# O ESTUDO DO CORPO HUMANO À LUZ DA HISTÓRIA CULTURAL DA CIÊNCIA: DISCUTINDO PERSPECTIVAS PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL II

Priscila do Amaral

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutora em Ciência, Tecnologia e Educação

Orientadora: Andreia Guerra de Moraes

Rio de Janeiro

Novembro/ 2021

**O ESTUDO DO CORPO HUMANO À LUZ DA HISTÓRIA CULTURAL DA CIÊNCIA: DISCUTINDO PERSPECTIVAS PARA A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS NO ENSINO FUNDAMENTAL II**

Priscila do Amaral

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos para obtenção do título de doutora em Ciência, Tecnologia e Educação.

Banca Examinadora:

_____

Presidente, Professora Dra. Andreia Guerra de Moraes (CEFET/RJ) (Orientadora)

_____

Professora Dra. Sheila Cristina Ribeiro Rego (CEFET/RJ)

_____

Professora Dra. Giselle Faur de Castro Catarino (UERJ / CEFET/RJ)

_____

Professora Dra. Abigail Vital de Goes Monteiro (UGB)

_____

Professor Dr. Pedro Pinheiro Teixeira (PUC-Rio)

Rio de Janeiro

Novembro/ 2021

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

A485 Amaral, Priscila do
O estudo do corpo humano à luz da História Cultural da Ciência: discutindo perspectivas para a educação em Ciências no ensino fundamental II / Priscila do Amaral – 2021.
227f : il. (algumas color) + apêndices. , enc.

Tese (Doutorado). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2021.
Bibliografia: 215-227
Orientadora: Andreia Guerra de Moraes

1. Ciências (Ensino fundamental). 2. Ciência – História. 3. Cultura visual. 4. Corpo humano – Estudo e ensino. I. Moraes, Andreia Guerra de (Orient.). II. Título.

CDD 372.35

Elaborada pelo bibliotecário Leandro Mota de Menezes – CRB/7 nº 5281

# AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, por todas as oportunidades de crescimento e pessoas que colocou em meu caminho.

Agradeço à minha família pelo apoio incondicional, pela paciência nos momentos tensos, pelo conselho nos momentos de dúvida, pela compreensão nas muitas ausências, pela torcida e preocupação durante todo este processo. Aos meus pais, que não mediram esforços para que pudéssemos (eu e meus irmãos) lutar pelos nossos sonhos, por demonstrar desde cedo a importância da educação em nossas vidas. À minha mãe pela dedicação, apoio e exemplo, por ouvir minhas falas empolgadas ou os comentários sobre as dificuldades da pesquisa. Aos meus irmãos pela parceria de sempre, por toda a torcida e apoio e ao meu querido pai, que não tenho mais a presença física, mas que sei que, de onde estiver, está feliz com conclusão desta etapa. Família, esta conquista é nossa, obrigada por tudo.

À minha orientadora Andréia Guerra, que desde a primeira aula no mestrado me encantou com sua paixão pela história da ciência e pelo poder transformador da educação. Agradeço por ser muito mais que uma orientadora, mas também uma amiga e uma inspiração. Obrigada pelo apoio, preocupação e atenção para além das questões acadêmicas, principalmente nestes dois últimos anos. Obrigada pela confiança, parceria e por “adotar” minha escola e meus alunos e alunas. Obrigada, pelas ideias e dicas de livros (acadêmicos ou não) compartilhadas, pelo entusiasmo com a pesquisa, por acreditar numa educação pública de qualidade (assim como eu), pelo exemplo de pessoa e profissional que é.

Aos meus queridos amigos pela torcida, interesse pela pesquisa, preocupação e compreensão pela ausência ao longo deste período. As suas palavras de incentivo, mensagens e ligações eram sempre uma fonte de energia e alegria. Aos companheiros de Pré Vestibular Comunitário Solano Trindade, projeto (na época chamado de Pré-Vestibular para Negros e Carentes Castro Alves) que mudou minha vida, não só por possibilitar o ingresso na graduação, mas por me ajudar a desnaturalizar e ter um olhar crítico para a nossa sociedade tão injusta e preconceituosa.

Aos meus companheiros de grupo de pesquisa, NIEHCC, por tornarem esta jornada menos solitária. Obrigada por serem parte fundamental deste trabalho, através de trocas e sugestões, além das risadas e cafés, nas reuniões presenciais (saudades) e atualmente virtuais. A todos que passaram pelo NIEHCC e aqueles que agora integram o grupo, obrigada por (como sempre digo, todo final de ano), me ajudarem a crescer como pesquisadora, professora e pessoa.

Aos meus professores, pelo papel importante que desempenharam em minha vida, me incentivando, procurando oferecer uma educação de qualidade apesar das dificuldades. Aos professores do PPCTE por todo o conhecimento compartilhado durante o mestrado e o doutorado. Levo um pouco de cada um de vocês na minha prática docente.

Agradeço às escolas onde trabalho, minhas “casas”. Aos companheiros (direção e professores) da escola onde me encontro licenciada, que, apesar da distância, sempre perguntavam sobre a pesquisa, incentivando e torcendo. Aos companheiros da escola onde esta pesquisa se realizou, agradeço o apoio e suporte tanto da direção, sempre solícita a atender as demandas, quanto dos queridos colegas que auxiliaram neste processo, cedendo alguns minutos de suas aulas, trocando ou cedendo horários para que eu pudesse realizar as atividades de pesquisa. Juntos somos sempre mais fortes.

Agradeço ao CEFET/RJ, pela estrutura, funcionários e professores, que possibilitaram essa caminhada na pós-graduação. Agradeço à CAPES, pelo suporte financeiro a minha pesquisa.

Agradeço às professoras Gisele Faur, Abigail Vital e Cláudia Sepúlveda pelas reflexões e sugestões trazidas para a pesquisa no processo de qualificação. Agradeço à banca examinadora, professoras Sheila Rego, Gisele Faur, Abigail Vital e ao professor Pedro Teixeira, por aceitar o convite, pelo tempo dedicado à leitura da minha tese e pelas contribuições que farão a minha pesquisa.

Agradeço aos meus alunos e alunas, de ontem, de hoje e do futuro. Obrigada por me ensinarem tanto. Vocês são parte fundamental deste trabalho e o motivo da busca por uma educação pública, gratuita e de qualidade e pela luta por uma sociedade mais justa. Um agradecimento especial aos meus alunos e alunas participantes desta pesquisa, por trazerem elementos e reflexões tão importantes para a nossa sala de aula.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, colaboraram para a execução deste trabalho.

Muito obrigada!

*“É só regar os lírios do gueto*
*Que o Beethoven negro vem pra se mostrar”*
*Brixton, Bronx ou Baixada – O Rappa*

*“Eles combinaram de nos matar, mas nós combinamos de não morrer.”*
*Conceição Evaristo*

*"Eu sou um intelectual que não tem medo de ser amoroso. Eu amo as gentes e amo o mundo. E é porque amo as pessoas e amo o mundo que eu brigo para que a justiça social se implante antes da caridade."*
*Paulo Freire*

# RESUMO


**O Estudo do Corpo Humano à luz da História Cultural da Ciência: Discutindo Perspectivas para a Educação em Ciências no Ensino Fundamental II**

Priscila do Amaral

O estudo do corpo humano está presente em vários momentos da vida escolar. Embora seja um tema que desperte bastante o interesse, a literatura identifica dificuldades dos estudantes reconhecerem o corpo estudado, como igual ao seu corpo. Entre os motivos apontados para este não reconhecimento, indica-se a apresentação fragmentada do corpo humano no ensino de ciências. Essas considerações levaram ao desenvolvimento da pesquisa que resultou nessa tese que tem como tema o estudo do corpo humano, nos séculos XVI e XVII, adotando a História Cultural das Ciências como vertente historiográfica. Na parte teórica da pesquisa, realizamos um estudo histórico em fontes primárias e secundárias, a fim de analisar as práticas cientificas, atores sociais e a cultura visual envolvidos na construção do conhecimento científico a respeito do corpo humano no recorte temporal do denominado Nascimento da Ciência Moderna. Esse estudo gerou subsídios para a parte empírica da pesquisa, realizada por dois anos letivos consecutivos (8° e 9° ano) com estudantes do segundo segmento do Ensino Fundamental da rede pública estadual do Rio de Janeiro, Brasil. Os estudantes participantes da pesquisa eram, em sua maioria, afrodescendentes. A pesquisa foi realizada utilizando uma adaptação da metodologia da pesquisa-ação, que denominamos pesquisa-ação histórica, e buscou trazer para o ensino do Corpo Humano uma abordagem histórico-cultural, com o enfoque em práticas científicas, como as dissecações públicas e a produção de tratados de anatomia. Além disso, atenção foi dada às pessoas que participavam desses estudos e de quem eram os corpos estudados. Ao longo dos dois anos de atividades, os principais temas abordados foram: circulação sanguínea, visão, uso de lentes e eletricidade medicinal. As questões ressaltadas foram trabalhadas a partir de atividades individuais e em grupo, discussões coletivas e uso de imagens produzidas no período estudado. Os estudantes trouxeram questões relacionadas à autoria e à produção coletiva do conhecimento científico, destacando a ausência de estudos, no contexto histórico tratado, de corpos negros e femininos, assim como, a não participação de mulheres e negros na fazer científico. A discussão das práticas científicas e atores sociais na construção de conhecimento do corpo humano dentro do recorte histórico possibilitou reflexões com os estudantes a respeito dos corpos e atores invisibilizados e como o modelo de corpo estudado naquele período está presente até hoje no estudo do corpo humano no ensino de ciências. Além disso, esta abordagem possibilitou trazer discussões relacionadas ao contexto dos estudantes, mostrando que a abordagem histórica pode ser um caminho para superar essa incompatibilidade cultural em aulas de Ciências.



Palavras-chaves: Corpo Humano, História Cultural da Ciência, Cultura Visual, Identidade Cultural, Práticas científicas, Ensino Fundamental, Ensino de Ciências

# ABSTRACT

**The Study of the Human Body in the light of the Cultural History of Science: Discussing Perspectives for Science Education in Elementary Education II**

**Priscilla do Amaral**

The study of the human body is present at various times in school life. Although it is a topic that arouses a lot of interest, the literature identifies difficulties for students to recognize the studied body, as equal to their own body. Among the reasons given for this non-recognition, the fragmented presentation of the human body in science teaching is indicated. These considerations led to the development of the research that resulted in this thesis that has as its theme the study of the human body, in the 16th and 17th centuries, adopting the Cultural History of Sciences as a historiographical approach. In the theoretical part of the research, we carried out a historical study in primary and secondary sources, in order to analyze the scientific practices, social actors and visual culture involved in the construction of scientific knowledge about the human body in the time frame of the so-called Birth of Modern Science . This study generated subsidies for the empirical part of the research, carried out for two consecutive academic years (8th and 9th year) with students from the second segment of Elementary School of the state public network in Rio de Janeiro, Brazil. The students participating in the research were mostly of African descent. The research was carried out using an adaptation of the action research methodology, which we call historical action research, and sought to bring to the teaching of the Human Body a historical-cultural approach, with a focus on scientific practices, such as public dissections and production of anatomy treatises. In addition, attention was paid to the people who participated in these studies and whose bodies were studied. Over the two years of activities, the main topics covered were: blood circulation, vision, use of lenses and medicinal electricity. The issues highlighted were worked on from individual and group activities, collective discussions and the use of images produced during the period studied. The students brought up issues related to authorship and collective production of scientific knowledge, highlighting the absence of studies, in the historical context discussed, of black and female bodies, as well as the non-participation of women and blacks in scientific work. The discussion of scientific practices and social actors in the construction of knowledge of the human body within the historical perspective allowed reflections with students about the invisible bodies and actors and how the body model studied in that period is still present in the study of the human body in the science teaching. Furthermore, this approach made it possible to bring discussions related to the context of students, showing that the historical approach can be a way to overcome this cultural incompatibility in Science classes.

**Keywords:** Human Body, Cultural History of Science, Visual Culture, Cultural Identity, Scientific Practices, Elementary Education, Science Teaching

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1.1- Anos de escolaridade analisados.....24
Figura 1.2-Temas abordados nos artigos analisados .....26
Figura 1.3-Localização geográfica das instituições.....27
Figura 1.4- Escolas onde a pesquisa foi realizada.....30
Figura 1.5-Metodologias de pesquisa.....32
Figura 1.6- Estratégias para a coleta de dados.....34
Figura 1.7 – Atividades desenvolvidas durante a pesquisa.....37
Figura 2.1-José Celestino Mutis, botânico espanhol, com exemplar de planta do gênero Mutis (Salvador Rizo? , Aproximadamente 1800).....49
Figura 2.2 - Lição de Anatomia – Fascículo de Anatomia (1494).....52
Figura 2.3-Frontispício do livro *De humani corporis fabrica* – Andrea Vesalius (1543).53
Figura 2.4- Lição de Anatomia do Doutor Nicolai Tulp (Rembrandt, 1632).....54
Figura 2.5- O nascimento de Maria (Anônimo, 1632).....57
Figura 2.6- A leiteira ( Vermeer, 1658-1660).....57
Figura 2.7- Canibais (Theodore Bry , 1593).....59
Figura 2.8- Bruxas rodeando os restos de corpos desenterrados ou tirados da forca (Francesco Maria Guazzo, 1608).....59
Figura 2.9 - Esquema da Pesquisa-ação histórica.....69
Figura 3.1 - Fotos de cientistas utilizadas na atividade “Identifique um cientista.....77
Figura 3.2 - Desenho de um aluno representando um cientista – 8º ano.....83
Figura 3.3 - Desenho de uma aluna representando uma cientista – 8º ano.....83
Figura 3.4 - Desenho de um aluno representando um cientista – 8º ano.....84
Figura 3.5 - Desenho de uma aluna representando uma cientista (frente) – 8º ano....84
Figura 3.6- Desenho de uma aluna representando uma cientista (verso) – 8º ano.....85
Figura 4.1- Roteiro Atividade 1- Unidade Veias Abertas.....89
Figura 4.2- Roteiro Atividade 2- Unidade Veias Abertas.....91
Figura 4.3- Anfiteatro de Anatomia – Século XVII.....96
Figura 4.4 - Lição de Anatomia – Fascículo de Anatomia (1494).....97
Figura 4.5 - A Lição de Anatomia do Dr. Deyman – Rembrandt (1656).....99
Figura 4.6 - Lição de anatomia do Dr. van der Meer - van Mierevelt- (1617).....99
Figura 4.7 - Imagens de instrumentos cirúrgicos – Cânone de Medicina.....101
Figura 4.8 - Músculos - *Comentário sobre a obra de Mudinuus de Lucci* – Jacopo Berengario (1522).....103
Figura 4.9- Esqueleto -– *De humani corporis fabrica* – Andrea Vesalius (1543).....104
Figura 4.10 - Cadáver suspenso pelas órbitas – *De humani corporis fabrica* – Andrea Vesalius (1543).....105
Figura 4.11 - Cadáveres e paisagens – *De humani corporis fabrica* – Andrea Vesalius (1543).....105
Figura 4.12 - Frontispício do livro *De humani corporis fabrica* – Andrea Vesalius (1543).....106
Figura 4.13 – Roteiro Atividade 3 – Unidade Veias Abertas.....107

Figura 4.14 – Roteiro Atividade 4 – Unidade Veias Abertas.....115
Figura 4.15 - Miniatura otomana de astrônomos no trabalho – Biblioteca da Universidade de Istambul.....115
Figura 4.16 - Ilustração de uma cesárea no Manuscrito de al-Bīrūnī, *Al-Athār al-Bāqiyah `an al-Qurūn al-Khāliyah*, MS 161, Edinburgh University.....116
Figura 4.17 - Tríade de Galeno.....118
Figura 4.18 - Experimento de ligadura - *De Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* – William Harvey (1628).....120
Figura 4.19 - Roteiro Atividade 5 – Unidade Veias Abertas.....121
Figura 4.20 - Anatomia do olho para Alhazen .....131
Figura 4.21 - Réplica do microscópio elaborado por Robert Hooke.....133
Figura 4.22 - Ilustração de uma pulga presente no livro *Micrographia* de Robert Hooke.....134
Figura 4.23 - Réplica do microscópio elaborado por Antony van Leeuwenhoek.....135
Figura 4.24 - Experimento de vivissecção elaborado por Malpighi.....136
Figura 4.25 - Câmara Escura.....138
Figura 4.26 – O processo de visão para Alhazen.....148
Figura 4.27 – Roteiro Atividade 5 – Unidade Coisas Jamais Vistas.....151
Figura 4.28 – Estudantes montando a câmara escura .....152
Figura 4.29 – Montagem e teste das câmaras escuras.....152
Figura 4.30 – Roteiro Atividade 6 – Unidade Coisas Jamais Vistas.....153
Figura 4.31 – Atividade de produção de pigmentos.....153
Figura 4.32 – Exemplos de imagens produzidas na atividade 6 da Unidade Coisas Jamais Vistas.....154
Figura 4.33 – Exibição do filme “Moça com brinco de pérola”.....159
Figura 4.34 – Réplica da luneta elabora por Galileu Galilei.....163
Figura 4.35 – Ilustração da Lua elaborada por Galileu Galilei.....164
Figura 4.36 – Ilustração da Lua elaborada por Thomas Harriot.....164
Figura 4.37 – Ilustração da Lua elaborada por Thomas Harriot (1610).....165
Figura 4.38 – *La vista* - José da Ribeira- (1615-1616).....166
Figura 4.39 – Imagem de um aparelho de moldar e polir lentes – Século XVII.....179
Figura 4.40 – Roteiro Atividade 4 – Unidade Outras Formas de Ver o Mundo.....182
Figura 4.41 – Imagens utilizadas na Atividade 4 – Unidade Outras Formas de Ver o Mundo.....182
Figura 4.42 –Atividade 4 – Unidade Outras Formas de Ver o Mundo.....183
Figura 4.43 –Livro De magnete – William Gilbert (1600).....196
Figura 4.44 –Rede de correspondências de Voltaire.....197
Figura 4.45- Laura Maria Caterina Bassi (Bolonha: 1711- 1778).....198
Figura 4.46- Lucia Galvani participando de experimentos com Galvani e seu pai.....199
Figura 4.47- Imagens utilizadas na Atividade 4 – Unidade Corpos Elétricos.....200
Figura 4.48- Atividade 4 – Unidade Corpos Elétricos.....201

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1.1 – Revistas e artigos analisados (2008 - 2019).....23
Tabela 1.2 – Instituições.....28
Tabela 3.1: Respostas dos estudantes para a atividade “Identifique um cientista”.....78
Tabela 4.1: Versão Final das atividades da Unidade Veias Abertas.....87
Tabela 4.2 : Grupo 1 - *“O Açougue”*.....*108*
Tabela 4.3: Grupos 2 e 3- *“A Lição de Anatomia do Dr. Nicolai Tulp”*.....*109*
Tabela 4.4: Grupo 4 e 5 - *“O nascimento de Maria”*.....*109*
Tabela 4.5: Grupo 6 e 7 – *“Dois morenos”*.....112
Tabela 4.6 : Respostas atividade 5 - Unidades Veias Abertas.....122
Tabela 4.7: Versão Final das atividades da Unidade Coisas Jamais Vistas.....128
Tabela 4.8: Grupo 1 – *“O Geógrafo”*.....139
Tabela 4.9: Grupo 2 – *“O Astrônomo*”.....140
Tabela 4.10: Grupo 3 – *“Mulher com a balança”*.....*141*
Tabela 4.11: Grupo 4 – *“A leiteira”*.....142
Tabela 4.12: Grupo 5 – “*Os síndicos da guilda de fabricantes de tecido”*.....143
Tabela 4.13: Grupo 6 – “*O oficial e a moça sorridente*”.....144
Tabela 4.14: Grupo 7 – *“Moça com brinco de pérola”*.....145
Tabela 4.15 : Respostas atividade 7 – Unidade Coisas Jamais Vistas.....155
Tabela 4.16: Versão Final das atividades da Unidade Outras Formas de Ver o Mundo.....161
Tabela 4.17: Grupo 1 – *“O Astrônomo Copérnico conversa com Deus”*.....170
Tabela 4.18: Grupo 2 – *“Mulher com a balança”*.....171
Tabela 4.19 : Grupo 3 – *“O Alquimista”*.....172
Tabela 4.20: Grupo 4- “*Os governadores da guilda de San Lucas de Haarlem”*.....174
Tabela 4.21: Grupo 5- *“O Astrônomo”*.....175
Tabela 4.22: Grupo 6 - *“A leiteira”*.....176
Tabela 4.23 : Respostas atividade 4 – Unidade Outras Formas de Ver o Mundo.....183
Tabela 4.24: Versão Final das atividades da Unidade Corpos Elétricos.....188
Tabela 4.25: Grupo 1 - Experimentos de Lavoisier sobre a respiração.....190
Tabela 4.26: Grupo 2 - Experimentos de Galvani.....191
Tabela 4.27: Grupo 3 - Experimento de Mesmer.....192
Tabela 4.28: Grupo 4 - Aldini e experimentos para ressurreição.....192
Tabela 4.29: Grupo 5 - Experimento do menino voador - Stephen Gray.....193
Tabela 4.30: Grupo 6 - Beijo elétrico.....194
Tabela 4.31 : Respostas atividade 4 – Unidade Corpos Elétricos.....201

