Rio de Janeiro, 1999.

BRASIL. **Lei nº 11.904, de 14 de janeiro de 2009**. Institui o Estatuto de Museus e dá outras providências. Brasília: Presidência da República, 14 jan. 2009. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2007-2010/2009/Lei/L11904.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2009/Lei/L11904.htm)>. Acesso: 16 jun. 2021.

BRULON, B. C. Re-interpretando os objetos de museu: da classificação ao devir. **Transinformação**, v. 28, n.1, p.107 -114, 2016. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/tinf/a/DbzMxWw5sTW384L3mcqBJKJ/?format=pdf&lang=pt>> . Acesso em: 19 Jun. 2021.

CAMBRE, M. Museos interactivos de ciencia y tecnología en América Latina. In: MASSARANI, L. (Org.). **RedPOP: 25 años de popularización de la ciencia en América Latina**. Rio de Janeiro: Museu da Vida/Casa de Oswaldo Cruz/Fiocruz: RedPOP; Montevidéo: UNESCO, p. 41-50, 2015.

CARLETTI, C. Mediadores de centros e museus de ciência brasileiros: quem são estes atores chave na mediação entre a ciência e o público? 2016. 119 f. **Tese (Doutorado em Ensino em Biociências e saúde)**. Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro. 2016.

CAZELLI, S. Alfabetização Científica e os Museus Interativos de Ciência. 163 f. 1992. **Dissertação (Mestrado em Educação)**. Pontifícia Universidade Católica, Rio de Janeiro, 1992.

CAZELLI, Sibeles; MARANDINO, Martha; STUDART, Denise. Educação e comunicação em museus de ciência: aspectos históricos, pesquisa e prática. In: **Educação e Museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciências**. Rio de Janeiro: FAPERJ, Editora Access, 2003.

CHALMERS, A. F. **O que é ciência afinal?** Trad. FIKER, R. São Paulo: Editora Brasiliense, 1993, 225 p.

CONSTANTE, S. E; BARICHELLO, E. M. M. R. O jornal como documento/monumento para a recuperação e preservação da memória numa visão interdisciplinar. In: BARBIERO, D. R; PEDRAZZI, F. K. (Org.). **Caderno de Arquivologia 3**. Santa Maria: FACOS-UFSM, 2018. p. 81-106.

CONSTANTIN, A. C. C. O Espaço Ciência Viva: uma retrospectiva histórica. In: CRESTANA et al. (Orgs.). **Educação para a ciência: curso para treinamento em centros e museus de ciência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 579-582, 2001.

CRUZ, R. N. História e Historiografia da Ciência: considerações para pesquisa histórica em análise de comportamento. **Revista Brasileira de Terapia Comportamental e Cognitiva**, local, Vol. VIII, nº 2, p. 161-178, mês, 2006. Disponível em: <<http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rbtcc/v8n2/v8n2a05.pdf> >. Acesso em: 22/10/2021.

- CURY, M. X. Estudo sobre Centros e Museus - Subsídios para Uma Política de Apoio. In: CRESTANA, Silverio, et al. (orgs.). **Educação para a Ciência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2001, p. 93-112.
- CURY, M. X. Exposição: análise metodológica do processo de concepção, montagem e avaliação. 1999, 134 f. **Dissertação de Mestrado**. São Paulo: ECA/USP, 1999.
- CURY, M. X. Museus e Centros de Ciências: Comparando suas características. Material didático. Curso Planejamento, Concepção, Montagem e Avaliação de Exposição ministrado na Casa da Ciência. UFRJ, 1 p. digitalizada, 1997.
- D'AMBROSIO, U. Tendências historiográficas na história da ciência. In: ALFONSOGOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. (Orgs.). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: EDUC/Livraria Editora da Física, 2004. p. 165-200.
- DESVALLÉES, A; MAIRESSE, F. (dir.). **Concepts clés de la muséologie**. Paris: Armand Colin et ICOM, 2010.
- DIÁZ, J. A. A.; ALONSO, A. V.; MAS, M. A. M.; ROMERO, P. A. Persistencia de las actitudes y creencias CTS en la profesión docente. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, Vol. 1, Nº 1, 1-27. 2002.
- DRIVER, R; LEACH, J; MILLAR, R. **Young peoples' images of science**. Buckingham: Open University Press, 1996.
- FARIA, L. C. As Exposições de Antropologia e Arqueologia do Museu Nacional – **Publicações Avulsas do Museu Nacional** - Rio de Janeiro, vol. 4, 1949, pg. 1-19.
- FERNÁNDEZ, L. C; GATICA, MARIO Q; BLANCAFORT, A. M. La importancia de la Historia de la Química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. **Ciênc. Educ**, v. 16, n. 2, p.277-291, 2010.
- FLEMING, E. M. (1982). Artifact study: a proposed model. In T. J. Schlereth (Ed.), **Material culture studies in America** (pp. 162–173). Nashville: American Association for State and Local History.
- FORATO, T. C. M. A filosofia Mística e a doutrina Newtoniana: discussão historiográfica. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v. 1, n. 3, p. 29-53, nov. 2008.
- FORATO, T. C. M. A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz. 2009. 204 f. **Tese (Doutorado em Educação)**. USP, São Paulo, 2009.
- FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A. Historiografia e Natureza da Ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 27-59, abr. 2011.