# LISTA DE ABREVIATURAS

AAE – Associação de Apoio à Escola

Cap-UFRJ - Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro

CEFET/RJ - Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca

CTSA – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente

HC – História da Ciência

HCC – História Cultural da Ciência

HFC – História e Filosofia da Ciência

HFSC – História, Filosofia e Sociologia da Ciência

LDB – Leis de Diretrizes e Bases

MEC- Ministério da Educação e Cultura

NCM – Nascimento da Ciência Moderna

NdC – Natureza da Ciência

NIEHCC – Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura

PCN- Parâmetros Curriculares Nacionais

PPCTE - Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação

SEEDUC – Secretaria Estadual de Educação

# SUMÁRIO

**Introdução.....16**
**1.Revisão Bibliográfica.....21**
1.1 Metodologia.....22
1.2 Análise e discussão dos resultados .....23
1.2.1 Em quais anos do segundo segmento do Ensino Fundamental as pesquisas foram realizadas?.....24
1.2.2 Qual foi a temporalidade das pesquisas?.....25
1.2.3 Quais foram os temas tratados nas abordagens? .....25
1.2.4 Locais da pesquisa.....27
1.2.5 Quais são as principais linhas de pesquisas presente nos artigos?.....30
1.2.6 Quais foram as principais metodologias de pesquisa utilizadas?.....32
1.2.7 Quais foram os principais instrumentos utilizados para a coleta de dados?...33
1.2.8 Quais foram as principais atividades desenvolvidas com os estudantes durante a pesquisa?.....35
1.2.9 Quais foram os objetivos/resultados encontrados nos artigos.....38
1.2.10 Considerações Finais.....38
**2.Fundamentação Teórico-Metodológica.....42**
2.1 Cultura Visual.....42
2.1.1 História Cultural da Ciência e Cultura Visual.....45
2.1.2 Produção De Imagens no NCM .....47
2.1.3 Possibilidade de discussão sobre as imagens.....51
2.1.3.1 Relações de poder, hierarquias, modos de vida: invisibilidades e apagamentos.....51
2.1.3.2 Construção de imagens do outro – estereótipos.....58
2.2 Identidade e o Corpo Humano.....60
2.3 Diálogos entre os aportes teóricos.....65
2.4.Abordagem Metodológica.....67
2.4.1 Pesquisa-ação Histórica .....68
2.4.2 Coleta de Dados .....70
**3.Contexto da Pesquisa.....72**
3.1 O ambiente da pesquisa.....72
3.1.1 Unidade Escolar.....72
3.1.2 As turmas.....73
3.1.3 O Currículo de Ciências do Oitavo Ano e Nono Ano .....74
3.1.4 A professora-pesquisadora.....75

3.2 Fase Exploratória.....76
3.2.1 A atividade 1 em questão.....77
3.2.2 Em questão, a atividade com desenhos.....81
3.2.3 Em busca de síntese.....85
**4.Apresentação da Pesquisa-Ação Histórica.....87**
4.1 Unidade Veias Abertas.....87
4.1.1 Aula 1 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 1 – Expectativas.....88
4.1.2 Aula 2 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 2 – Ideias sobre o estudo do corpo humano.....91
4.1.3 Síntese histórica.....94
4.1.4 Aula 3 e 4 (4 tempos de 50 minutos) - Atividade 3– Atividade com imagens106
4.1.5 Aula 5 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 4– Aula com slides – dia 1.....114
4.1.6. Aula 6 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 4– Aula com slides – dia 2.....117
4.1.7 Aula 7 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 4– Aula com slides – dia 3.....119
4.1.8 Aula 8 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 5– Atividade final em grupo.....121
4.1.9 Aula 9 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 6– Avaliação da Unidade.....125
4.2 Unidade Coisas Jamais Vistas.....127
4.2.1 Aula 1 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 1 – Expectativas.....129
4.2.2 Síntese Histórica.....130
4.2.3 Aulas 2 e 3 (4 tempos de 50 minutos) - Atividade 2 – Atividade com quadros.....138
4.2.4 Aula 3 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 3 – Aula com slides – Dia 1.....146
4.2.5 Aula 4 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 3 – Aula com slides – Dia 2.....148
4.2.6 Aula 5 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 3 – Aula com slides – Dia 3.....150
4.2.7 Aula 5 e 6 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 4 e 5 – Montagem da Câmara Escura e Produção de pigmentos.....151
4.2.8 Aula 7 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 6 – Atividade Final em Grupo..155
4.2.9 Unidade Coisas Jamais Vistas – Atividade 6– Avaliação da Unidade.....158
4.3 Unidade Outras Formas de Ver o Mundo.....160
4.3.1 Aula 1 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 1 – Aula sobre expectativas....161
4.3.2 Síntese Histórica.....162
4.3.3 Aula 2 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 2 – Aula com quadros.....169
4.3.4 Aula 3 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 3 – Aula com Slides – Dia 1....177
4.3.5 Aula 4 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 3 – Aula com Slides – Dia 2....180
4.3.6 Aula 5 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 4 – Atividade Final.....181
4.3.7 Unidade Outras Formas de Ver o Mundo – Atividade 5– Avaliação da Unidade.....187

4.4 Unidade Corpos Elétricos.....188
4.4.1 Aula 1 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 1 – Aula sobre expectativas....188
4.4.2 Aulas 2 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 2 – Atividade com imagens....189
4.4.3 Aula 3 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 3 – Aula com Slides – Dia 1...195
4.4.4. Aula 4 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 3 – Aula com Slides – Dia 2...198
4.4.5 Aula 5 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 4 – Atividade Final.....200
4.4.6 Unidade Corpos Elétricos – Atividade 5– Avaliação da Unidade.....205
**5. À Guisa de Conclusão: Uma Tentativa de Síntese.....207**
5.1 Como o trabalho científico é realizado.....207
5.2 Atores: Quem sofreu, quem se beneficiou com a ciência?.....208
5.3 Sustentações materiais à ciência ou Práticas Experimentais.....210
5.4 Questões não científicas/domésticas.....211

**Referências.....215**
**Apêndices.....228**

# Introdução

O texto que se inicia é resultado da pesquisa desenvolvida ao longo do doutorado. Antes de entrar no relato da pesquisa, como integrante de um grupo de pesquisa que considera importante conhecer de onde falam os autores com quem dialogamos, e entendendo que somos sujeitos que refletem e refratam a realidade em que vivemos, iniciarei o texto apresentando de onde eu falo.

Mulher, nascida e residente na Baixada Fluminense, “fruto” da escola e da universidade pública e professora da educação básica há mais de 10 anos, sempre entendi a minha sala de aula como um local de estranhamento, de desafio. Essa compreensão deriva tanto das demandas trazidas pelos estudantes como pelo fato da escola ser um local de debate e produção de conhecimento. Assim, na busca de ampliar minha formação e buscar subsídios para melhor enfrentar os estranhamentos e desafios, entrei no mestrado do Programa de Pós-graduação em Ciência, Tecnologia e Educação (PPCTE) do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (CEFET-RJ) em 2013, onde, ao longo das aulas, fui me identificando com a linha de pesquisa denominada História e Filosofia das Ciências.

No mestrado (AMARAL, 2015; AMARAL; GUERRA, 2017) desenvolvi uma pesquisa que buscava analisar quais questões a respeito do processo de construção da ciência seriam explicitados e problematizados por estudantes do Ensino Fundamental num estudo histórico-contextual sobre herança de características. Para tal, desenvolvemos atividades em que além da apresentação dos trabalhos de Gregor Mendel com as ervilhas *Pisum sativum*, discutiu-se a hipótese da pangênese elaborada por Charles Darwin, utilizando uma abordagem histórico-contextual baseada em três eixos: o artístico, o técnico e o científico (GUERRA; BRAGA; REIS, 2013). Um dos resultados da pesquisa indicou que os estudantes apresentaram bastante interesse nas questões contextuais apresentadas ao longo das aulas, como por exemplo o funcionamento das sociedades científicas e a questão da escravidão no Brasil (AMARAL, 2015; AMARAL; GUERRA, 2017).

No ano final do mestrado, participei da formação do NIEHCC (Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura), grupo de pesquisa que se reunia semanalmente, mas não possuía um nome que o identificasse. Depois da defesa da dissertação do mestrado, continuei participando das reuniões semanais do grupo de pesquisa e, em 2017, entrei para o doutorado. Como veremos ao longo do texto, esse processo foi essencial para a construção deste trabalho. Nosso grupo, formado por professores de diferentes disciplinas (Biologia, Física, Química, História),

busca uma educação científica que contribua para a formação de cidadãos capazes de agir criticamente em prol do bem-estar social em temas de interesse público. Dessa forma, nós do NIEHCC dialogamos com autores como Rudolph e Horibe (2016), que afirmam que o ensino de ciências deve se voltar tanto à promoção do entendimento como os cientistas e especialistas produzem significados a partir de evidências em suas pesquisas, quanto a ressaltar o papel do contexto social e institucional na construção das ciências, questões tão importantes em tempos como vivemos de negacionismos, movimentos anti-vacina e até o comportamento da população diante da atual pandemia de Covid-19.

No ano de 2015, iniciamos nas reuniões do NIEHCC, os estudos sobre a linha historiográfica da História Cultural da Ciência (HCC), que tem o foco no estudo das práticas científicas (PIMENTEL,2010). Através das leituras, discussões e pesquisas entendemos a HCC como um aporte importante para corroborar nossa defesa da importância das abordagens culturais no ensino de ciências para uma reflexão sobre a ciência, seus limites e possibilidades, uma vez que essa vertente historiográfica considera a ciência como cultura[1] (FERRERÓS, 2010; PIMENTEL, 2010).

Pesquisas desenvolvidos no NIEHCC (ÁVILA, 2017; JAGER, 2018; JARDIM, 2019) indicam que a HCC, ao promover o estudo de práticas científicas, possibilita a apresentação da ciência como uma construção humana, em tempo e espaço específicos. Com isso, esse aporte historiográfico potencializa discussões sobre a ciência que contextualizam a produção do conhecimento científico, e permitem compreender “o que tem sustentado a ciência social, cultural e materialmente; e quem se beneficiou e quem sofreu em sua formação” (NYHART, 2016, p.7, tradução nossa).

Além disso, aquelas investigações indicaram que a HCC pode promover o debate de questões relacionadas ao contexto dos alunos, a partir dos temas que surgem nas discussões em sala de aula sobre o episódio histórico trabalhado. Essa valorização dos contextos educacionais parece tornar a sala de aula um espaço no qual os estudantes refletem sobre o contexto sociocultural em que vivem e as repercussões da ciência nele (MOURA ; JAGER ; GUERRA, 2020).

Essas características da abordagem da HCC parecem auxiliar a superar problemas apontados em pesquisas que demonstram que estudantes possuem concepções estereotipadas da atividade científica, percebendo a ciência como uma atividade elitista, individualista e masculina (FARIA *et al.,* 2014; GURGEL;

[1] A cultura é entendida aqui como uma rede que orienta as ações e crenças das pessoas de uma comunidade e ao mesmo tempo é construída por essas mesmas pessoas. Dessa forma, a cultura não é apenas uma estrutura social, mas está relacionada a valores, significados e símbolos associados a uma sociedade (GEERTZ ,2008).

PIETROCOLA; WATANABE, 2014).

Cassiani (2020), por exemplo, afirma que, apesar de o ensino de ciências apresentar um discurso sobre a cidadania dos estudantes, os conteúdos nem sempre são ensinados de forma crítica. Os temas muitas vezes são apresentados de forma neutra, não dialogando com o contexto dos estudantes. Além disso, a construção do conhecimento científico muitas vezes aparece como resultado do trabalho de apenas uma pessoa, negligenciando e invisibilizando os diferentes atores sociais que participaram de sua produção. Este tipo de situação, colabora para as visões estereotipadas a respeito da ciência, citadas anteriormente, levando à incompatibilidade cultural (GURGEL; PIETROCOLA; WATANABE, 2014).

A incompatibilidade cultural entre o que é estudado na disciplina Ciências e a perspectiva dos estudantes pode ser exemplificada a partir do estudo do corpo humano no ensino de Ciências. O tema Corpo Humano tem um lugar consolidado nos currículos de Ciências e Biologia, permanecendo nas propostas curriculares para estas disciplinas em diferentes momentos ainda que com perspectivas e tratamentos diversos (FOUREAUX *et al.*, 2018; MORAES, GUZZETTI, 2016; QUEIROZ *et al*., 2012; RIBEIRO; SILVA, 2019; SILVA, 2005; VIANNAY; SELLES, 2016).

Embora seja um tema que desperte bastante o interesse nas aulas de ciências, pesquisas (MACEDO, 2005; REISS;TUNNICLIFFE,2001; TRIVELATO, 2005; VILELA; SELLES, 2015) apontam que os estudantes apresentam dificuldades em reconhecer o "corpo" estudado, como igual ao seu. Um dos motivos dessa falta de reconhecimento é a fragmentação com que o corpo é apresentado ao longo dos anos de aprendizado. Além disso, durante as aulas de ciências e nos livros didáticos, o corpo humano é representado fora dos espaços culturais que ocupa, ou reduzido a analogias com máquinas, resultando numa objetificação, que ignora a diversidade existente (MACEDO, 2005). Assim, os estudantes não reconhecem o conhecimento científico produzido e a eles apresentado como sendo feito para e sobre ele. De acordo com Carlone e Johnson (2007), isso acaba por levá-los a não se considerarem capazes de analisar e questionar o conhecimento cientifico que lhes é apresentado, por não o perceberem pertencente à sua cultura.

A respeito da incompatibilidade cultural entre o corpo humano estudado na escola e aquele reconhecido pelo estudante como seu, em minha prática docente, observo essas questões levantadas na literatura a respeito do ensino do corpo humano. Apesar de discutir a temática ao longo do ano letivo, percebo essa dificuldade de identificação dos estudantes, quando se referem ao próprio corpo e o corpo que está sendo estudado.

Entendendo a escola como um dos espaços em que a identidade dos

estudantes se constrói (LOURO,2014), mas também um local no qual diferenças e concepções construídas socialmente podem ser problematizadas, buscamos com essa pesquisa construir subsídios para pavimentar caminhos capazes de trazer para a sala de aula discussões sobre como o conhecimento a respeito do corpo humano (que estudamos na escola) foi construído. Nossa hipótese era que abordagem histórica à luz HCC potencializa entendimentos sobre como o modelo de corpo humano, recorrentemente apresentado nas aulas de ciências, foi desenvolvido a partir de apagamentos e visibilizações produzidos no processo de construção da ciência.

A partir do que foi exposto, apresentamos esta tese que foi desenvolvida buscando responder à seguinte pergunta: "*quais elementos em relação ao processo de construção da ciência e suas práticas são elencados por estudantes do Ensino Fundamental a partir do estudo histórico do corpo humano, baseado no aporte historiográfico da História Cultural da Ciência*?".

Para tal, essa pesquisa de doutorado tem por objetivo geral analisar quais elementos em relação à ciência e suas práticas são elencados por estudantes, em aulas de ciências, partir do estudo histórico corpo humano à luz da HCC que permitem problematizar questões relacionadas à incompatibilidade cultural entre a ciência e os estudantes.

Para responder a essa questão, a pesquisa possui uma parte teórica e uma parte empírica que se interconectam ao longo de todo o processo. A parte empírica foi desenvolvida em aulas de ciências numa escola da rede pública do Rio de Janeiro. O mesmo grupo de estudantes foi acompanhado ao longo de dois anos letivos consecutivos por uma mesma professora de ciências. A escolha pelos dois anos consecutivos ocorreu porque entendemos que com um maior tempo de interação com os estudantes poderíamos ampliar possibilidades de respostas à pergunta de pesquisa. É importante ressaltar que as partes teórica e empírica estavam em diálogo e construção constantes ao longo da pesquisa.

Dentro da temática corpo humano, vários contextos históricos poderiam ser considerados. Com vistas a melhor delimitar a pesquisa, elegemos por recorte histórico o estudo do corpo humano ao longo do período denominado Nascimento da Ciência Moderna (NCM), séculos XVI e XVII. Escolhemos este período, porque consideramos que, para aprofundar as discussões históricas, seria importante delimitar ao longo dos dois anos consecutivos um mesmo período histórico. O aporte historiográfico da HCC (como será explicado no capítulo 2) e o conhecimento prévio dos estudantes no contexto da sala de aula (que será delineado no capítulo 3) nos levou a desenvolver o estudo histórico do episódio histórico focando na cultura visual. Dessa forma, a análise prévia do currículo mandatório do oitavo e nono ano da escola,

em que a pesquisa ocorreu, nos encaminhou a delimitar os séculos XVI e XVII como recortes temporais prioritários.

Para subsidiar respostas ao objetivo geral, elencamos três objetivos específicos:

- Realizar uma pesquisa bibliográfica em fontes históricas primárias e secundárias à luz da HCC, a fim de analisar as práticas cientificas e a cultura visual envolvidas no estudo do corpo humano, no período conhecido como NCM, bem como os atores sociais, visibilizados ou não pelos documentos oficiais da ciência, que desse estudo participaram;

- Desenvolver uma pesquisa empírica, com base numa adaptação da pesquisa-ação, em aulas de Ciências com um grupo de estudantes do Ensino Fundamental, ao longo de dois anos (8º e 9º ano), com vistas a discutir, a partir do aporte historiográfico da HCC, de quem eram os corpos estudados, quem eram os atores sociais reconhecidos como capazes de realizar tais estudos, quem eram os atores sociais que participaram da construção desse conhecimento na condição de invisibilidade.

- Analisar quais questões relacionadas à identidade cultural e à ciência são problematizadas pelos alunos, ao longo dos dois anos letivos de acompanhamento da pesquisa.

Para apresentar o desenvolvimento e o resultado da pesquisa, esta tese está dividida em cinco capítulos. O capítulo 1 apresenta os resultados da revisão bibliográfica sobre pesquisas no campo da educação em ciências, realizadas em turmas do segundo segmento do Ensino Fundamental (6° ao 9° ano).

O capítulo 2 refere-se à fundamentação teórico-metodológica, na qual apresentaremos os referenciais que suportam este trabalho, a Cultura Visual e Identidade Cultural, bem como os aspectos da adaptação da pesquisa-ação, que denominamos pesquisa-ação histórica. Apresentamos, também, os procedimentos metodológicos considerados ao longo do desenvolvimento da parte empírica da pesquisa.

O capítulo 3 descreve o contexto da pesquisa, apresentando o ambiente escolar, as turmas, o currículo de Ciências, a professora-pesquisadora e o desenvolvimento e resultados da fase exploratória da pesquisa.

O capítulo 4 apresenta o desenvolvimento da parte empírica da pesquisa, apresentando uma síntese da interação professora-pesquisadora e estudantes quando do estudo do corpo humano. Este capítulo será dividido em 4 momentos, chamados de unidades.

O capítulo 5 traz uma síntese da discussão dos resultados e, finalmente, os comentários finais, buscando responder aos objetivos propostos pela pesquisa.

# 1. Revisão Bibliográfica

O presente capítulo tem por objetivo, como destacado na introdução dessa tese, apresentar os resultados da primeira etapa da pesquisa, que constitui uma pesquisa bibliográfica, cujo intuito foi analisar que questões a respeito da abordagem histórica no segundo segmento do Ensino Fundamental (6º ao 9º ano) são apontadas pela pesquisa nacional. Dessa forma, foi realizado, inicialmente, um levantamento bibliográfico, a partir de palavras-chaves (HFC, HFSC, história da ciência, ensino fundamental, ensino fundamental II, segundo segmento do ensino fundamental, ensino de ciências), títulos e resumos, em periódicos nacionais. Realizamos uma busca num período de publicação de 2008-2019 e encontramos apenas um trabalho, entre todas as revistas analisadas (Tabela 1.1), que discutia a abordagem histórica para o ensino de ciências nesse segmento de ensino.

A partir deste resultado, com vistas a manter o objetivo inicial desta revisão que é a construção de subsídios para a pesquisa da área de História, Filosofia e Sociologia da Ciência (HFSC) em ensino no que diz respeito ao segundo segmento do Ensino Fundamental, consideramos importante ampliar a pesquisa bibliográfica, de forma a investigar não apenas os trabalhos com a abordagem histórica, mas a produção recente da área de educação científica para este segmento do ensino. Considerando nosso objetivo principal da pesquisa maior, realizamos um recorte no que se refere a pesquisas empíricas desenvolvidas em aulas de Ciências do 6º ao 9º ano do Ensino Fundamental.

Dessa forma, mantivemos os periódicos selecionados e a temporalidade marcada, buscando conhecer os principais temas trabalhados, as diferentes abordagens, atividades e metodologias adotadas em sala de aula, os diferentes referenciais teóricos e metodológicos que guiaram essas pesquisas, discutindo, então, os resultados apresentados nos artigos analisados. Entendemos que com a análise dessa pesquisa bibliográfica podemos construir subsídios, não apenas para compreender o estado da arte da área, como também para orientar nossa pesquisa maior, no sentido de podermos encontrar nesta revisão as metodologias e referenciais teóricos que ao longo dos anos orientaram o trabalho da área de educação em Ciências e com isso compreender que elementos da abordagem histórica podem ou não ser agregados à pesquisa até então desenvolvida em torno da educação científica no segundo segmento do Ensino Fundamental.

## 1.1 Metodologia

Com o intuito de cumprir os objetivos da pesquisa, realizamos uma pesquisa bibliográfica em periódicos nacionais da área de ensino (área 46 da CAPES), que tivessem em sua trajetória relação direta com a educação científica. Para a escolha dos periódicos, nos baseamos no padrão Qualis da CAPES do quadriênio 2013-2016, disponível no portal periódico CAPES no Brasil[2], tendo em vista a qualidade de suas publicações e contribuição para a área de ensino de ciências.

Foram selecionados periódicos nacionais dos estratos A1 e A2, pela importância atribuída a esses estratos pela comunidade científica. Por este critério, as revistas selecionadas foram as seguintes: *Revista Ciência & Educação* (A1) *Revista Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências* (A1), *Revista Alexandria* (A2), *Revista Educação, Saúde e Ambiente* (A2), *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia* (RBECT) (A2), *Revista Investigação em Ensino de Ciências* (IENCI) (A2), *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências* (RBPEC) (A2). As revistas voltadas a uma específica área das ciências como a Revista Brasileira de Ensino de Física, Química Nova na Escola entre outras foram descartadas. Outro ponto a ser destacado é que algumas revistas de ensino do Qualis A2 iniciaram suas publicações após o ano de 2008 e, por suas publicações não contemplarem todos os anos do recorte temporal da pesquisa desenvolvida, esses periódicos não foram selecionados.

Como já destacado, o período escolhido para a busca dos artigos foi de 2008-2019, com vistas a um retrato mais atualizado da área. Este período de doze anos se justifica a partir da metodologia de análise dos artigos, que será descrita mais à frente, que conteve a leitura na íntegra dos artigos selecionados. Os artigos das revistas citadas foram selecionados em diversas etapas, a exemplo de um funil, uma abordagem comum em pesquisas qualitativas desse tipo (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Em um primeiro momento, buscamos através das palavras-chaves (no singular e plural) ¨ensino fundamental¨, ¨ensino de ciências¨, ¨pesquisa em ensino de ciências¨, ¨segundo segmento¨ em todos os campos da parte pré-textual dos artigos (o título, o resumo e as palavras-chave). Não colocamos História da Ciência e seus derivativos, pois a pesquisa inicial já havia apontado apenas um artigo, que foi incluído a essa pesquisa pelo descritor ensino fundamental. Nesta primeira etapa, após a leitura dos resumos dos artigos selecionados, descartamos aqueles que, embora contivessem alguma das palavras-chave mencionadas, não tratavam de pesquisas relacionadas diretamente a trabalhos desenvolvidos em sala de aula.

Após a seleção dos artigos, fizemos a leitura integral dos mesmos, buscando

[2] Disponível em < https://sucupira.capes.gov.br/sucupira/public/index.xhtml> . Acessado em 20/01/2018.

analisar as categorias que foram elaboradas segundo os critérios apontados por Bogdan e Biklen (1994). De acordo com os autores, “à medida que vai lendo os dados, repetem-se ou destacam-se certas palavras, frase, padrões de comportamento, formas de os sujeitos pensarem e acontecimentos” Além disso, os autores afirmam que algumas das categorias podem surgir à medida que os dados são recolhidos (BOGDAN; BIKLEN, 1994). A seguir apresentamos as categorias de análise:

- *Em quais anos do segundo segmento do Ensino Fundamental as pesquisas foram realizadas?*
- *Qual foi a temporalidade das pesquisas?*
- *Quais foram os temas tratados nas abordagens?*
- *Quais instituições realizaram as pesquisas? Em quais locais as pesquisas foram realizadas?*
- *Quais foram as linhas de pesquisa presentes nos artigos?*
- *Quais foram as metodologias de pesquisa utilizadas?*
- *Quais foram os instrumentos utilizados para a coleta de dados?*
- *Quais foram as atividades desenvolvidas em sala de aula durante a pesquisa?*
- *Quais eram os objetivos das pesquisas realizadas? Quais foram os resultados obtidos nas pesquisas realizadas?*

## 1.2 Análise e discussão dos resultados

Ao final da primeira etapa da busca, encontramos um total de noventa e nove (99) artigos. Após a leitura completa dos mesmos, foram descartados 29 artigos que não tratavam de pesquisas relacionadas diretamente a trabalhos desenvolvidos em sala de aula, ou tratavam de pesquisas que não foram realizadas no Brasil. Foram selecionados então, 70 artigos, que serão analisados ao longo deste trabalho (Tabela 1.1).

**Tabela 1.1** – **Revistas e artigos analisados (2008 - 2019)**

| Classificação | Periódico | Número de artigos analisados |
|---|---|---|
| A1 | Ciência & Educação | 14 |
| | Ensaio | 3 |
| A2 | Alexandria | 5 |
| | Educação, Saúde e Ambiente | 25 |
| | IENCI | 4 |
| | RBECT | 13 |

| | | |
|---|---|---|
| | RBPEC | 6 |
| **Total de artigos analisados** | | **70** |

Passamos a apresentar a análise das categorias já descritas anteriormente.

### 1.2.1 Em quais anos do segundo segmento do Ensino Fundamental as pesquisas foram realizadas?

Em relação aos anos do segundo segmento em que foram aplicadas pesquisas, temos um resultado plural que abrange todos os anos deste segmento, como podemos observar no gráfico abaixo :

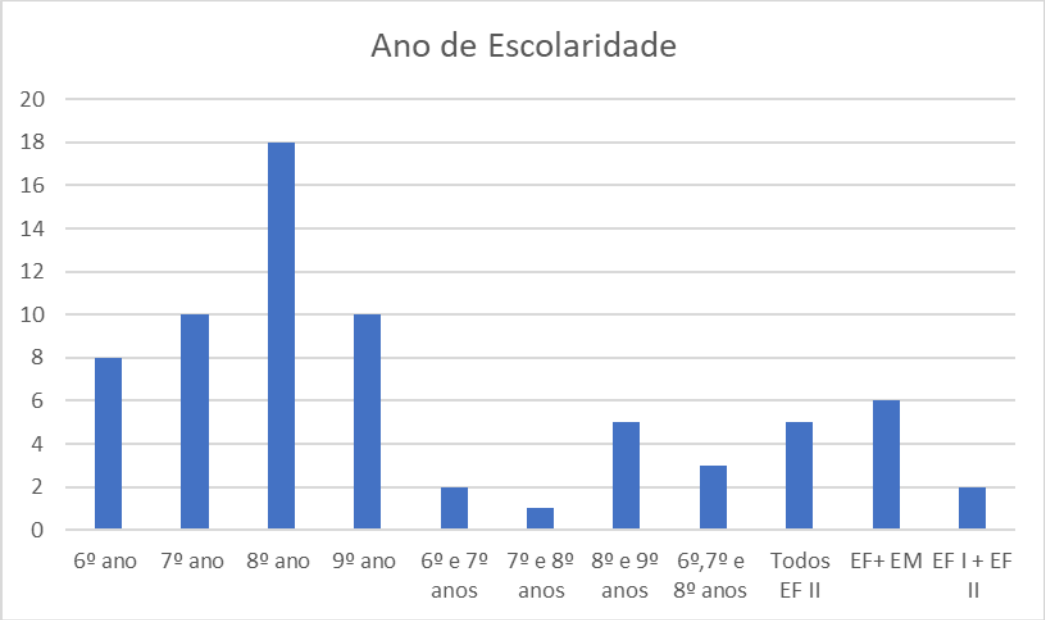



**Figura 1.1 – Anos de escolaridade analisados**

O 8º ano foi o ano de escolaridade em que mais pesquisas foram realizadas, com 18 trabalhos, seguido do 7° e do 9° ano, com 10 pesquisas realizadas em cada um desses anos de escolaridade e o 6º ano com 8 pesquisas desenvolvidas. Também encontramos pesquisas realizadas em duas ou mais turmas do segundo segmento de forma concomitante (2 trabalhos com turmas de 6º e 7º ano, 1 pesquisa desenvolvida em turmas de 7º e 8º ano, 5 trabalhos realizam atividades com turmas de 8º e 9º anos e 3 trabalhos com turmas de 6º, 7º e 8º ano).

As pesquisas realizadas em todas as turmas do segundo segmento de forma concomitante (no mesmo ano) foram relatadas em 5 artigos. Além disso, pesquisas no segundo segmento do Ensino Fundamental (nosso objeto de pesquisa) foram realizadas de forma concomitante com turmas de outros segmentos como o primeiro

segmento do ensino fundamental (1º ao 5º ano, sinalizados como EFI+EFII no gráfico) e com turmas de Ensino Médio (sinalizados com a legenda EF+EM no gráfico) com 2 e 6 trabalhos respectivamente.

### 1.2.2 Qual foi a temporalidade das pesquisas?

Buscamos também analisar a temporalidade das pesquisas presentes nos artigos. Observamos o período em que as atividades de pesquisa foram realizadas com os estudantes. As atividades realizadas em apenas 1 aula (1 dia de atividade) corresponderam a 12 trabalhos analisados. A maioria das pesquisas acompanhou os estudantes por mais tempo, realizando atividades ao longo de um número maior de aulas, durando semanas (36 trabalhos), seguindo de trabalhos que o acompanhamento se deu por alguns meses (18) e apenas 3 pesquisas acompanharam o ano letivo por completo. E em um artigo, a temporalidade do acompanhamento não foi informado.

Um fato interessante que observamos através da leitura dos artigos, é que, apesar de 7 trabalhos realizarem as pesquisas em turmas sequenciais (7° e 8º ano; 8º e 9º ano), encontramos apenas 1 trabalho em que a pesquisa foi realizada de modo consecutivo, ou seja, desenvolvida em uma turma de 6 º ano em um período letivo, com acompanhamento desta turma no ano de escolaridade seguinte (7º ano), por exemplo. Em outro artigo analisado, o pesquisador realiza a pesquisa ao longo de 3 anos consecutivos, mas em turmas diferentes, a fim de aprimorar a metodologia de ensino proposta por ele.

Dessa forma, podemos inferir que os resultados apresentados indicam que as pesquisas desenvolvidas foram pontuais em termos de temporalidade. Neste sentido, defendemos ser importante uma temporalidade maior de atividades de pesquisa, para que seja possível, discutir efeitos de longo prazo em ações implementadas ou analisar discursos e comportamentos dos estudantes a longo prazo das intervenções.

### 1.2.3 Quais foram os temas tratados nas abordagens?

Os temas abordados são diversos e multidisciplinares, como podemos observar na figura 1.2. É importante ressaltar que, como apresentado no tópico anterior, alguns estudos foram realizados de modo concomitante em diferentes anos de escolaridade e, por isso, apresentaram temas diversos, aumentando assim, o número de temas trabalhados, em comparação ao número de artigos analisados.

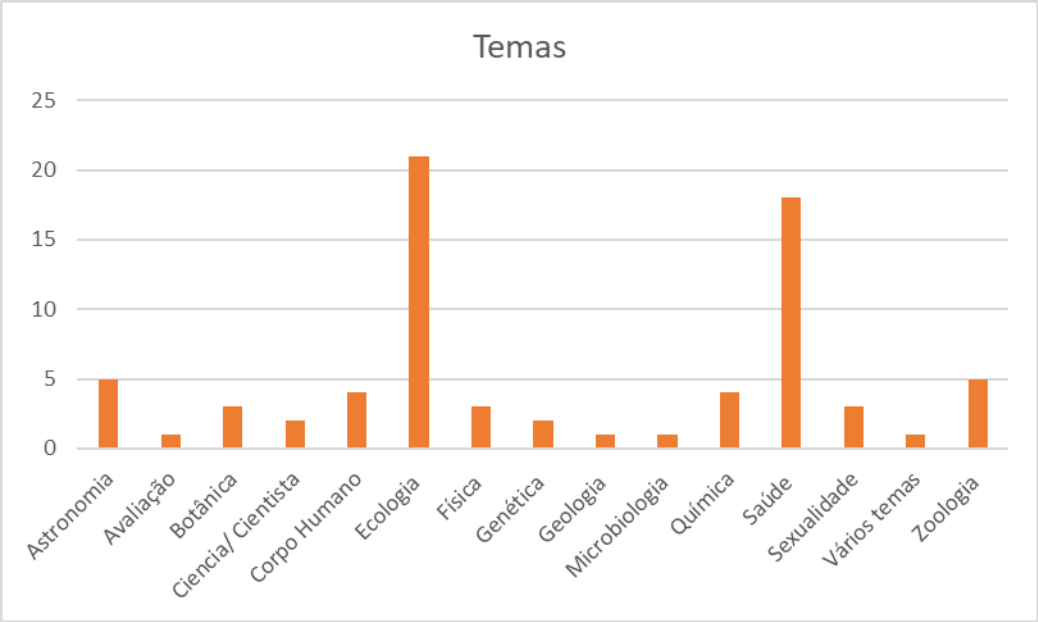



**Figura 1.2-Temas abordados nos artigos analisados**

Os temas relacionados à Ecologia apareceram em maior quantidade (21 estudos), dando destaque para os trabalhos com ecossistemas locais, como manguezais, rios e realização de trilhas. Os temas relacionados à saúde foram abordados em 18 trabalhos, tendo como foco as doenças causadas por parasitas, hábitos alimentares e uso de drogas psicotrópicas. Os temas relacionados à zoologia, tratando de diferentes grupos animais como os artrópodes, serpentes e peixes e à Astronomia foram abordados em 5 trabalhos. Já o estudo do corpo humano foi abordado em 4 trabalhos.

As disciplinas Física e Química estão representadas através dos temas óptica e energia-constituição da matéria, em 3 e 4 trabalhos respectivamente. Temas relacionados à botânica e sexualidade aparecem em apenas 3 trabalhos. Também encontramos, em apenas 2 trabalhos, estudos sobre genética e a concepção de ciência e visão sobre cientistas manifestadas pelos estudantes. Outros temas como a Geologia, microbiologia, avaliação foram abordados em 1 trabalho cada. Uma pesquisa trabalhou com vários temas ao mesmo tempo.

Quando analisamos a justificativa para a escolha do tema a ser desenvolvido durante as aulas, encontramos 57 artigos que justificaram a opção pelo tema pelos seguintes motivos: eram temas relacionados à saúde (11) ou às doenças (5), devido à importância ambiental do tema (12) ou por se tratar de um tema (doença, fauna, flora) relacionado à região onde a pesquisa foi realizada (4) ou ao contexto social e ambiental dos estudantes (3), ou a atitude negativa dos estudantes em relação ao tema estudado (1) ou temas relacionados à história (1) ou considerados importantes

(2) . Além disso, outros artigos justificaram a escolha por questões relacionadas a aprendizagem, como por exemplo: interesse dos alunos (2), cotidiano dos alunos (2), tema considerado importante para o ensino (2), que os alunos apresentam dificuldade de aprendizagem (4), facilitador de aprendizagem (1), temas atuais (2) ou polêmicos (1). A escolha dos demais temas foi realizada a partir da importância dos mesmos na conscientização dos estudantes (1), na formação de alunos críticos (1), ou por possuir pouca literatura a respeito do mesmo (2).

Embora o conteúdo da disciplina Ciências seja bem geral e diversificado, observamos uma quantidade maior de trabalhos utilizando temáticas da Ecologia. sendo um tema que dialogue com diferentes áreas do ensino de Ciências, é importante sinalizar o pequeno número de trabalhos que tratem de temas sobre as ciências, como questões sobre como o conhecimento científico é produzido. Apesar de alguns trabalhos tratarem de temas relacionados a temáticas locais, como ecossistemas, doenças típicas da região, observamos a ausência de estudos que apresentem discussões sobre gênero, questões raciais e saberes locais, sinalizando a importância de trazer essa discussão da diversidade da produção de conhecimento científico para a sala de aula.