FREIRE Jr., O. A relevância da filosofia e da história das ciências para a formação dos professores de ciências. In: SILVA FILHO, W. J. **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador: Arcádia, 2002.

FREIRE JR., O. A relevância da filosofia e história das ciências para a formação dos professores de Ciências. In: SILVA FILHO, W. J. (ed.). **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador: Arcádia/UCSal, 2002, p. 13-30.

FRIEDMAN, A. J. The extraordinary growth of the science-technology museum. **Curator**, v. 1, p. 63-75, 2007.

FUNARI, P. P. A; CARVALHO, A. V. Cultura Material e Patrimônio Científico: desafio atuais. In: GRANATO, M; RANGEL, M. F. (Org.). **Cultura Material, Patrimônio da Ciência e Tecnologia**. 1ed. Rio de Janeiro: MAST, v. 1, p. 1-13, 2009.

FURTADO, J. L. O instrumento científico como fonte para a História da Ciência: uma história possível. **Histórica (São Paulo. Impresso)**, v. 13, p. 1-9, 2006.

GAMA, A. C. Museu de Ciências da Terra/RJ e Serviço Geológico e Mineralógico do Brasil: revelando novos objetos de Ciência e Tecnologia. 2020. 164 f. **Dissertação (Mestrado)** – Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio, UNIRIO/MAST, Rio de Janeiro, 2020.

GASPAR, A. Museus e Centros de Ciências- Conceituação e proposta de um referencial teórico. 1993. 118f. **Doutorado (Didática)**. Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

GIL PÉREZ, D; MONTORO, I. F; CARRACOSA, J. A; CACHAPUZ, A. C; PRAIA, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001.

GONÇALVEZ, J. R. S. **Antropologia dos objetos: coleções, museus e patrimônios**. Rio de Janeiro: IPHAN/DEMU, 2007.

GOUVÊA, G. A cultura material e a divulgação científica. In: GRANATO, M; RANGEL, M. (Org.): **Cultura Material e Patrimônio da Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro: MAST, p.327-344, 2009. 351p.

GOUVÊA, G; MARANDINO, M. **Educação e museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciência**. Access Editora, 2003.

GRANATO, M. As exposições e o uso de acervos em museus de ciência e tecnologia. In: **Museus e Comunicação – Exposições como objeto de estudo**. RJ: Museu Histórico Nacional, 2010, p. 237-257.

GRANATO, M. COSTA, I. L. C. D; MARTINS, A. C; REIS, D. C; SUZUKI, C. Restauração do círculo meridiano de Gautier e reabilitação do pavilhão correspondente – Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST). **Anais do Museu Paulista (Impresso)**, v. 15, p.319-357, 2007.

GRANATO, M. From fragments to a museum display: restoration of a Gautier meridian circle. **Journal of Astronomical History and Heritage**, v. 12, p. 109-118, 2009.

GRANATO, M. LOURENÇO, M. Preservação do Patrimônio Cultural de Ciência e Tecnologia: uma parceria luso-brasileira entre o Museu Nacional de História Natural e da Ciência (Portugal) e o Museu de Astronomia e Ciências Afins (Brasil). **Ciência da Informação (Online)**, v. 42, p. 435-453, 2013.

GRANATO, M.; HANDFAS, E. R.; LOURENÇO, M. C. O patrimônio cultural universitário de ciência e tecnologia: os acervos da Universidade Federal do Rio de Janeiro. **Revista Tendências da Pesquisa Brasileira em Ciência da Informação**, v.9, n.2, set./dez. 2016.

GRANATO, M.; LOURENÇO, M. O Patrimônio Científico do Brasil e de Portugal: uma introdução. In: GRANATO, Marcus e LOURENÇO, Marta. **Coleções Científicas Luso-Brasileiras: patrimônio a ser descoberto**. Rio de Janeiro, MAST, 2010, p.7-14.

GRANATO, M.; LOURENÇO, M. Preservação do Patrimônio Cultural de Ciência e Tecnologia: uma parceria luso-brasileira entre o Museu Nacional de História Natural e da Ciência (Portugal) e o Museu de Astronomia e Ciências Afins (Brasil). **Ciência da Informação (Online)**, v. 42, p. 435-453, 2013.

GRANATO, M.; LOUVAIN, P. Legislação de Proteção ao Patrimônio Cultural de Ciência e tecnologia: análise e proposições. In: GRANATO, Marcus; SCHEINER, Tereza (Org.). **Museologia, Patrimônio, Interculturalidade: museus inclusivos, desenvolvimento e diálogo intercultural**. V.2. Rio de Janeiro: MAST, 2013. p.234-249.