### 1.2.4 Locais da pesquisa

Buscamos analisar as instituições que realizaram as pesquisas, sua distribuição geográfica e os locais onde as pesquisas foram realizadas, observando os tipos de escolas onde as atividades foram desenvolvidas. Os resultados podem ser vistos abaixo:

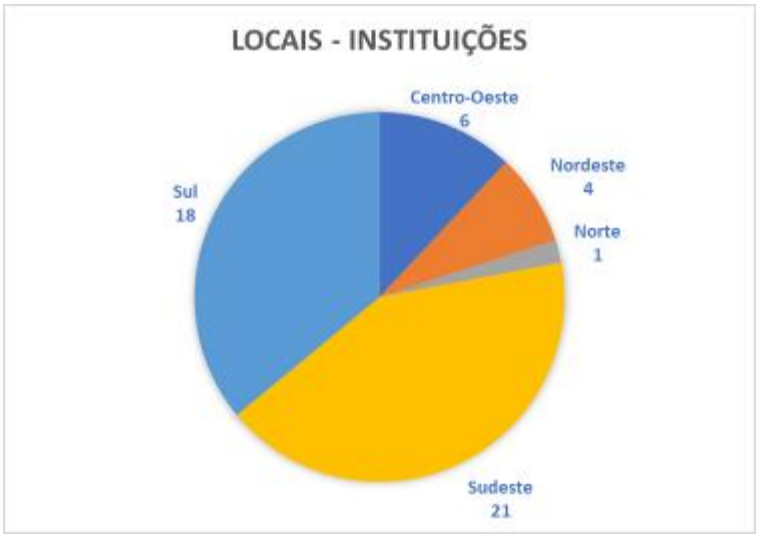



**Figura 1.3-Localização geográfica das instituições**

**Tabela 1.2 – Instituições**

| **Instituições** | |
|---|---|
| **Região Centro – Oeste**<br>IFMT<br>UEMS<br>UFG<br>UFGO<br>UnB<br>UNICENTRO | **Região Nordeste**<br>IFECTBA<br>UFPB<br>UFPE<br>UFRN |
| **Região Norte**<br>UFPA | **Região Sul**<br>IF Farroupilha<br>IFRS (Canoas)<br>IFSC<br>PUCRS<br>UE Maringá<br>UEL<br>UF Pampa<br>UFRGS<br>UFSC<br>UFSM<br>ULBRA<br>Universidade de Passo Fundo<br>Universidade Federal da Fronteira Sul<br>Universidade Luterana (RS)<br>UNOESTE (Paraná)<br>UNOPAR<br>UTFPR |
| **Região Sudeste**<br>Casa da Ciência – Ribeirão Preto<br>CEFET- Paraíba do Sul<br>CEFET-RJ<br>FIOCRUZ<br>IFES<br>IFNMG<br>IFRJ<br>Instituto Superior de Educação<br>NUTES-UFRJ<br>UEMG<br>Uerj<br>Uerj-FFP<br>UFES<br>UFF<br>UFMG<br>UFRJ<br>UFSCar<br>UFU<br>UNESP<br>UNIMESP<br>USP | |

Quanto à distribuição geográfica, encontramos uma grande concentração de

trabalhos realizados por instituições localizadas nas regiões Sudeste e Sul. Das 50 instituições presentes nos artigos analisados, 21 se localizam na região sudeste (42%) e 18 na região Sul (36%). Em seguida temos as regiões Centro-Oeste e Nordeste com 6 e 4 instituições respectivamente e a região Norte com apenas 1 instituição. Como podemos observar, há uma grande discrepância no número de instituições e trabalhos realizados nas regiões brasileiras.

Essa centralização da produção acadêmica no eixo Sul-Sudeste foi apontada por Teixeira e Megid Neto (2017) quando realizaram um levantamento de dissertações e teses sobre o Ensino de Biologia. De acordo com os autores, esta situação reflete a desigualdade na distribuição do conjunto de programas de pós-graduação nas diferentes áreas.

Entendemos que é importante que um aumento nas pesquisas neste segmento seja desenvolvido por mais instituições fora do eixo Sudeste-Sul para que possamos ter mais dados sobre as diversas realidades educacionais em diferentes regiões do país. Além disso, o aumento na diversidade de dados sobre o ensino de ciências no país pode colaborar para o entendimento e proposições de soluções de problemas a níveis mais locais, uma vez que a generalização não alcança as especificidades regionais.

Encontramos pesquisas desenvolvidas em 50 diferentes instituições, sendo a maioria predominante instituições públicas, entre universidades estaduais, federais, institutos federais e demais instituições como a FIOCRUZ e Casa da Ciência. Apenas quatro instituições privadas (UNOPAR, PUCRS, UNOESTE e ULBRA) são encontradas realizando pesquisas. A partir dos dados encontrados podemos constatar que as instituições públicas constituem os principais locais de pesquisa e produção de conhecimento na área de Ensino de Ciências no segundo segmento do ensino fundamental. É importante salientar a importância de investimento público nas instituições públicas para que pesquisas possam continuar se desenvolvendo nestas instituições.

Em relação às escolas onde as pesquisas foram realizadas, novamente vemos a maioria das atividades sendo desenvolvidas em instituições públicas. É importante destacar que algumas pesquisas foram desenvolvidas em mais de uma escola, o que colaborou para o número maior de escolas, do que de trabalhos analisados.

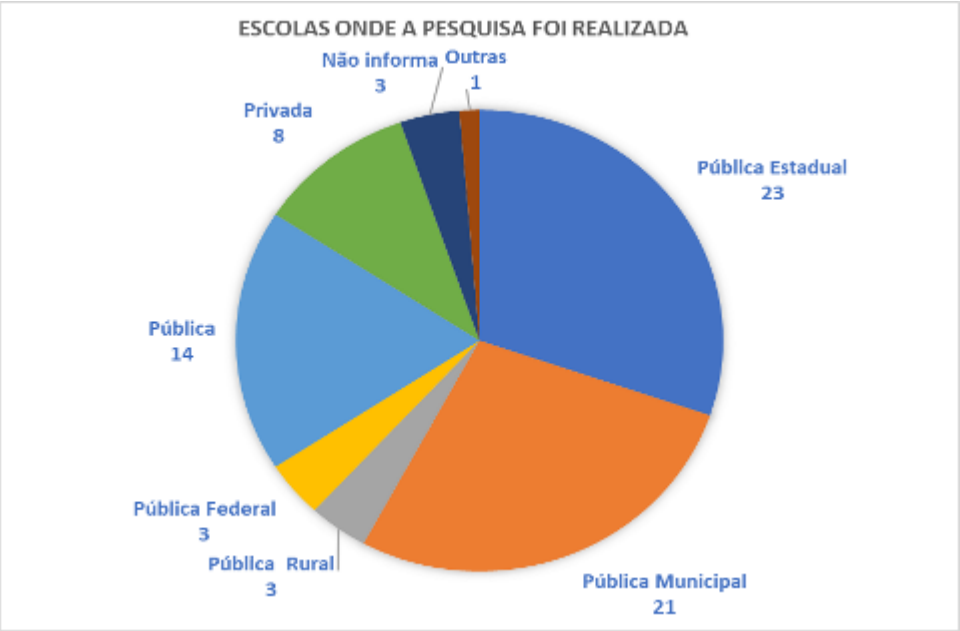



**Figura 1.4- Escolas onde a pesquisa foi realizada**

Como podemos ver no gráfico acima, 64 das 76 escolas onde as atividades se desenvolveram eram públicas, sendo a maioria da rede estadual de ensino, seguida da rede municipal. Algumas escolas (14) foram mencionadas como públicas, mas não foi explicitado em qual esfera se encaixavam. Apenas 8 escolas privadas participaram das pesquisas analisadas. A realização de pesquisas no ambiente escolar é de suma importância, uma vez que pode colaborar para aumentar o diálogo entre as instituições de pesquisa e a sociedade. Considerando que a maior parte da população brasileira tem acesso à educação através da escola pública, é importante não apenas pesquisar os principais desafios que a educação em ciências enfrenta, mas também, assim como nas universidades públicas, defender o investimento na educação pública.

### 1.2.5 Quais são as principais linhas de pesquisas presente nos artigos?

Neste tópico buscamos compreender a diversidade de linhas de pesquisas presentes nos artigos analisados. A educação ambiental foi a mais frequente, aparecendo em 15 trabalhos, tendo como principais referenciais Loureiro (2004), Leff (2002) e Layrargeus (2011), que tratam da Educação Ambiental Crítica. A aprendizagem significativa foi a segunda linha de pesquisa mais frequente, presente em 14 artigos, tendo Ausubel (1980, 2003) e Moreira (1999) como principais referências citadas. Os trabalhos que seguem a linha de CTS e Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) somam 10 trabalhos, tendo autores como Aikenhead (1994,2006), Auler (2007), Cachapuz *et al*. (2005) entre os mais citados, muitos deles em conjunto com os referenciais de aprendizagem significativa e educação ambiental

já citados.

A área de educação em saúde aparece em 9 artigos, seguida da área de ensino por investigação, presente em 8 trabalhos analisados. A natureza da Ciência (NdC) aparece em 4 trabalhos, tendo como principais referências Matthews (2009), Allchin (2011) e McCommas (2008), bem como a linha de formação de conceitos. Representadas em 3 artigos cada, temos as linhas de Divulgação cientifica e educação inclusiva. Linhas como Educação em museus, Educação Sexual, TICS, Alfabetização Cientifica e Jogos aparecem em 2 trabalhos cada. As linhas que menos aparecem nos artigos analisados são História da Ciência, Praticas Epistêmicas, Modelos didáticos, cada uma em apenas 1 trabalho.

Podemos perceber que nossos dados revelam uma diversificação das linhas de investigação no segundo segmento do ensino fundamental dentro do nosso recorte temporal. Esses dados dialogam com Teixeira e Neto (2017), quando os autores afirmam que áreas como Educação Ambiental, CTS, Educação em Saúde (chamadas de emergentes pelos autores), estavam ganhando destaque progressivo nas pesquisas realizadas. A diversidade dessas linhas de investigação, algumas mais antigas, outras mais recentes, é reflexo do movimento da área de Educação em Ciências, que vem expandindo seus objetos de interesse e pesquisa.

### 1.2.6 Quais foram as principais metodologias de pesquisa utilizadas?

De acordo com Santos e Greca (2013), a metodologia é compreendida como um conjunto flexível de diretrizes que vinculam os paradigmas teóricos às estratégias de investigação e aos métodos para a coleta e análise de materiais empíricos. Ainda segundo as autoras, por ser composta por premissas epistemológicas, metateóricas, ontológicas e metodológicas, a metodologia não se limita a um simples conjunto de métodos ou procedimentos.

No que diz respeito à abordagem metodológica, as pesquisas foram consideradas como quantitativa, qualitativa ou quali-quantitativa. Passando a análise das metodologias utilizadas nos artigos pesquisados, a maioria das abordagens se aproximou do tipo qualitativa (BOGDAN; BIKLEN, 1994). Como podemos observar no gráfico abaixo:

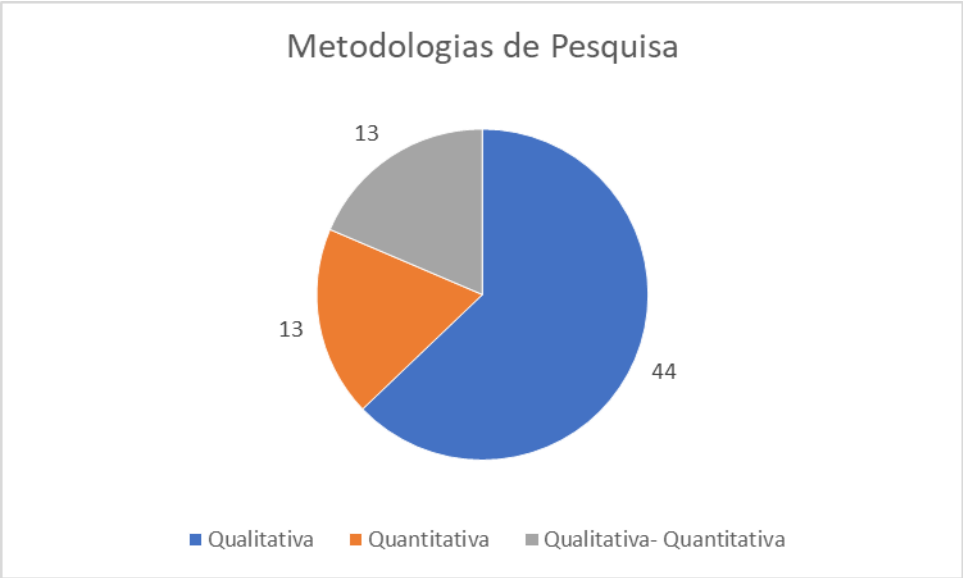



**Figura 1.5-Metodologias de pesquisa**

Dos 70 artigos analisados, 44 declararam utilizar metodologias qualitativas, enquanto 13 utilizaram metodologias quantitativas e 13 artigos utilizaram ambas as metodologias, como discutiremos mais adiante. Estes dados dialogam com Santos e Greca (2013), quando os autores afirmam que os artigos empíricos são, em geral, pesquisas que se enquadram dentro do amplo leque de metodologias qualitativas.

De acordo com Ludke e André (2013), a adoção maior da pesquisa qualitativa em educação deve-se a complexidade e dinâmica dos fenômenos envolvidos em uma sala de aula. Além disso, as características deste tipo de metodologia, como a obtenção de dados descritivos, o contato direto do pesquisador com a situação, a ênfase maior no processo e não no produto e o fato de retratar a perspectiva dos participantes, são características que colaboram para a sua escolha na maioria dos trabalhos analisados.

A maioria dos trabalhos analisados utilizou a metodologia de análise de conteúdo (10), cuja principal referência para a análise de resultados foi Bardin (2009). As metodologias qualitativas informadas como interpretativas (ERICKSON,1986) e descritivas foram utilizadas em 3 trabalhos cada uma. Ainda dentro deste grupo, a categoria de estudos de caso e a pesquisa-ação e observação participante foram utilizadas em 5 estudos cada uma. Na primeira categoria, os referenciais usados foram Ludke e André (2013) e na segunda, Thiollent (2011). A perspectiva bakhtiniana (BAKHTIN, 1999) para a análise de discurso e ATD (MORAES, 2003) foram consideradas em 2 pesquisas. A etnografia (PEIRANO, 1995) foi a metodologia usada em 2 trabalhos analisados. Encontramos 6 trabalhos cujas metodologias qualitativas aparecem apenas uma vez, como pesquisa participante, abordagem comunicativa,

cartografia, indutiva, análise micro genética, gramática funcional ou apenas se declarava qualitativa. A junção de descritiva, interpretativa apareceu em um trabalho apenas. A categorização ocorreu em 5 trabalhos.

As metodologias quantitativas apareceram em 13 trabalhos analisados, dos quais 5 artigos não explicitam o tipo de abordagem seguida. Nos demais artigos, os testes estatísticos, o cálculo de frequências e de porcentagens aparecem como principais estratégias de análise de dados e a metodologia quase-experimental (CAMPBELL; STANLEY,1963) foi utilizada em 1 trabalho apenas.

Um fato importante a observar, é que encontramos 13 trabalhos que utilizaram metodologias qualitativas e quantitativas ao mesmo tempo. Flick (2009) afirma que, nos últimos anos, vários pesquisadores têm buscado enfatizar em suas pesquisas as relações entre a pesquisa quantitativa e a qualitativa, o que, de acordo com o autor, ajudaria a fornecer um quadro mais geral da questão em estudo.

Na análise deste grupo de artigos, encontramos a análise de conteúdo conjugada a estatística descritiva ou ao cálculo de frequências em 3 trabalhos. A análise de dados através da frequência de um determinado padrão de respostas aparece associado a categorização de respostas dadas pelos alunos em 5 trabalhos e em um trabalho, a análise interpretativa foi combinada com um estudo quasi-experimental. Os demais trabalhos não explicitaram esse tipo de abordagem, apenas afirmaram se tratar de uma metodologia quali-quantitativa.

Um desafio que enfrentamos na análise deste item foi o fato, já sinalizado por Santos e Greca (2013), de que muitos trabalhos não explicitam a metodologia empregada, apenas afirmam utilizar a abordagem qualitativa ou quantitativa, mas não definem o tipo de metodologia, dentro desses espectros, que serviu para guiar a pesquisa.

Podemos observar que as vertentes das metodologias qualitativas se sobrepõem às vertentes quantitativas. A análise das metodologias empregadas revela uma diversidade de opções realizadas pelos autores para a condução da pesquisa e análise dos dados.

### 1.2.7 Quais foram os principais instrumentos utilizados para a coleta de dados?

Observamos a existência de uma grande variedade de instrumentos de coleta de dados, utilizadas de forma individual ou em conjunto pelos pesquisadores, como podemos observar no gráfico abaixo:

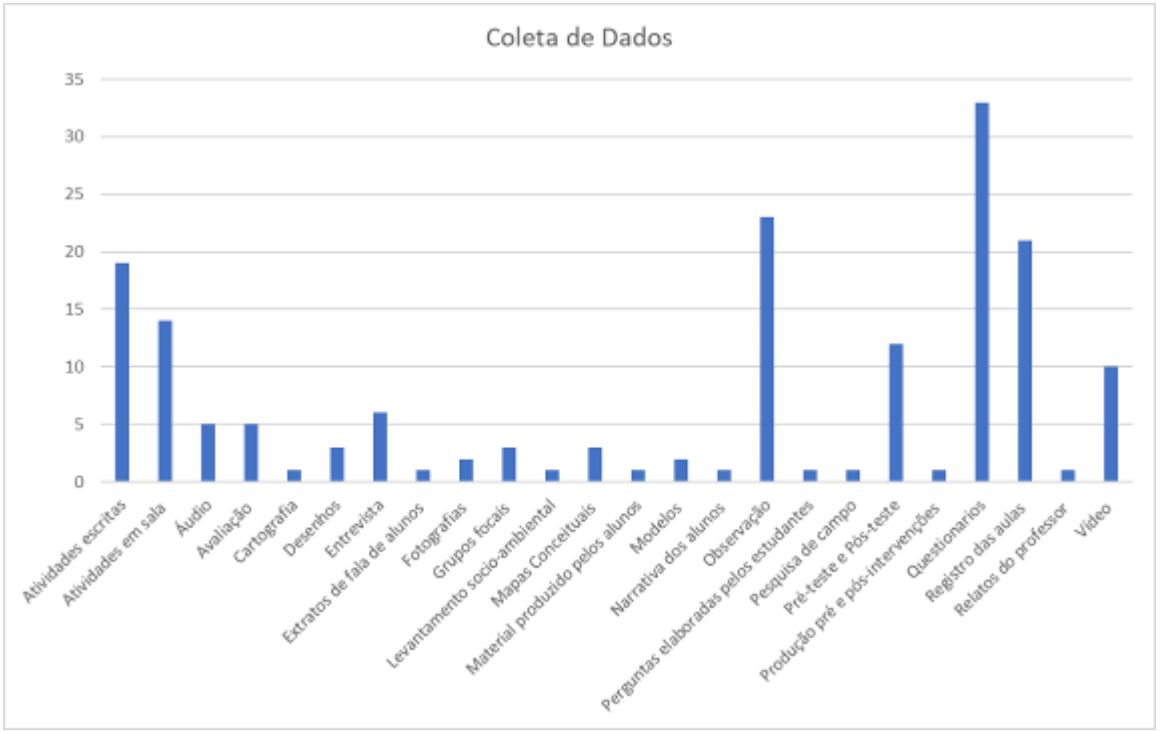



**Figura 1.6- Estratégias para a coleta de dados**

Como observado no gráfico, grande parte dos artigos (33) utilizou questionários para coletar dados, seja para o levantamento de concepções dos alunos, seja para avaliar os alunos durante/após as atividades de pesquisa. É interessante notar que 12 artigos utilizaram questionários do tipo pré-teste e pós-teste em suas pesquisas, sendo que três trabalhos utilizaram grupos controle para comparar os resultados.

As observações e anotações dos pesquisadores ao longo das intervenções pedagógicas, também se apresentaram como principais técnicas de coletas de dados, sendo utilizadas em 23 e 21 trabalhos, respectivamente. Quinze trabalhos utilizaram produções escritas dos alunos, como textos e resumos, para coletar dados.

Os registros em áudio e vídeo das aulas e as entrevistas também foram utilizados em, respectivamente, 5 e 10 artigos analisados. Apenas 3 trabalhos utilizaram desenhos ou mapas conceituais produzidos pelos alunos e a técnica de grupo focal para coletar dados para analisar. Outros meios diversos de coleta como debate, narrativas de alunos, fotografias, modelos elaborados pelos alunos, perguntas elaboradas pelos alunos apareceram em algumas pesquisas.

Dos artigos analisados, 31 utilizaram mais de um instrumento de coleta de dados, sendo as formas conjugadas mais recorrentes, questionários e produção escrita de estudantes, juntamente com entrevistas, observações, registros dos pesquisadores e gravações de áudio e vídeo em diferentes combinações. Os dados encontrados dialogam com Santos e Greca (2013) quando as autoras afirmam que

testes, entrevistas e observações são os instrumentos mais utilizados, bem como as gravações de áudio e vídeo e a produção escrita dos estudantes. Segundo André (2010) a combinação de diferentes formas de coleta de dados indica uma abordagem mais ampla das questões, o que traz maior riqueza para as pesquisas.

### 1.2.8 Quais foram as principais atividades desenvolvidas com os estudantes durante a pesquisa?

Observamos a existência de uma grande variedade de atividades desenvolvidas em sala de aula durante as pesquisas analisadas (Figura 1.7). Em alguns trabalhos, encontramos atividades diferentes sendo realizadas em uma mesma pesquisa, por isso o número de atividades encontradas foi maior que a de artigos analisados.