GRANATO, M.; MIRANDA, L. R. M. A restauração na trajetória de um teodolito do acervo do MAST. **Anais do Museu Paulista**, São Paulo, v. 19, jan./jun, n.1, p.279-312. 2011.

GRANATO, M.; SANTOS, C. P.; FURTADO, J. L.; NEVES, L. P. G. Objetos de ciência e tecnologia como fontes documentais para a história das ciências: resultados parciais. In: VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2007, Salvador. **Anais do VIII Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação**. Brasília: ANCIB, 2007. p. 1-16.

GRANATO, M; LOURENÇO, M. Reflexões sobre o Patrimônio Cultural da Ciência e Tecnologia na Atualidade. **Revista Memória em Rede**, v. 2, n. 4, p. 85-103, dez. 2010 / mar. 2011. Disponível em: <[www.ufpel.edu.br/ich/memoriaemrede](http://www.ufpel.edu.br/ich/memoriaemrede)>. Acesso em: 22 Maio. 2021.

GRANATO, M; RANGEL, M. Os avanços que importam à Museologia. In: GRANATO, M; RANGEL, M. (Org.): **Cultura Material e Patrimônio da Ciência e Tecnologia**. Rio de Janeiro: MAST, 2009. 351p. p. 1-2.

GRANATO, M; SANTOS, F. P. Os Museus e a Salvaguarda do Patrimônio Cultural de Ciência e Tecnologia no Brasil. In: GRANATO, M. (Org.). **Museologia e Patrimônio**. 1ed.Rio de Janeiro: MAST, v. 01, p. 78-119, 2015.

HANDFAS, E. R. O Patrimônio Cultural de Ciência e Tecnologia nas Universidades: os objetos e coleções da Universidade Federal do Rio de Janeiro. 2018. **Tese (Doutorado)** – Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio, UNIRIO/MAST, Rio de Janeiro, 2018.

HANDFAS, E. R.; GRANATO, M.; LOURENÇO, M. C. O Patrimônio Cultural Universitário de Ciência e Tecnologia: os acervos da Universidade Federal do Rio de Janeiro. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM CIÊNCIA DA INFORMAÇÃO, 17, 2016, Salvador. **Anais...** Salvador: ENANCIB, 2016.

HODSON, D. Philosophy of science and science education. In: MATTHEWS, M. R. (org.). **History, Philosophy and Science Teaching: Selected Readings**. Toronto: OISE Press, 1991.

HODSON, D. Science fiction: The continuing misrepresentation of science in the school curriculum. **Curriculum Studies**, v. 6, n. 2, 191 – 216. 1998.

IBRAM. **Museu em números**. Brasília: Instituto Brasileiro de Museus, v.1, 2011.

MASSARANI, L; MOREIRA, I. C.; BRITO, F. (Org.). Ciência e público, caminhos INTERNATIONAL COUNCIL OF MUSEUMS (ICOM). **Statutes**. 2007. Disponível em: <[http://icom.museum/fileadmin/user\\_upload/pdf/Statuts/Statutes\\_eng.pdf](http://icom.museum/fileadmin/user_upload/pdf/Statuts/Statutes_eng.pdf)>. Acesso em: 16 jun. 2021.

JACOMY, B. Instrumentos, máquinas e aparatos interativos de ciência e tecnologia exibidos nos museus. In: VALENTE, M. E. A. (Org.) **Museus de ciência e tecnologia: interpretações e ações dirigidas ao público**. Rio de Janeiro: MAST, p.15-28, 2007.

JARDINE, N.; WILSON, L. Recent material heritage of the sciences. **Studies in History and Philosophy of Science**, v. 44, p. 632-633, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0039368113000496>>. Acesso em: 25 maio. 2021.

KIPNIS, N. Scientific controversies in teaching science: the case of Volta. In: BEVILACQUA, F.; GIANNETTO, E; MATTHEWS, M. R. **Science Educational and Culture**. Dordrecht/ Boston/ London: Kluwer Academic Publishers, 2001. p. 255-271.

KNAUSS, P. Usos do passado e patrimônio cultural: sobre roubos e furtos de bens culturais na atualidade. In: CARVALHO, C. S. R.; GRANATO, M; BENCHETRIT, S. F.; ZAMORANO, Rafael (Org.). **Um olhar contemporâneo sobre a preservação do patrimônio cultural material**. Rio de Janeiro: Museu Histórico Nacional, 2008. p. 304-314.

KOPYTOFF, I. A Biografia Cultural das coisas: a mercantilização como processo. In: APPADURAI, A. (org.). **A vida social das coisas: as mercadorias sob uma perspectiva cultural**. Niterói: Editora da Universidade Federal Fluminense, 2008. p. 89- 121.

LAKATOS, I. **História de La ciencia y sus reconstrucciones racionales**. Trad. NICOLAS, D. R. Editorial Tecnos: Espanha, 1987. 158 p.