Os questionários foram as atividades mais realizadas nos artigos analisados. Cerca de 33 trabalhos utilizaram esta atividade em suas pesquisas, para sondagem dos estudantes ou para avaliar o conteúdo trabalhado na pesquisa, corroborando os dados encontrados no item que trata dos instrumentos de coletas de dados das pesquisas. As atividades escritas, como produção de texto, foram o segundo tipo de atividades mais encontrados, totalizando 19 pesquisas que o utilizaram.

Os jogos foram atividades muito presentes nas pesquisas, sendo realizados em 13 trabalhos, buscando fazer uma abordagem mais lúdica do tema de pesquisa e motivar a participação dos estudantes. Atividades como leitura de texto, atividades de campo e exposições foram realizadas em 10 pesquisas cada uma. Na leitura de textos, encontramos a leitura de textos literários como de Monteiro Lobato, e os textos de divulgação cientifica (incluindo folhetos e hipertextos).

As atividades de campo foram em sua maioria de trilhas ecológicas ou visitas a ambientes próximos as localidades do estudo, como manguezais, estuários que eram os temas das aulas. As exposições citadas nos trabalhos, eram, em sua maioria, de cartazes sobre o tema da pesquisa, com informações a serem discutidas posteriormente com as turmas participantes, ou com exemplares vivos ou mortos de plantas e animais, bem como de modelos didáticos.

Interessante observar também a realização de atividades que dialogam com outras áreas de conhecimento, como aquelas que envolveram a utilização de textos literários (já citados anteriormente) e a inserção de atividades artísticas como a elaboração de uma peça de teatro, a produção de cordéis, a dramatização. A utilização de outras linguagens como as histórias em quadrinhos, através de tirinhas, a projeção de imagens para serem discutidas e a exibição de filmes, promovem um diálogo entre ciência e arte, além de buscar dialogar com a realidade dos alunos. A utilização de

softwares como *Sbek* e *Estelarium* mostraram a possibilidade de utilização dessas ferramentas no ensino de ciências.

Atividades diversas como café da manhã temático, catalogação de espécies de plantas, terrários, produção de vídeo pelos estudantes, entrevistas realizadas pelos estudantes, utilização de kit pedagógicos nos dão uma noção da diversidade de atividades presentes nos artigos analisados. Tal diversidade ressalta a busca por parte dos pesquisadores, em utilizar diferentes ferramentas para realizar suas pesquisas e alcançar os objetivos propostos em seus trabalhos.

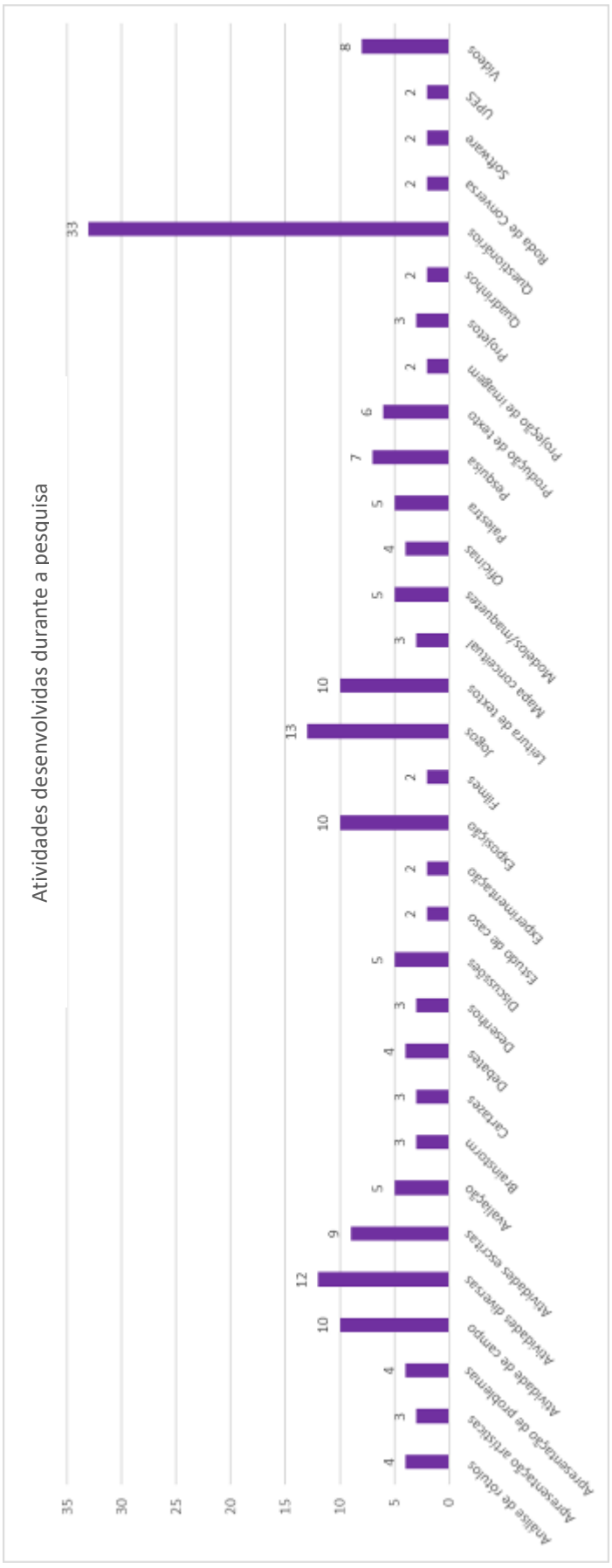



**Figura 1.7 – Atividades desenvolvidas durante a pesquisa**

### 1.2.9 Quais foram os objetivos/resultados encontrados nos artigos.

Apresentamos agora os objetivos encontrados nos artigos analisados bem como uma visão dos resultados relatados pelos pesquisadores.

Em relação aos objetivos, encontramos 38 artigos que apresentam propostas de ensino, seja utilizando jogos, abordagens diferenciadas, uso de software, diferentes mídias, sequencias didáticas com as UPES. De maneira geral, os resultados sinalizados pelos autores, apontam para aumento na participação e engajamento dos estudantes (principalmente em atividades que envolviam jogos e filmes), aumento na discussão dos alunos e elementos trazidos para a sala de aula, na compreensão dos conteúdos abordados (indicadas por alguns autores a partir da comparação dados obtidos de respostas de pré e pós-testes). No entanto, há relatos de dificuldades vinculadas aos estudantes participantes da pesquisa, como a resistência às metodologias utilizadas ou dificuldades devido à falta de tempo para completar as atividades da sequência didática por problemas externos.

Encontramos 12 artigos que tinham como objetivo investigar a concepção dos estudantes sobre um determinado tema, como o ecossistema presente na região da escola, temas atuais, ou conceitos científicos etc. geralmente obtidas pelo uso de questionários de sondagem (apresentados no item 1.2.7). Nesses trabalhos, os pesquisadores obtiveram como resultado concepções que apontavam para o pouco conhecimento a respeito da importância dos ecossistemas locais, como o manguezal e o rio, para além das questões econômicas, visões conservacionistas relacionadas a educação ambiental. Além disso, alguns resultados apontaram para o desconhecimento de questões relacionadas à sexualidade ou não apresentam conhecimento considerados satisfatórios sobre temas como a fosfoetanolamina.

Em 13 artigos, o objetivo era analisar a aprendizagem de conteúdo ou a formação de conceitos por parte dos alunos, utilizando abordagens diferenciadas e analisando quali-quantitativamente os dados. Em alguns destes trabalhos, os resultados indicaram pouca mudança no processo de aprendizagem de conteúdo, enquanto outras observaram tal aprendizagem através da quantidade de acertos das respostas em atividades escritas ou no aumento da complexidade de argumentos ao longo das aulas/atividades. Ainda em relação aos objetivos, 7 trabalhos apresentaram atividades de instrumentalização dos alunos, buscando orientar suas atitudes em relação a temas como verminoses, animais peçonhentos, doenças como a dengue, obtendo resultados satisfatórios em um primeiro momento.

### 1.2.10 Considerações Finais

O levantamento bibliográfico realizado buscou construir subsídios para mapear

a produção da área e compreender que elementos da abordagem histórica podem ou não ser agregados à pesquisa até então desenvolvida em torno da educação em ciências no segundo segmento do Ensino Fundamental. A pesquisa desenvolvida permitiu uma visão das pesquisas empíricas realizadas com turmas do segundo segmento do Ensino fundamental no Brasil, bem como o contato com uma grande diversidade de temáticas, estratégias e metodologias utilizados pelos pesquisadores.

A revisão dos artigos apresentou alguns aspectos relevantes para a construção de respostas ao objetivo traçado. O primeiro diz respeito ao fato de que os trabalhos analisados acompanharam as turmas nas quais as atividades de pesquisa foram realizadas em apenas um ano letivo, e, na maior parte dos casos em poucas aulas, não dando continuidade à pesquisa nos anos escolares seguintes. Consideramos que o acompanhamento de grupos de estudantes por um tempo maior do que apenas algumas aulas pode agregar questões à área de ensino de ciências, não passíveis de serem analisadas em análises pontuais de um momento específico da turma.

Em relação aos temas abordados, apesar de alguns trabalhos tratarem de temáticas relacionadas aos locais do espaço escolar em que a pesquisa se desenvolveu, ainda são poucos aqueles que tratam de questões relacionadas ao contexto dos alunos. Vilela (2016), afirma que as relações entre os conhecimentos científicos e o cotidiano dos alunos é uma das marcas das ciências no ensino fundamental, no entanto, nossos resultados apontam grande incidência de temas mais gerais, que não dialogam com o contexto específico dos estudantes, indo ao encontro dos resultados de Cassiani (2020). Talvez o descolamento entre a escolha da temática abordada e os estudantes justifique o fato da maioria dos trabalhos não descrever o contexto dos alunos, restringindo a descrição dos mesmos a apenas a idade, ano escolar o tipo de escola em que se encontravam.

Em relação à coleta de dados, como já discutido nos resultados, observamos que a maioria dos trabalhos adotou uma grande variedade de caminhos para coleta de dados. Uma vantagem nesta estratégia é ter a possibilidade de uma visão mais ampla das intervenções realizadas, permitindo, então, uma análise mais completa dos trabalhos realizados. Já, em relação às metodologias utilizadas, aquelas denominadas qualitativas predominaram nos artigos analisados, com a análise de conteúdo sendo a mais utilizada pelos pesquisadores. Apoiadas em Veneu, Ferraz e Rezende (2015, p.133), quando destacam que a análise de conteúdo “... promete a revelação de um sentido verdadeiro, imanente e escondido no texto, e que pode ser desvendado mediante o uso de determinadas técnicas”, entendemos que esses resultados sugerem que as pesquisas nesse segmento de ensino acabam por buscar respostas fechadas e generalizadas, nas quais o pesquisador não imprime compreensões

subjetivas.

Em relação às linhas de investigação, embora tenhamos encontrado uma grande variedade, podemos perceber que a incidência de artigos dedicados a abordagens, como a histórico-filosófica ou NdC, em turmas de ensino fundamental é baixa, no período analisado (2008-2019), apenas 1 trabalho foi encontrado. Além disso, a maior parte dos artigos analisados utilizou de pré e pós-testes, questionários (alguns inclusive utilizando grupos controle) para determinar se houve aprendizagem do tema que foi objeto da pesquisa, ou se a intervenção auxiliou no entendimento do conteúdo abordado, sem considerar maiores discussões sobre como o conhecimento científico se constitui e se constituiu.

Dessa forma, não encontramos pesquisas que apontem propostas ou análises de trabalhos desenvolvidos nas aulas de ciências de 6º ao 9º anos que discutam questões sobre as ciências, como as que destacam: quem foram e são os atores sociais direta e indiretamente envolvidos na produção científica, qual o papel das mulheres na construção da ciência ao longo da história, quais foram os locais em que o conhecimento científico foi e é produzido, quais os caminhos de divulgação e validação do conhecimento cientifico entre outras. Entendemos que essa tendência acaba por refletir um afastamento do ensino de ciências no nível fundamental de uma formação que considere o estudo sobre a ciência como algo importante, como apontam as pesquisas de NdC, CTS e HFSC.

E, assim, essa ausência parece indicar um ensino de ciências mais preocupado com as questões de aprendizagem de conteúdos científicos por partes dos estudantes. Autoras como Pinhão e Martins (2016) discutem a relação entre o ensino de ciências e a formação para a cidadania, propondo uma reflexão sobre o modo como nossas pesquisas se relacionam com a sociedade. Apoiadas nas autoras, defendemos que nossos resultados apontam que o ensino de ciências, no nível fundamental II, pode contribuir, mesmo que não intencionalmente, para o reforço de um olhar por parte dos estudantes para as aulas de ciências, como um espaço de não questionamento e sim de apresentação de verdades sobre a Natureza.

A partir do que foi apontado e com base em pesquisas que destacam o potencial da História da Ciência no ensino (ÁVILA, 2017;JAGGER, 2019), entendemos que pesquisas como as pretendidas nessa tese podem construir caminhos para trazer discussões sobre a ciência no ensino fundamental II e com isso problematizar esse como um espaço de verdades sobre a natureza. Ainda sobre os resultados dessa pesquisa bibliográfica, destacamos que a metodologia adotada nessa tese, ao se afastar da tendência do campo, a análise de conteúdo, poderá trazer contribuições, ao considerar a subjetividade do investigador e o contexto dos estudantes como variáveis

fundamentais para compor respostas ao problema de pesquisa.

# 2. Fundamentação Teórico-Metodológica

Este capítulo tem por objetivo apresentar a fundamentação teórico-metodológica que orientou o desenvolvimento desta pesquisa. Na primeira seção, apresentamos a cultura visual, que gerou subsídios para o desenvolvimento do trabalho com imagens na parte empírica da pesquisa. A seção seguinte discute nosso olhar para a questão identidade cultural. Na última seção, denominada “Abordagem Metodológica”, apresentamos os caminhos percorridos para o desenvolvimento da parte empírica da pesquisa.

## 2.1 Cultura Visual

Toda imagem conta uma história e se constitui numa linguagem para além do escrito e/ou falado. Através das imagens aprendemos a interpretar o mundo, antes mesmo de aprendermos os códigos escritos (MENESES, 2003). As imagens acompanham o processo de hominização e socialização do homem desde a Pré-história (MONTEIRO, 2013), quando as pinturas rupestres eram comuns e indicavam as representações sobre o mundo. Em diferentes sociedades, ao longo da história, muitas técnicas foram empregadas para contar histórias, através de imagens, como pinturas, esculturas, mosaicos, tapeçarias, afrescos, fotografias entre outras (BURKE, 2016).

Uma característica da imagem é a sua capacidade de atingir todas as camadas sociais ao ultrapassar as diversas fronteiras sociais pelo alcance do sentido humano da visão. Nas sociedades atuais, as imagens perpassam a vida cotidiana de indivíduos e de organizações sociais, em várias dimensões, usos e funções (MENESES, 2003).

Um ponto importante, é que as imagens não são neutras, nem estagnadas. Elas contêm camadas de significados que incluem referências culturais e sócio-históricas, que fazem referência aos contextos em que são produzidas e exibidas (BURKE, 2016; HALL, 2016; STURKEN ; CARTWRIGHT, 2018). Autores como Burke (2016) e Hall (2016) apontam que as imagens têm agência na construção de representações sociais, na construção de identidades e de estereótipos.

Ao longo dos anos, presenciou-se um aumento do interesse no estudo das imagens que resultou na construção de um novo campo interdisciplinar de pesquisa, a cultura visual, que estuda a construção cultural do visual nas artes, mídias e vida cotidiana (DIKOVITSKAYA, 2005; HERNANDEZ, 2007; KNAUSS, 2006,). Para Hernandez (2007), os que se dedicam à cultura visual procuram pensar a relevância

que as representações visuais e as práticas culturais têm dado ao olhar, em termos de construção de sentido e de subjetividades.

A emergência dos estudos relacionados à cultura visual está marcada pela virada cultural (*cultural turn* - movimento que ocorreu, nos anos 1970, nas ciências humanas e sociais em que a cultura assumiu o foco dos debates), mas também com estudos pós-estruturalistas, de gênero e sobre etnicidade (DIKOVITSKAYA, 2005; MONTEIRO, 2013). De acordo com Monteiro (2013), a cultura passa a ser o traço definidor dos estudos visuais, referindo-se a valores e a identidades construídas e comunicadas pela cultura via mediação visual, bem como aos mecanismos de inclusão e de exclusão social nos processos de elaboração de identidades.

O foco da cultura visual se dirige para a análise da imagem como representação visual e, assim, como resultado de processos de produção de sentido em contextos culturais (HERNANDEZ, 2007; KNAUSS, 2006; STURKEN; CARTWRIGHT, 2018). De acordo com Sturken e Cartwright (2018), a cultura visual não trata simplesmente sobre imagens, mas também sobre práticas relacionadas à visão, e sobre as maneiras pelas quais o mundo está visualmente organizado em relação ao poder. Com isso, considera-se que o olhar pode ser definido como construção cultural, que pode ser aprendida e envolve relações de poder (DIKOVITSKAYA, 2005).

O direito de olhar não é simplesmente ver, por isso devemos entender não apenas o que vemos, mas também o que não podemos ver, o que é feito ausente da vista (STURKEN; CARTWRIGHT, 2018). Nessa perspectiva, importa, sobretudo, não tomar a visão como dado natural, mas sobretudo questionar a universalidade da experiência visual, estabelecendo uma relação entre visão e contexto (KNAUSS, 2006). Isto porque a visão como prática social é algo construído socialmente e localizado culturalmente (MITCHELL, 2002);

Dessa forma, os conceitos de visão e visualidade são considerados básicos para os estudos de cultura visual (SARDELICH, 2006). A visão é definida como sendo o processo fisiológico em que a luz impressiona os olhos e a visualidade como o olhar socializado(SARDELICH, 2006). Para Sturken e Cartwright (2018), o conceito de visualidade refere-se às formas pelas quais a visão é moldada através do contexto social e da interação.

Apesar de pontos em comum, a cultura visual é percebida de forma diferente para autores que se debruçaram sobre a temática. Podemos reconhecer dois grandes grupos (DIKOVITSKAYA, 2005; KNAUSS, 2006; MONTEIRO, 2013): um com uma perspectiva mais restrita e outro com uma mais abrangente. O primeiro entende que a cultura visual restringe o estudo à experiência visual da sociedade ocidental na

atualidade (marcada pela imagem digital e virtual) e pela hegemonia do pensamento científico e pelo domínio da tecnologia. Do segundo grupo, participam os que se dedicam ao estudo das diversas experiências visuais de diferentes sociedades ao longo da história, e os olhares, os dispositivos e os modos de ver próprios de cada época (KNAUSS, 2006; MONTEIRO, 2013).

A partir do que foi exposto, a pesquisa que desenvolvemos se filia ao segundo grupo, defendendo que há uma relação entre visão e contexto que precisa ser estabelecida. Assim, concordamos com Sturken e Cartwright (2018) que o entendimento do mundo material se dá através da compreensão de objetos, imagens e entidades em seus contextos culturais específicos. Dessa forma, construímos o significado das coisas através da representação delas. Assim, em acordo com a defesa de Hall (2006) de que são os participantes da cultura que dão sentido às pessoas, aos objetos e eventos, consideramos que os sentidos não estão investidos em objetos, e que os significados se estabelecem nas relações humanas. De forma tal, que o olhar é uma troca que pode estabelecer solidariedade ou domínio social, estando implicado na dinâmica do poder (MIRZOEFF, 1999).

Todas as imagens contêm camadas de significado que incluem seus aspectos formais, suas referências culturais e sócio-históricas, ou seja, a imagem não fala por si só. Ela expressa e dialoga constantemente com modos de vida típicos da sociedade que a produz, expressando a diversidade de grupos e ideologias presentes em determinados momentos históricos (MONTEIRO, 2008). Uma única imagem pode servir a muitos propósitos, aparecer em uma variedade de contextos e ter significados distintos para pessoas e contextos diferentes (STURKEN ; CARTWRIGHT, 2018).