LEDERMAN, N. G. Student's and teacher's conceptions of the nature of science: a review of the research. **Journal of Research in Science Teaching** v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

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, 2010.

LOPES, M. M. **O Brasil descobre a pesquisa científica: os museus e as ciências naturais no século XIX**. 2. ed. São Paulo: Aderaldo & Rothschild; Brasília, DF: Ed. LOUREIRO, M. L. N. M. Objetos em Museus: acompanhando trajetórias, mapeando conceitos. **Museologia e Patrimônio**, Rio de Janeiro, v. 11, n. 2, p. 171-188, 2018.

LOUREIRO, Maria Lucia de Niemeyer Matheus. Preservação in situ X ex situ: reflexões sobre um falso dilema. In: Seminario Iberoamericano de Investigación em Museología, 3. Madrid, 2011. **Anais...** 30 out. 2011.

LOURENÇO, M. C. O patrimônio da ciência: importância para a pesquisa. Revista Eletrônica do Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio – PPG-PMUS Unirio | MAST. **Museologia e Patrimônio**, Rio de Janeiro, vol. 2, n. 48, p. 47-53, jan/jun. 2009.

LOURENÇO, M. C.; WILSON, L. Scientific heritage: Reflections on its nature and new approaches to preservation, study and access. **Studies in History and Philosophy of Science**, v.44, p.744-753, 2013.

LOURENÇO, M. C; CARNEIRO, A. (Eds). **Spaces, Collections and Archives in the History of Science: The Laboratorio Chimico Overture**. Lisboa: Museu de Ciência da Universidade de Lisboa, 2009.

LOURENÇO, M.; WILSON, L. Scientific heritage: reflections on its nature and new approaches to preservation, study and access. *Studies in History and Philosophy of Science*, v. 44, n. 4, p. 744-753, 2013.

LOURENÇO, M.; GRANATO, M. Pesquisas sobre a Preservação do Patrimônio Cultural de Ciência e Tecnologia a partir de uma Parceria Luso-Brasileira. In: GRANATO, M. (Org.). **Museologia e Patrimônio**. 1ed. Rio de Janeiro: MAST, v. 01, p. 49-77, 2015.

MACMANUS, P. **Educação em Museus: Pesquisas e Práticas**. MARANDINO, M; MONACO, L. (Orgs.). São Paulo: FEUSP, 97p, 2013.

MAGALHÃES, G. **Ciência e Conflito: Ensaio sobre História e Epistemologia de Ciências e Técnicas**. 1ª edição. São Paulo: Book Express Editora, 2015.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n.1, p.112-131, abr. 2007.

MARTINS, L. A. C. P. História da ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, 2005.

MARTINS, L. A. C. P. História da Ciência: objetos, métodos e problemas. **Ciência e Educação (UNESP)**, São Paulo, v. 11, n.2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, R. A. A História das Ciências e seus Usos na Educação. In: SILVA, C. C. (Org.). **História e Filosofia da Ciência**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2006.

MARTINS, R. A. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R. (orgs). **Escrevendo a História da Ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo. EDUC/Livraria Editora da Física/Fapesp, p. 115-145, 229 p, 2004.

MARTINS, R. A. Ciência versus historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre história da ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A. M.; BELTRAN, M. H. R (Org.). **Escrevendo a história da ciência: tendências, propostas e discussões historiográficas**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2004.

MARTINS, R. A. História e História da Ciência: encontro e desencontros. In: CONGRESSO LUSOBRASILEIRO DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TÉCNICA, 1, 2000. **Atas...** Évora: Universidade de Évora. p. 11-46, 2000.

MATTA, A. E. R; SILVA, F. P. S; BOAVENTURA, E. M. Design-based research ou pesquisa de desenvolvimento: metodologia para a pesquisa aplicada de inovação em educação do século XXI. **Revista da FAEEBA**. V. 23, n. 42, 2014.

MATTHEWS, M. R. História, Filosofia e Ensino de Ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, Florianópolis, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MATTHEWS, M. R. History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement. **Science & Education**, v. 1, n. 1, p.11- 48, 1992.

MATTHEWS, M. R. O tempo e o ensino de ciência: como o ensino de história e filosofia do movimento pendular pode contribuir para a alfabetização científica. In: SILVA FILHO, W. J. **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador: Arcádia, 2002.

MATTHEWS, M. R. **Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science**. New York: Routledge, 1994.

MATTHEWS, M. R. **Time for Science Education: How Teaching the History and Philosophy of Pendulum Motion Can Contribute to Science Literacy**. New York: Plenum Press, 2000.

MCCOMAS, W. F. **The nature of science in science education**: rationales and strategies. Dordrecht: Kluwer, 1998.

- McMANUS, P. Topics in museums and science education. **Studies in Science Education**, v. 20, p. 157-182, 1992.
- MENESES, U. B. de. Os paradoxos da memória. In: MIRANDA, D. S. (Org.). **Memória e cultura: a importância da memória na formação cultural humana**. São Paulo: Edições SESC SP, 2007. p. 13-33.
- VAN MENSCH, Peter. The object as data carrier. In: Towards a methodology of museology. 1992. **Phd Thesis**, University of Zagreb, Zagreb, Croatia, 1992.
- MOREIRA, I. C.; MASSARANI, L. M. A divulgação científica no Rio de Janeiro: algumas reflexões sobre a década de 1920. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, v. VII (3): 627-651, nov. 2000-fev. 2001.
- MUELLER, S. P. M.; CARIBÉ, R. C.V. Comunicação científica para o público leigo: breve histórico. **Informação & Informação**, Londrina, v. 15, p. 13-30, 2010.
- NEVES, L. S; FARIAS, R. F. **História da Química: um livro texto para graduação**. São Paulo: Átomo, 2008.
- OKI, M. C. M; MORADILLO, E. F. O Ensino de História da Química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v.14, n.1, p.67-88, 2008.
- OLIVEIRA, J. C. P. Sobre a gênese (e justificação) da “nova historiografia”. In: MARTINS, R. A; SILVA, C. C; FERREIRA, J. M. H; MARTINS, L. A. P. (Orgs). **Filosofia e História da Ciência no Cone Sul**. Seleção de trabalhos do 5º encontro. Campinas: AFHIC, 2008. p. 272-277. 645 p.
- OLIVEIRA, M. A. C; GRANATO, M. Estudo sobre os objetos de C&T do observatório do valongo. In: GRANATO, M. RANGEL, M. F. (Orgs.). **Cultura material e patrimônio da ciência e tecnologia**. 1ed. Rio de Janeiro: Museu de Astronomia e Ciências Afins, 2009, v. 1, p. 175-188.
- OLIVEIRA, R. A; SILVA, A. P. B. História da ciência e ensino de física: uma análise meta-histórica. In: PEDUZZI, L. O. Q; MARTINS, A. F. P.; FERREIRA, J. M. H. (Orgs.). **Temas de história e filosofia da ciência no ensino**. Natal: Ed. da UFRN, 2012. p. 41-64.
- OLIVEIRA, R. R. Contribuições da história das ciências com enfoque CTS na formação continuada de professores de química. In: 14º SEMINÁRIO NACIONAL DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E DA TECNOLOGIA, 14, Belo Horizonte, MG, 2014. **Anais Eletrônicos**. [ISBN: 978-85-62707-62-9]. Belo Horizonte: UFMG, 2014.
- OLIVEIRA, R. R.; ALVIM, M. H. Elos possíveis entre a História das Ciências e a educação CTS. **Khronos**, v. 1, p. 58-71, 2017.
- OLIVER, G. S. História das ciências e das tecnologias e o campo de Ciência, Tecnologia e Sociedade (CTS). **Revista Contemporâneos**, v. 10, p.1-24, maio 2010.



- PADILLA, J. Conceptos de museos y centros interactivos. In: CRESTANA et al. (Orgs.). **Educação para a ciência: curso para treinamento em centros e museus de ciência**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 113-142, 2001.
- PAGLIARINI, C. R.; SILVA, C. C. A estrutura dos mitos históricos nos livros de física. In: ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA. **Atas do X EPEF: EPEF 20 anos**. v. 10. São Paulo: Sociedade, 2006.
- PASAVENTO, S. J. **Exposições universais: espetáculo da Modernidade do Século XIX**. Editora HUCITEC. São Paulo. 1997.
- PEDRETTI, E.; NAZIR, J. Currents in STSE Education: mapping a complex field, 40 years on. **Science Education**, v. 95, n. 4, p. 601-626, 2010.
- PLOMP, T. Educational Design Research: an Introduction. In: PLOMP, T.; NIEVEEN, N. **An introduction to educational Design Research**. [S.l.]: SLO-Netherlands Institute for Curriculum Development, 2007. p. 9 - 35.
- PLOMP, T. Pesquisa-aplicação em educação: uma introdução. In: PLOMP, T., et al. (org.). **Pesquisa-aplicação em educação: uma introdução**. NONATO, E. R. S. (Trad). 1ª ed. São Paulo: Artesanato Educacional, 2018. p. 25-66.
- PODGORNY, I; LOPES, M. M. **El desierto en una vitrina. Muses e história natural en la Argentina**, 1810-1890. México: Limusa. 2008.
- POMIAN, K. Coleção. In: **Enciclopédia Einaudi: memória - história**. Lisboa: Imprensa Nacional - Casa da Moeda, 1985. v.1; p. 51-86, 1985.
- POULOT, D. **Uma história do patrimônio no Ocidente**. Rio de Janeiro: Editora Estação Liberdade, 2009.
- PRESTES, M. E. B; CALDEIRA, A. M. A. A importância da história da ciência na educação científica. **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-16, 2009.
- REIS, N. A. Abordagem Contextual no Âmbito do Processo Formativo do PIBID. São Cristóvão, 2017, 142 f. **Dissertação** (Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática) – Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2017.
- RUBINI, G; Camanho, S. S; Bazin, M; Kurtenbach, E; Coutinho-Silva R. A maneira de receber o público no Espaço Ciência Viva. In: MASSARANI, L.; ALMEIDA, C. (Orgs.). **Workshop Sul-Americano & Escola de Mediação em Museus e Centros de Ciência**. Rio de Janeiro: Museu da Vida/ Casa de Oswaldo Cruz/ Fiocruz, p. 55-59, 2008.
- RÚSSIO, W. Cultura, Patrimônio e Preservação. In: ARANTES, Antônio Augusto (Org.). **Produzindo o passado**. São Paulo: Brasiliense, 1984. Texto III S. (org.) - Ed. Vértice - S. Paulo, 1989, pg. 30.