Segundo Monteiro (2008), a imagem, além da representação, pode ser entendida como um artefato cultural, e, assim, ela permite a reconstituição da história cultural de grupos sociais, contribuindo também para um melhor entendimento de processos de mudança social, do impacto da economia e da dinâmica das relações interculturais.

Quando pensamos na construção do conhecimento científico, observamos que as imagens apontam caminhos pelo qual a ciência se define e é percebida pelos outros. Segundo Coutinho *et al.* (2010), as imagens constituem um meio amplamente aceito no diálogo científico, tendo um potencial particular para comunicar aspectos da natureza e para indicar o conteúdo de ideias. Os cientistas utilizam imagens como esquemas, mapas, figuras, diagramas, tabelas, entre outras para comunicar suas ideias em suas aulas, trabalhos e artigos. Às vezes, a própria conceitualização depende da visualização, podendo-se dizer que a ciência é inerentemente visual ( SILVA *et al.*, 2006).

Quando voltamos nosso olhar para o ensino de Ciências, autores (LÓPEZ-MANJÓN; POSTIGO, 2014; REGO;GOUVEA, 2013; SILVA *et al*., 2006) apontam que o uso das imagens nas aulas possui grande relevância, principalmente diante dos conteúdos abstratos presentes nas disciplinas da área, como o conceito de célula, em Biologia. Para esses casos, as imagens têm importante papel na visualização do que se está querendo explicar e na construção daquele conhecimento por parte dos estudantes (BRADZINSKI, 2015; NEVES *et al.*, 2016), podendo ser uma ferramenta importante na tentativa de superar as dificuldades de leitura e escrita que os alunos apresentam.

A partir dessas considerações, no próximo tópico, trataremos do uso das imagens como fonte histórica para os estudos do corpo humano sob a abordagem da História Cultural da Ciência.

### 2.1.1 História Cultural da Ciência e Cultura Visual

Como dito anteriormente, a corrente historiográfica utilizada nesta tese foi a História Cultural da Ciência (HCC). Esta abordagem baseia-se na Nova História Cultural, cuja ênfase está nas práticas e hábitos cotidianos (BURKE, 2008; PIMENTEL, 2010). De acordo com Pimentel (2010) e Moura e Guerra (2016), a HCC volta-se ao estudo das práticas científicas e à elucidação de como cientistas e não-cientistas em determinado tempo e espaço, dadas as condições materiais de sua época, interagem para produzir ciência.

A opção pela História Cultural da Ciência (HCC) como perspectiva historiográfica se deu porque, através dessa abordagem, estudamos de forma mais aprofundada como certas atividades foram reconhecidas ao longo da história como atividade científica e quem foram os atores sociais que participaram na construção da ciência e porque alguns desses atores sociais permaneceram na condição de invisibilidade nos documentos oficiais de difusão científica (NYHART, 2016).

As práticas científicas não estão restritas apenas as atividades experimentais realizadas em laboratórios, por exemplo (MODY,2015). Elas também abrangem atividades não exclusivas da ciência, como leitura, escrita, debate com pares em congressos. Além disso, o apoio financeiro, o intercâmbio entre grupos de pesquisa e a comunicação científica são práticas cruciais para compreender o empreendimento científico (MOURA;GUERRA, 2016).

As práticas científicas (FORD, 2015) são contextuais e dinâmicas, estão imersas na cultura e nas relações socioinstitucionais e são marcadas por um determinado espaço e tempo fora do qual não faz sentido analisá-las (DASTON;GALISON,2007; GAVROGLU, 2007; PIMENTEL, 2010). Logo, não apenas

o artefato, os conteúdos científicos ou os personagens históricos em si são analisados, mas também o contexto social, político e econômico do acontecimento científico abordado, a fim de ampliar o entendimento destes eventos (PIMENTEL, 2010).

Ao ter como objeto de estudo as práticas relacionadas à ciência, o foco da análise da HCC está em estudos que consideram as ações produzidas pelos diferentes atores da ciência (BURKE, 2008; PIMENTEL, 2010). Esta abordagem busca, então, produzir relatos históricos do conhecimento científico produzido por homens e mulheres ao longo do tempo, em sintonia com os significados culturais que engendram o conhecimento científico estudado.

Com isso, juntamente com as práticas e representações científicas, a cultura visual deve ser considerada nos estudos sobre a construção do conhecimento científico. Os estudos visuais penetraram fortemente na historiografia e muito da história da ciência poderia ser escrita em termos de tornar as coisas visíveis, sejam elas novas ou familiares (TUCKER, 2006; WISE, 2006).

As imagens dialogam com o contexto no qual foram criadas, e, de acordo com Burke (2016), são valiosas na reconstrução da cultura material de formas de habitação, vestuário, trabalho, práticas e tecnologias, por exemplo. As imagens produzidas ao longo do desenvolvimento da ciência não são, portanto, meras ilustrações. Pimentel (2010) e Burke (2016) afirmam que os historiadores culturais da ciência tratam as imagens como fontes, passíveis de serem interrogadas, lidas e interpretadas como quaisquer fontes primárias.

Quando tratamos das imagens produzidas ao longo do desenvolvimento da ciência, precisamos estudar como elas são produzidas, o que destacam, o que ocultam, quem foram seus autores. A produção de imagens, como prática cientifica, e as representações visuais criadas pelos cientistas ajudam a construir ideias sobre a natureza, a verdade, a objetividade e das relações institucionais da ciência (PARK, 2010; BURKE, 2016).

O estudo histórico das imagens nos permite, então, perceber a interação entre a produção artística e a produção científica do momento histórico estudado, tanto através das imagens retratadas, como através da forma como elas foram produzidas. (DASTON;GALISON, 2007; DASTON;LUNBECK, 2011; JONES; GALISON, 2013; PIMENTEL, 2010).

O conceito de cultural visual tomado pela vertente da HCC vai ao encontro da perspectiva adotada nessa pesquisa, ou seja, de que os olhares, os dispositivos e os modos de ver próprios de cada época relacionam-se ao contexto em que se produzem. A partir do exposto, vamos discutir, na próxima sessão, as práticas e atores

sociais envolvidos na produção e utilização de imagens cientificas nos séculos XVI e XVII, na construção da cultura visual da Ciência Moderna.

### 2.1.2 Produção De Imagens no NCM

Como já dito anteriormente, o nosso recorte temporal se dá no chamado “Nascimento da Ciência Moderna”, que ocorreu de meados do século XVI ao XVII. Smith (2006) destaca que, neste período, o mecanismo de reprodução da imagem foi decisivo para a implantação e expansão da ciência moderna.

Numa época em que as potências europeias empreendiam viagens exploratórias a terras distantes como uma questão de importância econômica, política e científica, a produção de imagens representou uma prática central para investigar a natureza em diferentes localidades e incorporar conhecimentos sobre flora e fauna à ciência europeia (BLEICHMAR, 2012). As tradições da pintura e da coleta das expedições contribuíram para moldar a nova ciência e as imagens tornaram-se um modo importante de registrar, coletar, catalogar e testemunhar, tornando possível um novo modo de comunicação visual (BURKE, 2016; MARCAIDA; PIMENTEL, 2014; SMITH, 2006).

Bleichmar (2012) descreve as expedições europeias como projetos de visualização, no qual as formas visuais de conhecimento eram privilegiadas em detrimento de outros métodos de investigação. Naquele contexto, a ilustração foi considerada uma ferramenta científica tão importante quanto a coleta de espécimes. Diante do contato com a diversidade de plantas, animais, objetos e pessoas consequentes da expansão marítima, houve uma valorização dos registros desses novos conhecimentos através de ilustrações, acompanhadas de descrições. Nesse processo, as expedições abrigaram muitos ilustradores, o que permitiu a preservação da memória das paisagens exploradas, uma vez que nem tudo poderia ser coletado e levado para a Europa (CHANSIGAUD,2016).

A representação visual não era apenas uma realização técnica, mas sim uma forma altamente especializada de imitação do real, buscando tornar presente na Europa algo ausente pela distância. As imagens formaram o caminho pelo qual muitos europeus conheceram as Américas, aprenderam sobre seu povo, fauna, flora e território, conferindo significado às imagens ali produzidas (BLEICHMAR, 2011; DASTON;GALISON, 2007;SMITH, 2006). A manufatura e o uso de imagens foi uma prática central por meio da qual os naturalistas europeus investigaram, explicaram e tentaram domesticar a natureza estrangeira e exótica. As imagens forneciam uma natureza de papel que estava sempre disponível para ser estudada (BLEICHMAR,2012). Tomando a botânica como exemplo, uma planta ilustrada

tornava-se o modelo padrão para estudiosos que tinham acesso a essa imagem. Os filósofos naturais realizavam muitas vezes suas pesquisas de classificação, aclimatação de uma planta a partir exclusivamente da imagem que a representava, sem sequer ter tido contato com um exemplar da planta (BLEICHMAR, 2011).

Embora os artistas fossem atores importantes na cadeia da comunicação científica, eles estavam subordinados à autoridade dos naturalistas. Enquanto o desenhista atuava como a mão da expedição, contratada para produzir as imagens desejadas, os naturalistas eram considerados os “olhos” da expedição. Eram eles que era considerados os responsáveis pela seleção dos objetos a serem representados, indicando quais aspectos deveriam ser retratados ou ignorados na produção das imagens (BLEICHMAR, 2011; CHANSIGAUD, 2016).

Importante aqui destacar que uma única imagem era produto de uma colaboração entre colecionadores de plantas, botânicos e equipes inteiras de artistas que se especializaram nos vários passos necessários para obter uma ilustração finalizada. Cada imagem incorporava, então, não apenas um objeto, mas também múltiplas observações, decisões, negociações e tipos de experiência (CHANSIGAUD, 2016).

Pensando ainda no estudo da botânica, área importante da medicina, Bleichmar (2011) nos traz o exemplo de uma pintura que retrata o naturalista espanhol José Mutis (1732-1808), em sua sala de trabalho a observar um exemplar de uma planta coletada nas colônias espanholas. De acordo com a autora, o estudo de pinturas como essa é interessante pelo que mostra e o que não mostra. Nesse caso, Mutis, aparece desenvolvendo seu trabalho de maneira solitária (Figura 2.1). Porém, se tomarmos cartas por ele trocadas com outros naturalistas, registro do envio de ilustrações e espécimes por ele para Linneu dentre outros fatores, entende-se que, na verdade, ele fazia parte de uma rede internacional de naturalistas, artistas, coletores, médicos e administradores de colônias e impérios. E, ainda, que sem a ajuda dos habitantes locais, da apropriação de seus conhecimentos, Mutis não poderia ter tido o papel que teve na rede internacional e enviado o material que enviou para Linneu.



**Figura 2.1 – José Celestino Mutis, botânico espanhol, com exemplar de planta do gênero Mutisia (Salvador Rizo? , Aproximadamente 1800)**

Os ilustradores, coletores e demais participantes do processo de catalogação das espécies foram invisibilizados (os ilustradores não assinavam seus trabalhos) e apenas Mutis (e demais naturalistas chefes das expedições) era retratado com o "produto final" da coleta que, muitas vezes, era nomeado em homenagem ao chefe da expedição, como no caso da planta representada na figura acima, cujo gênero é Mutisia (referência ao nome de Mutis) (BLEICHMAR, 2011; CHANSIGAUD,2016). Para além das invisibilidades humanas, podemos refletir sobre as espécies vegetais e animais que não foram catalogadas nestas expedições por não apresentarem interesse econômico ou medicinal e que podem ser desconhecidas da ciência ocidental até os dias de hoje.

A prática de elaboração das imagens cientificas seguia, nos séculos XVI, XVII, XVIII, convenções e, muitas vezes, controle rígido (CHANSIGAUD, 2016; WISE, 2006). As imagens representadas, em geral, não descreviam espécies individuais, mas exemplares arquétipos (sejam de animais ou de plantas) (DASTON; GALISON,2007). O ilustrador elaborava a imagem cientifica a partir da observação de vários indivíduos, cujas características eram combinadas para formar uma espécie de quimera, um exemplar perfeito (CHANSIGAUD, 2016). Por exemplo, de acordo com Kusukawa (2012), Andreas Vesalius representou também um corpo canônico no livro *De humanis corporis fabrica* (1453), que seria o corpo de um homem perfeito, sem

variações ou deformidades, contrastando com os corpos que eram usualmente utilizados nas dissecações.

Uma das práticas científicas que ganhou reconhecimento nesse período foi a elaboração de livros ilustrados, como os tratados de botânica e de anatomia. De acordo com autores como Kusukawa (2012) e Pimentel (2007), a botânica e a anatomia alcançaram elevados status nas universidades do século XVI com estudos descritivos. Neste período, era comum alunos de medicina na Europa terem aulas sobre plantas no verão e participarem de dissecações no inverno (KUSUKAWA,2012). Neste período, temos a produção de livros ricamente ilustrados como o tratado de botânica *De historia stirpium* de Leonhart Fuchs (1542) e o tratado de anatomia *De humani corporis fabrica* de Andreas Vesalius (1543) (KUSUKAWA,2012).

De acordo com Chansigaud (2016), a produção de um livro ilustrado seguia, de maneira geral, tal ordem: o autor/filósofo natural supervisionava a criação da ilustração, o artista produzia, sob orientação do autor, uma imagem original, na maioria das vezes colorida, e um gravador traduzia essa imagem para um suporte de madeira, metal ou pedra, para uma impressão em preto e branco. A elaboração das imagens era, geralmente, realizada por artistas e impressas em xilogravura, o meio predominante de reprodução das imagens no século XVI. Em tratados de botânica, algumas figuras eram reproduzidas por uma técnica usada pelo menos desde a segunda metade do século XV, conhecida como "impressão da natureza". Nesta técnica, um objeto natural com tinta era pressionado diretamente sobre uma página e sua imagem fixada (CHANSIGAUD, 2016; KUSUKAWA,2012).

Quando falamos das técnicas relacionadas à elaboração das imagens, destaca-se a perspectiva (conjunto de técnicas para representar a profundidade espacial dentro do espaço pictórico bidimensional) como exemplo de integração da ciência e arte daquela época (SNYDER, 2015; STURKEN; CARTWRIGHT ,2018). Além disso, a perspectiva se relaciona a mudanças na visão de mundo da Europa, resultante dos desenvolvimentos em campos como as navegações e astronomia (CARUSO; MOREIRA, 2017; PIMENTEL, 2007; STURKEN; CARTWRIGHT ,2018). Um dos exemplos mais conhecidos do uso da perspectiva na construção de imagens cientificas foram as chamadas Luas de Galileu (SNYDER,2015).

Embora o foco dessa sessão tenha sido discutir sobre a produção de imagens dentro do nascimento da ciência moderna, é importante também voltar nosso olhar para as obras artísticas produzidas nesse período. Não apenas porque pintores se utilizaram de conhecimentos científicos como a perspectiva e o uso de instrumentos opticos como espelhos e câmaras escuras para produzir suas pinturas

(HOCKNEY,2001; SNYDER, 2015; STURKEN; CARTWRIGHT ,2018), mas também porque, segundo Jones e Galison (2013), ciência e arte são atividades de criação de imagens e de conhecimento.

As imagens artísticas refratam e refletem o contexto em que foram produzidas e de acordo com Brook (2012, p.215) “Nenhum quadro pode fugir da tensão entre o que acontece dentro da moldura e o que acontece no mundo -que, afinal de contas, é onde vivem o artista e seus espectadores”. Assim, podem ser utilizadas para promover discussões e reflexões sobre não apenas esses contextos, mas também buscando relações com o contexto atual. Na próxima sessão, abordaremos as possibilidades de discussão a respeito das práticas e atores sociais envolvidos na produção do conhecimento cientifico.

### 2.1.3 Possibilidade de discussão sobre as imagens

As discussões anteriores a respeito da cultura visual e o potencial das imagens no ensino de Ciências nos faz defender que o estudo histórico de imagens científicas e artísticas pode ser um caminho para discutir em aulas de ciências práticas científicas e os atores sociais participantes da construção da ciência.

Podemos, então, a partir de um olhar para as imagens, discutir quem as construiu, quem as encomendou, o que desejavam retratar, além de discutir as ausências e invisibilidades na construção do conhecimento científico naquele período, e assim, entender as relações de poder que determinavam quem/o que era retratado e quem não era retratado nos registros visuais.

Para melhor discutir possibilidades para o estudo histórico de imagens, trazemos a seguir alguns exemplos. Com base no recorte dessa pesquisa, selecionamos os Tratados de Anatomia construídos nos séculos XVI e XVII e pinturas produzidas na Europa nesse período, para discutir como o estudo dessas imagens possibilitam problematizar questões que permeiam a construção do conhecimento científico, como as relações de poder, criação de estereótipos e invisibilidades.

#### 2.1.3.1 Relações de poder, hierarquias, modos de vida: invisibilidades e apagamentos.

De acordo com Burke (2016), as imagens possuem um testemunho valioso dos artefatos e de sua organização, bem como dos vestuários, modos de vida e produção, dos objetos e seus usos. A partir da observação das imagens, podemos trazer discussões a respeito desses tópicos, como também refletir sobre as representações de pessoas e situações e como estas podem permitir enxergar a organização social e a hierarquia. Além disso, através de quadros pintados num contexto histórico é

possível discutir as representações e relações de poder daquela sociedade, uma vez que as imagens produzidas em um determinado período não são meras ilustrações (BURKE,2016). Esses destaques vão ao encontro da vertente da HCC, uma vez que os estudos sobre cultura visual dentro dessa perspectiva valorizam questões tais quais: como essas imagens são produzidas, o que foi destacado, o que se ocultou, quem foram seus autores (PIMENTEL,2010).

Para melhor explorar esse ponto, trazemos o exemplo dos frontispícios de tratados de anatomia, muito utilizados nos séculos XVI e XVII por estudantes de anatomia e artes. O frontispício tinha por objetivo apresentar a obra para os leitores e, conforme aponta Boustani (2018), nos permite compreender um pouco a concepção do autor sobre o assunto tratado na obra. Abaixo vemos o frontispício do livro *Fascículo de Anatomia* de (1494), em que uma lição de anatomia (Figura 2.2) é retratada. As lições de anatomia eram demonstrações públicas de dissecação de corpos, geralmente masculinos, voltadas para estudantes de medicina, mas que também podiam ser assistidas por leigos (KLESTINEC, 2011). Essas sessões ocorriam seguindo um roteiro previamente estabelecido, seguindo uma divisão de funções durante o evento.



**Figura 2.2 - Lição de Anatomia – *Fascículo de Anatomia* (1494)**

A representação pictórica destacada na figura 2.2 é um exemplo de imagens produzidas no período a respeito das lições de anatomia. Essas imagens, em geral, retratam a distribuição dos papéis na demonstração anatômica, que seguia a seguinte ordem: no alto e ao centro, sentado em sua cadeira e com bata longa e chapéu, o professor/*lector* lê em voz alta passagens importantes do trabalho de Galeno durante a dissecação, sendo apresentado como autoridade suprema de cuja palavra emana a verdade. No plano inferior, encontramos o demonstrador/*ostentor*, geralmente um professor assistente, que aponta as partes do corpo dissecado com um pequeno bastão, representado com uma roupa diferente da do professor/*lector*, indicando sua posição na hierarquia do evento. Finalmente, abrindo o corpo, temos o cirurgião/barbeiro, considerada a figura mais subalterna, pois entra em contato direto com a matéria do cadáver. São representados com roupas mais simples e até mais curtas do que os outros para representar sua categoria (CHIARELLO, 2011; KLESTINEC, 2011; PORTER, 2008; RIFKIN *et al.*, 2006).

Usaremos como outro exemplo, o frontispício do livro *De Humani Corporis Fabrica* de Andrés Vesalius (1514-1564), publicado em 1543 (Figura 2.3). As imagens do tratado, feitas por artistas como Ticiano (1490-1576) nascido na Itália, seus discípulos e o italiano de origem alemã Kalkar (1499-1546) representam algumas das imagens com maior poder descritivo do corpo humano no período da Renascença (SAUNDERS, O'MALLEY, 2002).