SABBATINI, M. Museus e centros de ciências virtuales: complemetación y potenciación del aprendizaje de ciências através del expriementos virtuales. 599 f. 2004. **Tese (Doutorado em Teoria e História da Educação)** – Universidade de Salamanca, Salamanca, 2004.

SANJAD, N. O lugar dos museus como centros de produção de conhecimento científico. In: BITTENCOURT, J. N.; GRANATO, M.; BENCHETRIT, S. F. (Orgs.). **Museus, ciência e tecnologia. Rio de Janeiro: Museu Histórico Nacional**, p.123-134, 2007.

SANJAD, N. R. A coruja de Minerva: o Museu Paraense entre o Império e a República, 1866- 1907. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005. 439p. **Tese (Doutorado em História das Ciências da Saúde)**. Casa de Oswaldo Cruz, Fiocruz, 2005.

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. 5 ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SANTOS, F. P.; GRANATO, M. Objetos de C&T: principais características em museus cariocas. In: XV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação, 2014, Belo Horizonte. **Anais** [recurso eletrônico] / XV Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação: além das nuvens, expandindo as fronteiras da Ciência da Informação, Belo Horizonte: UFMG, 2014. v. 1. p. 3688-3719.

SANTOS, J. M. O ensino da gravitação universal de newton através da história da ciência e da argumentação: desenvolvimento e análise de uma sequência didática. 239 f. 2017. **Dissertação (Mestrado 100 em Ensino, Filosofia e História das Ciências)** Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2017.

SANTOS, Soledad Esteban. La perspectiva histórica de las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y su papel en la enseñanza de las ciencias. **Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias**, v. 2, n. 3, p. 240-246, 2003.

SANTOS, W. L. P.; SCHNETZLER, R. P. **Educação em Química: Compromisso com a cidadania**. Ijuí: Unijuí, 2003.

SCHEINER, T. Apolo e Dioniso no Templo das Musas. Museu: gênese, ideia e representações nos sistemas de pensamento da cultura ocidental. 1998. 152 f. **Dissertação (Mestrado)**. Programa de Pós-Graduação em Comunicação ECO/UFRJ, 1998.

SCHWARCZ, Lilia KM. O nascimento dos museus brasileiros, 1870-1910. **História das ciências sociais no Brasil**, v. 1, p. 20-71, 1989.

SCHWARTZMAN, S. **Formação da comunidade científica no Brasil**. São Paulo: Ed. Nacional Financiadora de Estudos e Projetos, 1979.

SEVCENKO, Nicolau. **A corrida para o século XXI: no loop da montanha-russa**. Editora Companhia das Letras, 2001.

SILVA FILHO, W. J. **Epistemologia e Ensino de Ciências**. Salvador: Arcádia, 2002.

SILVA, C. C; MOURA, B. A. A Natureza da Ciência por meio do Estudo de Episódios Históricos: o caso da popularização da óptica newtoniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.30, n.1, p.1602, 2008.

SILVA, E. L. Contribuições da elaboração de sequências de ensino-aprendizagem tratando das tendências interdisciplinaridade, cotidiano e história da ciência no âmbito da formação de professores da Universidade Federal de Sergipe. 2014. 184 f. **Tese (Doutorado em Ensino, Filosofia e História das Ciências)** – Instituto de Física, Universidade Federal da Bahia/ Universidade Estadual de Feira de Santana, Salvador, 2014.

SILVA, G; AROUCA, M; QUIMARÃES, V. As exposições de divulgação científica. In: MASSARANI, L; MOREIRA, I. C; BRITO, F. (Orgs.) **Ciência e público, caminhos da divulgação científica no Brasil**. Rio de Janeiro: Casa da Ciência – Centro Cultural de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2002.

SILVA, L. C. K. G.; BORTOLOTTI, R. G. História da Historiografia da Ciência em debate: reflexões, limites e possibilidades teórico-metodológicas. **Dimensões - Revista de História da UFES**, v. 41, p. 103-125, 2018.

SILVA, L. H. B. Capacidades de Pensamento Crítico em Atividades Experimentais Investigativas: uma perspectiva para a abordagem metodológica da pesquisa de desenvolvimento. 2020, 128f. **Dissertação (Mestrado)** – Universidade Federal de Sergipe, São Cristovão, 2020.