**Figura 2.3- Frontispício do livro *De Humani Corporis Fabrica* – Andrea Vesalius (1543)**

Voltando nossa atenção ao frontispício, este representa a imagem de uma demonstração pública de dissecação, feita na Universidade de Pádua, que foi refeita e representa elementos que diferem das representações e descrições de uma aula de anatomia da época (PARK, 2010). Na imagem, Vesalius ocupa o papel de demonstrador (aquele que aponta para as partes do corpo) e não de leitor, que era o papel que se esperava que ele exercesse por ser médico e professor de anatomia. Funções como o de demonstrador e de quem abre os corpos foram delegadas a cargos considerados inferiores na hierarquia acadêmica, como dito anteriormente. No frontispício de seu tratado, Vesalius posiciona-se em um lugar não tradicional de demonstrador, apontando para o corpo ou papel do leitor e representado por um esqueleto. Essa mudança de postura é algo que vai sendo incorporada ao longo do processo como uma característica do período, onde a prática de abrir e manipular corpos passa a ser valorizada (PIMENTEL, 2007).

Outro exemplo que podemos trazer para a discussão da hierarquia no estudo do corpo humano, é a pintura "*Lição de Anatomia do Doutor Nicolai Tulip*", obra de Rembrandt (1632). Registros históricos indicam que os personagens retratados no quadro existiram e que aquele corpo dissecado pertencera a um ladrão, cuja mão fora decepada por roubo, tendo sido o ladrão condenado à morte (WIILIANS, 2016). Este quadro teria sido encomendado pelo Dr. Nicolas Tulp, presidente da Guilda de Cirurgiões de sua região. Embora não retrate necessariamente uma dissecação real, podemos observar novamente a diferença de vestimentas entre os participantes da lição de anatomia. Todos vestem roupas pretas e golas brancas, o que indica status social. O professor (Dr. Tulp) é representado com um chapéu, que está ausente nos demais presentes. Além disso, podemos observar os instrumentos e objetos presentes na pintura, como livro (CHIARELLO, 2011; WILLIANS, 2016).



**Figura 2.4- Lição de Anatomia do Doutor Nicolai Tulp (Rembrandt, 1632)**

A imagem tem o poder de contar uma história, destacando coisas e ocultando outras. Os corpos utilizados para as dissecações públicas eram de criminosos condenados à morte, que eram executados durante o dia (por enforcamento) e dissecados nos eventos públicos de dissecação, que ocorriam no final daquele mesmo dia (KLESTINEC,2011), para evitar putrefação. Quando tratamos do estudo do corpo humano nos séculos XVI e XVII, observamos a ausência de corpos femininos sendo estudados neste período. Os corpos femininos eram dissecados apenas em sessões privadas, cujo foco estava na medicina clínica, em autópsias que eram realizadas para saber a causa da morte da mulher, geralmente ocorrida durante ou após o parto (PARK, 2010; KLESTINEC, 2011). Essa predominância masculina no estudo dos corpos é visibilizada nas imagens científicas e artísticas do período.

Nas pinturas encontramos cenas de lições de anatomia, eventos públicos, nos quais os corpos femininos não estavam presentes seja como corpo estudado, seja como quem tinha legitimidade para estudar os corpos. Nos tratados de Anatomia, a presença feminina também era periférica. Alguns tratados continham poucas imagens de corpos femininos e outros essas nem apareciam (RIFKIN *et al*., 2006).

Um exemplo é o, já citado, livro *De Humani Corporis Fabrica*, de Vesalius, que possui em seu frontispício, a imagem de uma demonstração pública de dissecação de um corpo feminino (Figura 2.3), cujo útero está sendo tocado por ele (BOUSTANI, 2018). Como assinala Park (2010), essa mulher era considerada alguém que cometeu atos ilícitos. Os cadáveres usados nas demonstrações públicas de dissecação eram, em sua maioria, masculinos, não só porque poucas mulheres foram executadas por crimes capitais, mas também porque a anatomia buscou compreender o corpo humano genérico, que era entendido como masculino, europeu e branco (PARK , 2010).

Segundo Park (2010), a escolha de um cadáver feminino para apresentar a obra , um elemento que escapa das representações de uma dissecação pública da época, seria uma forma de demonstrar a superioridade de sua história em relação à de Galeno, uma vez que Galeno trabalhava com dissecação de animais e Vesalius tinha acesso a cadáveres humanos, indicando no livro, incluindo, algumas críticas ao trabalho de Galeno (SAUNDERS; O'MALLEY, 2002). Ainda assim, o sexo do cadáver dissecado por Vesalius seria central para sua apresentação como o fundador de uma anatomia reformada e a diferença de gênero entre o anatomista e seu objeto seria uma forma de mostrar um distanciamento (em relação à identidade e reciprocidade) entre os dois atores em cena (PARK, 2010). Apesar do destaque no frontispício, das imagens propriamente destinadas ao estudo do corpo humano, dentro do livro, apenas seis correspondem ao corpo feminino, com foco no útero (PARK, 2010).

Mesmo na presença de um corpo feminino na capa do livro e nos demais participantes da cena, é possível observar a multiplicidade de personagens que se envolveram em atividades relacionadas ao estudo do corpo humano. Podemos ver um público composto por diferentes atores sociais, como médicos, artistas, professores, alunos, barbeiros, mulheres dissecadas e clérigos (PIMENTEL, 2007). Perguntamo-nos por que esses personagens estão ali, qual era seu interesse ou que papel desempenharam no desenvolvimento desse conhecimento. Se o frontispício é a entrada ou elemento mais imediato da obra, o que nos convida a investigar a profundidade desta obra, é interessante pensar na importância dos personagens retratados e nos personagens que poderiam ser omitidos na ilustração.

Ainda sobre a presença feminina, as imagens podem nos ajudar a observar os espaços e o papel das mulheres na história. Os ilustradores e artistas eram majoritariamente homens e, assim, as mulheres foram, muitas vezes, representadas por homens (BURKE, 2016). Apesar disso, devido à omissão das mulheres nos documentos oficiais, os historiadores tiveram que recorrer às imagens para poder dar conta das atividades das mulheres em diferentes lugares e épocas.

Tomemos como exemplo dois quadros *"O nascimento de Maria"* (Anônimo, 1520) e "*A leiteira*" de Johannes Vermeer (1658-1660). Através dessas imagens (Figuras 2.5 e 2.6) podemos discutir o papel social da mulher no contexto do NCM, e as atividades realizadas pelas mulheres, que eram geralmente relacionadas ao ambiente doméstico. Naquele contexto, encontramos muitas imagens em que mulheres são retratadas realizando tarefas domésticas, ou atividades relacionadas ao cuidado como no caso das parteiras de *"O nascimento de Maria"*. Além disso, é possível discutir o papel desse ofício na produção de conhecimento a respeito do corpo feminino, que foi invisibilizado ao longo do tempo (PARK,2010).

Park (2010) afirma que no final do século XIV, início do século XV, houve um grande aumento da participação de médicos do sexo masculino no tratamento de mulheres para doenças relacionadas à concepção e ao acompanhamento da gravidez, apresentando-se como um contexto de crescente mercado para esses serviços. Ainda segundo a autora, os médicos passaram a ocupar espaços e funções antes realizados exclusivamente por parteiras ou outras mulheres experientes (tratamento da infertilidade, supervisão da gravidez e cuidado de bebês recém-nascidos),

Embora maridos e esposas invariavelmente contratassem parteiras e assistentes para administrar o parto em si, essas mulheres parecem cada vez mais colaborar com - e talvez em algum grau sob a supervisão de médicos. Em suma, vemos uma tendência crescente por parte dos habitantes urbanos prósperos da Itália do final do século XIV e do século XV de confiar suas vidas reprodutivas sob a

supervisão de médicos do sexo masculino. Na segunda metade do século XV, mulheres com medo de abortar consultaram seus médicos em vez de suas parteiras, enquanto os maridos registravam em seus livros de contas pagamentos feitos a médicos para o cuidado de suas esposas grávidas, parturientes e pós-parto (PARK, 2010).



**Figura 2.5- O nascimento de Maria (Anônimo, 1632)**



**Figura 2.6- A leiteira ( Vermeer, 1658-1660)**

### 2.1.3.2 Construção de imagens do outro – estereótipos

Como afirma Burke (2016), as imagens têm o potencial de criar uma visão do outro, documentando, neste caso, um encontro entre culturas e as relações desse encontro a partir do olhar de membros da outra cultura. Quando pensamos no nosso recorte histórico, período em que a expansão marítima estava ocorrendo, é preciso considerar que o conhecimento científico se estabeleceu através de dicotomias: cultura/natureza, masculino/feminino, objetividade/subjetividade, civilizado/selvagens (HARDING,2015). E que, como destaca Harding (2015), geralmente o elemento à esquerda do traço seria superior ao elemento à direita. Assim, nos registros dos povos originários pelos europeus, encontramos, em geral, artistas que apresentam o sujeito não ocidental como outro, fazendo uso de práticas representacionais utilizadas para representar a diferença, como a estereotipagem (HALL, 2016; STURKEN; CARTWRIGHT ,2018).

Burke (2016) aponta que, quando ocorrem encontros entre culturas, é provável que a imagem que cada cultura possui da outra seja estereotipada. Entretanto, Hall (2016) afirma que, geralmente o estereótipo é criado pelo grupo dominante (homem, branco, europeu) que demarca as diferenças daqueles que considera inferior, através do discurso ou de imagens. Os estereótipos reduziram os grupos a fundamentos fixados pela natureza, a poucas características físicas simplificadas (HALL,2016).

Quando voltamos nossa atenção para a produção de imagens dos povos originários, no contexto aqui destacado, vemos que negros africanos e, também, indígenas, eram muitas vezes representados como selvagens ou feras. Essas imagens foram uma importante ferramenta para justificar porque os negros poderiam ser escravizados ou porque indígenas poderiam ser submetidos e colonizados (BURKE, 2016; HALL, 2016).



**Figura 2.7- Canibais (Theodore Bry , 1593)**

Outro exemplo interessante a ser discutido é como a mulher, a partir do olhar masculino, muitas vezes era representada como bruxa naquele período. De acordo com Burke (2016), as bruxas eram retratadas como mulheres feias e associadas a animais e ao diabo. Nos séculos XVI e XVII, elas eram representadas mais frequentemente como cozinhando ou devorando bebês. Essa prática de representação justificava as perseguições ao grupo de mulheres que manipulavam ervas e, muitas vezes não seguiam os padrões impostos pela sociedade, e que eram interpretadas como bruxas. A prisão, a tortura e a execução eram mecanismos de manter essas mulheres com medo (FEDERICI,2017;2019).



**Figura 2.8- Bruxas rodeando os restos de corpos desenterrados ou tirados da forca (Francesco Maria Guazzo, 1608)**

A associação de negros, indígenas e mulheres com animais – macacos, porcos, cabras ou gatos – ou com figuras como bestas, monstros ou bruxas é uma das características da desumanização promovida pelo grupo que detinha o poder do discurso, seja através das imagens ou da escrita/fala (BURKE, 2016, HALL, 2016).

Na presente sessão, trouxemos questões relacionadas ao uso de imagens, com base em estudo da Cultura Visual, para discutir aspectos relacionados à construção do conhecimento científico, com enfoque no estudo do corpo humano nos séculos XVI e XVII. Além de discutir, a partir da HCC, as práticas e atores sociais envolvidos no processo de produção dessas imagens, também apresentamos possibilidades de temas a serem discutidos a partir das imagens produzidas no período mencionado. Entendendo que as imagens são fontes históricas como quaisquer outros tipos de documentos, colocar a cultura visual como meio de olhar as imagens, permitiu repensá-las, bem como questionar e refletir sobre o seu papel na comunicação e constituição do conhecimento científico e das relações sociais que o permeiam. A seguir, apresentamos a sessão referente a identidade cultural.

## 2.2 Identidade e o Corpo Humano

A pesquisa sobre identidade tem uma longa tradição no campo da educação e começou a fazer sua presença também ser sentida no campo da educação em ciências nas últimas décadas (LEE, 2012). A literatura cientifica da área explora como as identidades que os estudantes desenvolvem em ambientes educacionais formais e informais são parte integrante das experiências que eles têm tanto nesses quanto em outros ambientes (VARELAS *et al.*, 2020).

Entendemos que a identidade se refere à compreensão que alguém tem de si mesma e dos papéis que reconhece desempenhar no mundo (BRICKHOUSE; PORTER, 2001; GEE,2000). A identidade de uma pessoa é dinâmica por natureza e pode mudar de contexto para contexto (GEE, 2000; HALL,2014). Assim, cada pessoa possui várias identidades que ao mesmo tempo que se articulam, se interferem mutuamente. Dessa forma, identidades são negociadas e estão em constante mudança, sendo colocadas em primeiro ou segundo plano, dependendo dos contextos em que se encontram (HALL, 2015; VARELAS *et al.*, 2020).

Avraamidou (2019a) afirma que as identidades devem ser vistas como algo cultural e histórico. Dessa forma, o modo como uma pessoa constrói sua identidade não pode ser separada do contexto social no qual ela vive, o que nos permite pensar na interconexão do indivíduo com o mundo e expandir nossa visão do indivíduo para incluir estruturas sociais na construção de identidades (GEE,2000, BRICKHOUSE,

2001). De acordo com Wordward (2014), a identidade de uma pessoa é construída tanto simbolicamente quanto socialmente e adquire sentido por meio da linguagem e de sistemas simbólicos. Ainda de acordo com autores como Hall (2014), ela (identidade) é relacional e marcada pela diferença.

Várias pesquisas investigaram as identidades científicas dos alunos (ARCHER; DEWITT; OSBORNE, 2015; BRICKHOUSE; LOWERY; SCHULTZ, 2000; BROWN, 2004; CALABRESE-BARTON *et al.* 2013), dos professores (AVRAAMIDOU,2019b) e as identidades dos próprios cientistas (AVRAAMIDOU, 2021b ; CARLONE; JOHNSON, 2007; CHARLESTON; ADSERIAS, 2014). Aqui focaremos nos estudos relacionados as identidades cientificas dos estudantes.

Entendemos que a identidade científica é definida como a percepção de si mesmo, bem como o reconhecimento pelos outros como uma pessoa capaz de participar da ciência (CARLONE, JOHNSON,2007). No entanto, nos aproximamos de Avraamidou (2020) que estende o entendimento da identidade cientifica para algo mais amplo, reconhecendo infinitas maneiras de se tornar uma pessoa ‘cientifica”. Nesse caminho, a autora aponta para um processo que está sempre vinculado a um lugar ou contexto sociopolítico.

Como Shanahan (2009) destaca, alguns dos estudos focados nas identidades cientificas dos estudantes tiveram como foco as identidades que eles mantêm fora da sala de aula, destacando raça, gênero, classe e relações familiares, e as maneiras pelas quais essas identidades afetam a participação e o seu envolvimento na ciência. Já outros estudos, como aponta a autora, se concentraram nas características sociais das trajetórias de identidade científica, para examinar as negociações de identidade dos estudantes ao longo do tempo, cruzadas por categorias de diferença linguísticas, raciais e econômicas (SHANAHAN, 2009). Estes estudos forneceram evidências do quão complexo é o processo de formação de uma identidade científica e como ela é relacional a outras identidades como de gênero, religiosa e étnica (AVRAAMIDOU, 2019a; 2020; 2021b ; SHANAHAN,2009). Ao mesmo tempo, os resultados desses estudos mostraram que a identidade científica fornece uma lente valiosa para explorar a (não) participação na ciência de certos atores sociais (AVRAAMIDOU,2020; SHANAHAN, 2009,).

Essa não participação na ciência, muitas vezes, está relacionada às concepções que os estudantes possuem sobre a produção do conhecimento científico que é resultante de como esta é apresentada dentro e fora do espaço escolar (WALLS, 2012; WOOD *et al.*, 2012). Assim, as percepções estereotipadas da atividade científica como elitista, individualista e masculina e dos cientistas como homens brancos de cabelos desgrenhados, vestindo um jaleco branco e trabalhando

em um laboratório podem contribuir para a marginalização dos estudantes em relação à ciência (AVRAAMIDOU, 2021a; BRICKHOUSE, 1994; BRICKHOUSE; POTTER, 2001 ;FARIA *et al.,* 2014; GURGEL; PIETROCOLA; WATANABE, 2014). De acordo com Carlone e Johnson (2007) e Archer, DeWitt e Osborne (2015), a imagem de uma pessoa de ciência é altamente racial e de gênero. Em outras palavras, a comunidade científica não acolhe aqueles que não "olham e agem de certas maneiras". (AVRAAMIDOU, 2020a; 2020b; CARLONE; JOHNSON 2007). Com base nisso, Carlone e Johnson (2007) apontam que os estudantes não tendo exemplos de pessoas que se parecem e falam como eles no papel de cientista não se percebem como capazes de fazer ciência (CARLONE; JOHNSON,2007).

Outras pesquisas dialogam com esses dados quando apontam que estudantes de grupos sociais não reconhecidamente praticantes da ciência acabam por perceber uma incompatibilidade cultural que os afasta daquele conhecimento (BRICKHOUSE, LOWERY; SCHULTZ, 2000; BRICKHOUSE;PORTER, 2001; CHAPMAN; FELDMAN, 2017). Estudos que relacionam a identidade cultural e científica à sub-representação de gênero e etnias nas aulas de ciências corroboram com essa afirmativa (CARLONE; JOHNSON, 2007; VARELAS *et al.*, 2019).

Quando falamos de identidade étnica, os racismos institucionais são sustentados pela exclusão sócio-histórica de grupos étnicos minoritários do conhecimento científico nas sociedades ocidentais. Faltam na ciência exemplos de grupos étnicos minoritários, como mulheres negras e latinas (AVRAAMIDOU, 2019a; VARELAS *et al.*, 2019). Os desafios enfrentados por alunos de minorias étnicas na sala de aula de ciências foram amplamente documentados nas escolas (BRICKHOUSE ; POTTER, 2001; CARLONE; JOHNSON, 2007; CARLONE *et al*., 2014; WADE-JAIMES; SCHWARTZ,2018).

Em relação à sub-representação de gênero, o conhecimento científico, como outras formas de conhecimento, é masculino. De acordo com Brickhouse (2000), a ciência não pode produzir conhecimento livre de cultura e neutro de gênero, porque a epistemologia da ciência iluminista é imbuída de significados culturais de gênero. Assim, as disciplinas científicas toleram expressões de masculinidades, mas limitam expressões de feminilidade (AVRAAMIDOU, 2019a). Segundo Conceição e Aras (2013), o caráter androcêntrico deste tipo de conhecimento tem excluído as mulheres das estruturas sociais da ciência, ou seja, esse universo é historicamente construído no masculino.

Em outras palavras, se uma pessoa com identidades marginalizadas (por exemplo, mulher, negro, indígena, latinos, queer) vivencia a ciência como uma comunidade de homens brancos, heterossexuais, que produzem conhecimento

universal, apresentado como livre de cultura e metódico, ela não pode desenvolver uma identidade científica compatível com suas identidades raciais, étnicas, de gênero e culturais A partir do que foi exposto, é possível afirmar que a identidade oferece uma lente valiosa para examinar a sub-representação, pois nos fornece ferramentas para examinar a complexa mistura dos aspectos pessoais, sociais, culturais e políticos do que significa se tornar um cientista e, ao mesmo tempo, lançar luz sobre questões relacionadas a valores ético-políticos, poder e sistemas de opressão (ARCHER *et al.*, 2021; AVRAAMIDOU, 2020; BROWN *et al.*, 2016).

Quando falamos de identidade, o corpo é um dos locais envolvidos no estabelecimento das fronteiras que definem quem nós somos. O corpo é o local primeiro da nossa identidade (GOELLNER,2013; WOODWARD,2014). Goellner (2013) defende que o corpo não é apenas um corpo com suas estruturas anatômicas e de suas fisiologias, mas também é fruto das interações e intervenções que sofre em contato com o seu entorno. Segundo a autora, o corpo é um constructo social, histórico e cultural.