SKOOG, D. A; HOLLER, F. J; NIEMAN, T. A. **Princípios de Análise Instrumental**, 5a ed. Bookman, São Paulo, 2002.

SOLBES, J. Contribución de las cuestiones sociocientíficas al desarrollo del pensamiento crítico (II): Ejemplos. **Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias**, v. 10, n. 2, p. 171-181, 2013.

SOUBIRAN, S. et. al. Initiatives européennes et patrimoine universitaire. **La Lettre de l'OCIM**, n. 123, p. 5-14, 2009.

TIBÚRCIO, B. M. C. Instrumentos científicos, um desafio para os museus: Estudo de caso das Comissões de Luiz Cruls ao Planalto Central do Brasil. 164 f. 2013. **Dissertação (Mestrado)** – Programa de Pós-Graduação em Museologia e Patrimônio, UNIRIO/MAST, Rio de Janeiro, 2013.

VALENTE, M. E. A. Museus de Ciência e Tecnologia no Brasil: uma história da museologia entre as décadas de 1950-1970. **Tese (Doutorado em Ensino e História de Ciências da Terra)** - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências. Campinas, 2008.

VALENTE, M. E. A. A conquista do caráter público do museu. In: GOUVÊA, G; MARANDINO, M; LEAL, M. C. (Org.). **Educação e museu: a construção social do caráter educativo dos museus de ciência**. Rio de Janeiro: Access, p. 21-45, 2003.

VALENTE, M. E. A.; CAZELLI, S.; ALVES, F. Museus, ciência, educação: novos desafios. **História, Ciência, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v. 12, supl., p.183-203, 2005.

VAN HELDEN, A; HANKINS, T. L. Introduction: Instruments in the History of Science. **Osiris**, Filadelfia: University of Pennsylvania, v.9, 1994.

VIDEIRA, A. A. P. Historiografia e História da Ciência. Escritos. **Revista do Centro de Pesquisa da Casa de Rui Barbosa**. Ano 1. n. 1. 2007. p. 111-158.

WILSON, L. A typology of dispersed collections: collaborating with scientists and technicians. In: MAISON, L; TALAS, S; WITTJE, R. (Ed.). **Shaping European university heritage past and possible futures**. Trondheim: Royal Norwegian Society of Sciences and Letters, 2013. p.137-152.

WITTLIN, A. S. **The Museum - its history and its tasks in education**, London, 1949.

## 10. APÊNDICES

### 10.1. APÊNDICE A: ALGUNS OBJETOS DO CENTRO DE MEMÓRIAS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SERGIPE.



2397 — Cromatográfico a Gás Automático

Década: S/N

Nº do Patrimônio:

Marca: HP — HEWLETT PACKARD

Modelo: VDC — 5890A

Origem: S/I

Diâmetro da peça: S/N

Descrição: Van Den, cor cinza e preto, na lateral esquerda, botões de detentor de ionização de chama, divisor de fluxo e entrada de gás auxiliar do lado direito e teclado para controle do equipamento.

Atomic Absorption Spectrophotomete

Década: S/N

Nº do Patrimônio: 00064

Marca: ATOMIC

Origem: S/I

Diâmetro do caixa: S/N

Descrição: Cor cinza com preto na parte de baixo, na parte frontal tem quatro botões, um de off/on e o outro de check. Um buraco na parte de cima, com uma grande metálica cilíndrica de cor vermelha, e um cabo de alimentação atrás.



Atomic Absorption Spectrophotomete

Década: S/N

Nº do Patrimônio: S/N

Marca: VARIAN

Origem: S/I

Diâmetro do caixa: S/N

Descrição: Cor cinza com vários pontos de ferrugem e algumas partes de cor preta, na sua parte frontal tem botão de liga/desliga, visor com termômetros, relógio de energy, um buraco frontal e do lado esquerdo um objeto circular.



**2400 — Cromatográfico a Gás**

**Década:** S/N

**Nº do Patrimônio:** 051391

**Marca:** S/I

**Modelo:** CG 3537

**Origem:** S/I

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Equipamento elétrico, metálico, cor cinza e bege, com seus acessórios, vários botões de controle frontais para saída dos gases, divisor de amostra coluna e controle de pressão, peça acoplada — programador linear, INSTRUMENTOS CIENTIFICOS C.G LTDA, COMPRADO. LAB Q. ORGANICA. TERMO RESP.

**Cromatográfico de Gás**

**Década:** S/N

**Nº do Patrimônio:** 41 ETIQ LAB

**Marca:** S/I

**Modelo:** CG 15

**Origem:** S/I

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Equipamento elétrico, INSTRUMENTOS CIENTIFICOS C.G LTDA.



**Cromatográfico de Gás**

**Década:** 1973

**Nº do Patrimônio:** 00045

**Marca:** S/I

**Modelo:** CG 17

**Origem:** S/I

**Valor:** 16.675,00

**Laboratório:** Química Orgânica

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Equipamento elétrico, com detetor de ionização de chama, completo com amplificador eletrométrico, INSTRUMENTOS CIENTIFICOS C.G LTDA, TERMOMETRO NA PARTE LATERAL.





**2438 — Espectrofotômetro**

**Década:** 1972

**N° do Patrimônio:** 050629

**Marca:** COLEMAN

**Modelo:** 295

**Valor:** 17.000,00

**Origem:** ESTADOS UNIDOS

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Equipamento elétrico de cor caramelo e preto, COR CARAMELO E PRETO, serial N° s8777 HERTZ 50/60 WATTS 85 VOLTS 115. Na parte superior dois visores, dois botões para controle, botão de ligar e desligar e um vermelho de acender. Três botões para controle frontais. No fundo um fusível, dois botões e um encaixe para tomada. FABRICANTE COLEMAN INSTRUMENTS. A DIVISION OF THE PERKIN-ELMER CORPORATION OAKBROOK, ILLINOIS 605221 U.S.A. COMPRADO. TERMO RESP. 28/76. QUANT 02

**Espectrofotômetro**

**Década:** S/I

**N° do Patrimônio:** S/N

**Marca:** S/I

**Modelo:** S/I

**Origem:** S/I

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** S/I



**Espectrofotômetro**

**Década:** S/I

**N° do Patrimônio:** S/N

**Marca:** S/I

**Modelo:** S/I

**Origem:** S/I

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** S/I



**Pirômetro de Radiação de partículas**

**Década:** S/I

**Nº do Patrimônio:** S/N

**Marca:** HARTMAN/BRAUN

**Modelo:** S/I

**Origem:** CHECOSLOVÁQUIA

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Utilizado na seção de físico-química para medição de partículas incandescente entre 7000 e 3500° C

**Provador de umidade Speedy**

**Década:** S/I

**Nº do Patrimônio:** S/N

**Marca:** TACO BURNELY

**Modelo:** S/I

**Origem:** INGLATERRA

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** S/I



**Furador de rolha**

**Década:** 1976

**Nº do Patrimônio:** S/N

**Marca:** PRECISION SCIENTIFIC

**Modelo:** S/I

**Origem:** S/N

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** S/I





**Medidor do ponto de fulgor**

**Década:** 1976

**Nº do Patrimônio:** S/N

**Marca:** KOEHLER INSTRUMENT CO. IN

**Modelo:** S/I

**Origem:** E.U.A

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** S/I

**Penetrômetro K.I.C.**

**Década:** 1970

**Nº do Patrimônio:** S/N

**Marca:** ARTHUR THOMAS

**Modelo:** S/I

**Origem:** E.U.A

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Instrumento de controle utilizado para qualificar a compactação do solo podendo ser usado para fins de agricultura e geologia.



**Penetrômetro K.I.C.**

**Década:** 1950

**Nº do Patrimônio:** S/N

**Marca:** ARTHUR THOMAS

**Modelo:** S/I

**Origem:** Inglaterra

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Utilizado em verificação de condições meteorológicas, funciona sem líquidos, porém é menos preciso e mais portátil que o barômetro de mercúrio.





**Penetrômetro K.I.C.**

**Década:** 1970

**Nº do Patrimônio:** S/N

**Marca:** CENTRAL SCIENTIF CO

**Modelo:** S/I

**Origem:** U.S.A

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Usado no laboratório de físico-química utilizado para determinar superficial de líquidos, incluindo soros, óleos e suspensões coloidais.

**Microscópio Ortholux**

**Década:** 1970

**Nº do Patrimônio:** S/N

**Marca:** S/I

**Modelo:** S/I

**Origem:** Alemanha

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Utilizado no laboratório de físico-química em pesquisas de luz transmitida e incidente. Seu uso era altamente utilizado em campo escuro.



**Lupa prismática binocular**

**Década:** S/I

**Nº do Patrimônio:** S/N

**Marca:** ERNEST LEITZ WETZLER

**Modelo:** S/I

**Origem:** Alemanha

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Utilizado no laboratório de físico-química em pesquisas de luz transmitida e incidente. Seu uso era altamente utilizado em campo escuro.



**Calorimetro Hellige Duboscq MOD. 250**

**Década:** 1970

**N° do Patrimônio:** S/N

**Marca:** S/I

**Modelo:** S/I

**Origem:** U.S.A

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Determina a concentração de uma solução de concentração desconhecida (amostra) através de comparação das suas aparências visuais (cor, pureza e brilho) com uma solução padrão.

**Viscosímetro de Hoppler**

**Década:** 1970

**N° do Patrimônio:** S/N

**Marca:** GEBRUDER HAAKE - MEDINGEN

**Modelo:** S/I

**Origem:** Alemanha

**Diâmetro da peça:** S/N

**Descrição:** Determina grau de viscosidade de líquidos, especialmente óleo, através da velocidade em que a bola que cai entre as marcas do tubo do viscosímetro inclinado 10 graus em relação à vertical.