Nesse sentido, o corpo é também construído pela linguagem, que tem o poder de nomeá-lo, classificá-lo, definir normalidades/anormalidades e está sujeito a regimes de normatividade (FERNANDES ; BARBOSA, 2016; GOELLNER, 2013; HALL, 2014). A escola é um dos espaços de normatização dos corpos, de práticas discursivas disciplinares, seja nas regras de convivência dentro do espaço escolar, produzindo e reproduzindo comportamentos esperados relacionados ao gênero, etnia e classe social, seja no modo como o corpo humano é apresentado ao longo dos anos escolares, nas disciplinas Ciências e Biologia (FERNANDES; BARBOSA, 2016; GOELLNER, 2013; LOURO,2014; SANTOS ;SILVA, 2019; TRIVELATO, 2005).

A Biologia escolar tem sido representada como um espaço que fala e produz como são e devem ser os corpos, traduzindo noções que são reconhecidas ou se reconhecem como do campo biológico (SANTOS ;SILVA, 2019). A legitimação do corpo apresentado nas aulas de ciências e biologia é dada através do discurso científico, marcado pela produção da “verdade” universal da ciência (SANTOS; SILVA, 2019). O corpo é, em geral, apresentado apenas em seus aspectos anatômicos e fisiológicos, sendo definido por seus órgãos e funções, uma espécie de corpo universal.

De acordo com Viannay e Selles (2016) reduzir o estudo do corpo humano às perspectivas anatômicas e fisiológicas implica em ignorar a grande importância social e cultural que o corpo humano representa na vida dos estudantes, principalmente dos adolescentes. E, assim, ignorar que os estudantes são dotados de corpos inseridos numa dada cultura, numa dada sociedade em um dado momento histórico. Essa

abstração do corpo pode levar os estudantes a um não reconhecimento deste corpo como sendo o seu (FIGUEREDO;SEPULVEDA, 2018; VILELA; SELLES, 2015).

Um dos motivos dessa falta de reconhecimento, de acordo com Trivelato (2005), é a fragmentação com que o corpo é apresentado aos estudantes ao longo dos anos de aprendizado. Segundo a autora, o corpo é dividido em cabeça, tronco e membro nas séries iniciais, no ensino fundamental ele é dividido em sistemas e no ensino médio ocorre o estudo através do ponto de vista celular e da comparação com os demais seres vivos. Esse ensino fragmentado representa em pranchas e esquemas partes separadas do corpo, aprofundando o entendimento do corpo em partes, e, assim, comprometendo a construção de uma noção integrada sobre seu funcionamento (TRIVELATO, 2005; VILELA; SELLES, 2015)

Nessa perspectiva, Macedo (2005) afirma que a representação do corpo humano nos livros didáticos e nas aulas de ciências retira o mesmo dos espaços culturais que ocupa. Os corpos são, então, apresentados como objetos de manipulação dos cientistas e algo externo aos sujeitos que os manipulam. Outro modo de retirada do corpo dos seus espaços culturais é a objetificação: o corpo é comparado a máquinas (que precisam de combustível para funcionar), ou a uma casa (em que os sistemas corresponderiam aos cômodos da casa), ou a analogias, como no caso de o coração ser entendido como uma bomba, ou o olho como uma máquina fotográfica. Nestes exemplos, além dos seus contextos culturais serem deixados de lado, a dimensão biológica do corpo é reduzida ao mecânico.

Para Vilela e Selles (2015), a fragmentação do corpo humano no ensino acompanha abordagens mecanicistas e simplificadas dos processos fisiológicos, operando com analogias reducionistas. Com isso, produz-se um discurso científico a respeito de um corpo idealizado, que não coincide com os corpos “reais” dos estudantes.

Além disso, existem outros aspectos na abordagem do corpo humano que geram esse não reconhecimento. Por exemplo, o binarismo de sexo, gênero, sexualidade, o embranquecimento desses corpos e a invisibilidade dos corpos considerados periféricos. Nas imagens de corpos humanos presentes nos livros didáticos, encontramos um corpo modelo, que ignora e invisibiliza os diferentes corpos existentes, principalmente, quando consideramos que aqueles que tem contato com essas imagens são adolescentes. Adolescentes que estão passando por transformações grandes em seus corpos, e não se reconhecem diante dos corpos perfeitos representados nesses livros (RIBEIRO *et al*.,2019; SANTANA ; WALDHELM, 2009;). Em relação ao binarismo sexo e gênero, Santos e Silva (2019) e Santos (2020) trazem reflexões importantes sobre a experiencia de pessoas transsexuais no ensino

de biologia e como o discurso biológico, muitas vezes, apresenta esse e outros corpos como corpos “errados” numa perspectiva biológica, marginalizando-os. Na pesquisa relatada por Santos e Silva (2019), uma das pessoas entrevistadas afirma que o corpo presente nos livros didáticos é um corpo que não existe, e que ignora os corpos negros, gordos, com necessidades especiais e, claro, os corpos de pessoas transsexuais.

Este relato dialoga com Silvério e Motonkane (2019), cujo trabalho investiga como o corpo humano é representado, do ponto de vista racial, em algumas coleções de livros didáticos de Biologia. Os autores mostram que a grande maioria dos modelos anatômicos representam pessoas brancas. A autora ainda chama a atenção para o fato de que essa representação parece normatizar o branco como legítimo representante da espécie. Considerando que a população negra compõe mais de 54% da população brasileira, esta está fortemente sub-representada.

Entendendo que a literatura aponta que o reconhecimento é uma dimensão central da identidade e que impacta no desenvolvimento da identidade científica (AVRAAMIDOU, 2020; 2021b; CARLONE; JOHNSON,2007) e que uma das fontes de reconhecimento incluem o autorreconhecimento, esta sub-representação de corpos pode levar os estudantes a encontrarem dificuldades em reconhecer o corpo humano apresentado nos livros didáticos e nas aulas de Ciências e Biologia como igual ao seu corpo. Avraamidou (2019a) afirma que os processos de marginalização e não reconhecimento, tornam a diferença uma experiência corporal, em que estudantes percebem seus corpos como inaceitáveis pelos outros em locais específicos.

Se o estudante não reconhece aquele conhecimento científico produzido como sendo feito para e sobre ele, ele pode não se reconhecer capaz de dialogar e questionar o conhecimento científico que lhe é apresentado. Isto porque não reconhece aquele conhecimento como pertencente a sua cultura (CARLONE; JOHNSON,2007). A partir do que foi exposto, defendemos que é importante trazer para a sala de aula discussões a respeito de como o conhecimento sobre o corpo humano, que hoje estudamos nas aulas de Ciências e Biologia, foi historicamente construído, para que os estudantes compreendam que este conhecimento não é natural, ou seja, que é uma construção permeada por relações de poder, escolhas e apagamentos

### 2.3 Diálogos entre os aportes teóricos

Nesta seção, procuramos indicar os diálogos existentes entre os diferentes aportes teóricos utilizados nesta tese. Inicialmente, destacamos que os aportes da História Cultural da Ciência, da Cultura Visual e as discussões a respeito da

identidade, que trazemos nesta tese, surgem no movimento chamado *cultural turn.* Movimento esse em que ao colocar em foco as questões culturais dialoga com nosso objetivo de apresentar e discutir com os estudantes a ciência como cultura. Quando pensamos neste enfoque da cultura, dialogamos com Hall (2016), quando o autor afirma que a representação é uma das práticas centrais que produz a cultura. Para o autor, esta representação envolve o uso da linguagem, de signos e imagens que são parte essencial do processo pelo qual os significados são produzidos.

Todas as práticas de significação que produzem significado envolvem relações de poder, incluindo o poder de definir quem é incluído e quem é excluído. Quando pensamos na prática de produção de imagens, o domínio do *visível* e o do invisível situa-se na esfera do poder e do controle social, do ver e ser visto, do dar-se a ver ou não se dar a ver, da visibilidade e da invisibilidade (MENESES, 2003).

A representação está, assim, ligada à identidade e ao reconhecimento. E quando pensamos na construção dessas identidades, elas não são construções isoladas, mas são inextricáveis tanto dos indivíduos, quanto de seus arredores e relacionamentos. De acordo com Backes (2016), os estudos sobre a construção das múltiplas identidades em diferentes espaços, como o ambiente escolar, mostram que há uma cultura hegemônica que procura gerar processos de normatização que, por sua vez, geram processos de discriminação e subalternização. Quando pensamos na representação do corpo humano nas imagens presentes nas aulas e livros didáticos de ciências ou em outros espaços, como exposições de museus, vemos que grupos como mulheres, negros, indígenas são sub-representados ou quando representados, estão de maneira que reforçam estereótipos (DAWSON *et al.*, 2020).

Para fechar, destacamos que as imagens podem ser utilizadas em ambientes e culturas diferentes das que foram produzidas (BURKE, 2016), o que nos leva à defesa da sua utilização em aulas de Ciências. A HCC, como destacamos anteriormente, permite tornar visíveis atores sociais até então ignorados na construção do conhecimento científico. E essa visibilidade pode ser obtida através de imagens históricas em que esses atores foram ou não retratados. Além disso, podemos concluir, através dos exemplos trazidos até então, que as imagens têm potencial para suscitar discussões históricas sobre a produção científica nas aulas de ciências, bem como um papel importante na constituição de entendimentos sobre o processo de construção da ciência.

## 2.4 Abordagem Metodológica

Como já dito na introdução desse texto, essa investigação é composta por uma parte teórica e uma parte empírica. Na parte teórica da pesquisa foi realizada uma revisão da literatura sobre historiografia relacionada à HC, aprofundando os estudos da vertente historiográfica HCC, como apresentado no item 2.1.1. Além disso, foi feita uma pesquisa bibliográfica sobre o estudo do corpo humano nos séculos XVI e XVII, através da leitura de fontes primárias e secundárias sobre as práticas científicas realizadas nesse contexto, a fim de criar subsídios teóricos para entender a construção do conhecimento a respeito do corpo humano no período estudado (que será apresentado como síntese histórica ao longo do capítulo 4). É importante ressaltar que a parte teórica e a parte empírica foram construídas ao longo do processo da pesquisa-ação, descrito na subseção 2.4.1, gerando dados para construção de cada etapa da pesquisa. Dessa forma, os resultados das duas partes da pesquisa (levantamento histórico e parte empírica) serão apresentados em conjunto no capítulo 4.

Na parte empírica da pesquisa, seguindo a tendência da área, como apontou nossa revisão bibliográfica, optamos pela abordagem qualitativa com o objetivo de analisar de maneira mais aprofundada as atividades realizadas, devido à quantidade de variáveis envolvidas na pesquisa e a complexidade dos dados obtidos. (BOGDAN; BIKLEN, 1994; LUDKE; ANDRÉ, 2013). De acordo com Bogdan e Biklen (1994), a pesquisa qualitativa tem no ambiente sua fonte direta de dados e o próprio pesquisador como principal instrumento da coleta de dados, uma vez que este deve estar imerso no ambiente a ser estudado. Além disso, os dados coletados são descritivos, de forma tal que as impressões, reflexões, percepções, o significado que as pessoas dão as coisas são focos de atenção especial do pesquisador e tornam-se dados a serem analisados (BOGDAN; BIKLEN, 1994; FLICK, 2009).

Importante destacar que os objetivos nos levam à abordagem qualitativa, pois, de acordo com Erickson (2012), ela é especialmente apropriada quando queremos obter informações detalhadas das implementações realizadas no campo educacional, identificando e compreendendo as motivações dos participantes da pesquisa e as mudanças que ocorrem ao longo do tempo. Dentre o recorte da pesquisa qualitativa, muitas possibilidades podem ser consideradas para o desenvolvimento da pesquisa em si. Pelas características da presente pesquisa, nos afastamos da tendência das pesquisas voltadas ao ensino fundamental II, como apontado no capítulo 1, e optamos pela metodologia da pesquisa-ação, conforme apresentaremos na próxima subseção.

### 2.4.1 Pesquisa-ação Histórica

Para a realização deste trabalho optamos pela metodologia da pesquisa-ação (THIOLLENT, 2011; TRIPP, 2005). Neste tipo de estratégia os pesquisadores desempenham papel ativo na tentativa de solucionar os problemas observados no local da pesquisa, bem como na elaboração, acompanhamento e avaliação das ações desencadeadas em função desses problemas. Para o desenvolvimento da pesquisa-ação é fundamental a ampla interação entre pesquisadores e pessoas implicadas na situação investigada (THIOLLENT,2011). Na pesquisa-ação o objeto da investigação não é constituído por pessoas, mas por uma situação social e os problemas encontrados na mesma (THIOLLENT, 2011).

Ainda segundo Thiollent (2011), a pesquisa-ação tem como característica não se limitar a uma forma de ação, uma vez que busca aumentar tanto o conhecimento dos pesquisadores quanto o das pessoas e grupos envolvidos na mesma. Autores, como Tripp (2005), defendem que a pesquisa-ação, voltada para fins educacionais, contribui para o desenvolvimento de professores e pesquisadores, viabilizando a utilização de uma pesquisa para aprimorar as práticas de ensino. De acordo com Santos e Greca (2013), a pesquisa-ação tem promovido uma aproximação ao ambiente escolar, contribuindo não apenas para a formação do professor e sua capacitação como pesquisador da sua prática docente, mas também aparece como uma alternativa para diminuir a lacuna existente entre a pesquisa e prática.

De modo geral, esta metodologia de pesquisa inicia-se com um planejamento, que envolve o reconhecimento da situação (fase exploratória), passando à implementação (ação), monitorar e descrever os efeitos da ação, avaliação dos resultados da ação para planejar uma melhora na prática e reiniciar o ciclo (TRIPP, 2005). Em nossa pesquisa, adaptamos o processo da pesquisa-ação com o objetivo de levar elementos da HCC para a sala de aula através desta metodologia, como utilizada por Cardinot (2020). Na adaptação proposta, a investigação histórica foi incluída como uma das etapas da utilização da pesquisa-ação no ensino de ciências.

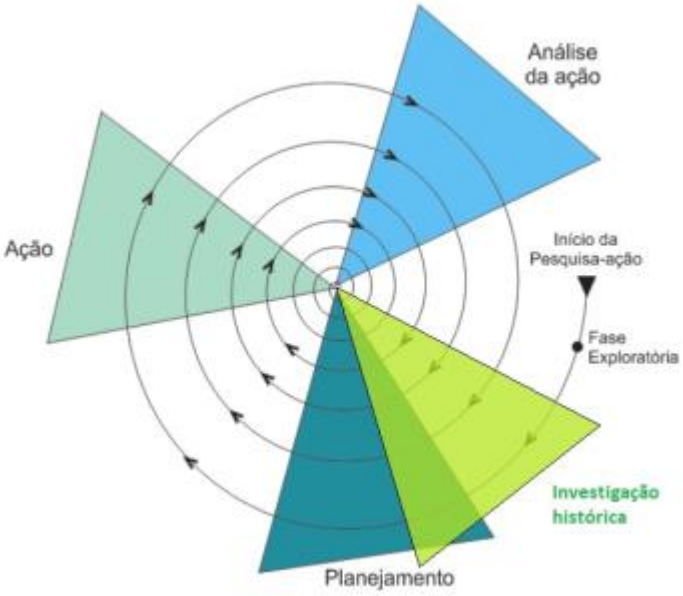



**Figura 2.9 - Esquema da Pesquisa-ação histórica**

A figura 2.9 apresenta a adaptação ao esquema da pesquisa-ação apresentada por Cardinot (2020). Após a análise de cada um dos momentos da pesquisa, as novas questões que surgem encaminham uma nova investigação histórica.

A fase de análise da ação foi desenvolvida em conjunto com o grupo de pesquisa do qual a pesquisadora é integrante. O grupo NIEHCC (Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura), composto por professores e pesquisadores de diversas áreas das ciências, em suas reuniões semanais, discutia conjuntamente os resultados parciais apresentados pela pesquisadora, auxiliando no planejamento das atividades seguintes da pesquisa, incluindo as novas pesquisas historiográficas.

A metodologia de trabalho do NIEHCC vai ao encontro da metodologia da pesquisa-ação, sendo que o grupo como um todo acompanha todas as etapas das pesquisas desenvolvidas, servindo de base para a elaboração dos passos seguintes, seguindo a dinâmica dos seminários de que fala Thiollent (2011), ou seja, são reuniões dos investigadores envolvidos na pesquisa-ação destinadas a examinar, discutir e tomar decisões acerca do processo de investigação. A pesquisa-ação ao mesmo tempo altera o que está sendo pesquisado e é limitada pelo contexto e pela ética da prática (TRIPP, 2005).

A pesquisa-ação deixa a critério do pesquisador a escolha de métodos da

pesquisa para a coleta de dados desde que observados os princípios gerais de construção destas ferramentas. Descrevemos a seguir as estratégias utilizadas para a obtenção de dados desta pesquisa.

### 2.4.2 Coleta de Dados

Para a coleta de dados optamos por métodos que nos permitissem realizar análises qualitativas, capazes de orientar os próximos passos da investigação e a busca da resposta a nossa pergunta de pesquisa. Além disso, a coleta de dados estava sempre atrelada à prática de sala de aula. Utilizamos como ferramenta de coleta de dados:

(1) *Atividades realizadas em sala de aula* – ao longo da pesquisa foram realizadas atividades em sala de aula, que serão detalhadas nos próximos capítulos. As respostas (escritas e desenhos) elaboradas pelos estudantes durante a realização destas atividades foram recolhidas, analisadas pela pesquisadora e discutidas com o grupo de pesquisa. No grupo, a análise final era realizada, possibilitando a elaboração dos próximos passos da pesquisa (BOGDAN, BIKLEN, 1994; THIOLLENT, 2011);

(2) *Gravação de áudio das aulas* (BOGDAN; BIKLEN, 1994) – todas as aulas foram gravadas, bem como as discussões realizadas pela professora com os alunos reunidos em grupo. Foram gravadas, também, conversas entre os estudantes e a professora-pesquisadora em que era solicitado aos estudantes que dissertassem sobre respostas escritas durante as atividades realizadas em sala de aula. Estas respostas foram cruzadas com o registro escrito dos alunos;

(3) *Diário de Campo, escrito pela professora* (BOGDAN; BIKLEN, 1994) – ao final de cada aula envolvida no projeto, a professora-pesquisadora registrava, numa espécie de diário, suas impressões sobre as atividades realizadas, a participação das turmas, e sua atuação enquanto docente no desenvolvimento das atividades.

Importante ressaltar que os registros em áudio das falas dos estudantes foram coletados com a permissão dos estudantes da turma e da escola através da assinatura de termo de consentimento por parte dos alunos e de uma declaração de autorização da pesquisa por parte da direção da escola. Por questões éticas, tanto a escola como os estudantes não serão identificados nessa pesquisa. No próximo capítulo apresentaremos o contexto da pesquisa.

A pesquisa-ação não especifica em detalhes como tratar os dados obtidos ao

longo da pesquisa. Dessa forma, foi necessário buscar uma ferramenta de análise, que dialogasse com nosso objetivo, com o referencial teórico-metodológico e que permitisse uma melhor organização e entendimento do desenvolvimento das atividades de pesquisa. Nesse caminho, optamos por utilizar uma análise descritiva e qualitativa dos dados (ERICKSON, 2012), triangulando os materiais resultantes de dois anos de pesquisa, a fim de encontrarmos os elementos para responder a nossa pergunta de pesquisa.

No próximo capítulo apresentaremos o contexto em que a pesquisa foi realizada, apresentando o espaço escolar, as turmas, o currículo e a professora/pesquisadora. Além disso, apresentaremos a fase exploratória da pesquisa-ação e discutiremos os resultados que geraram subsídios para o desenvolvimento das demais etapas da pesquisa.

# 3. Contexto da Pesquisa

Neste capítulo descrevemos o contexto no qual se desenvolveu a presente pesquisa. Serão apresentados a unidade escolar, as turmas onde as atividades foram desenvolvidas, o currículo de Ciências referente ao 8ºe 9º anos, a trajetória da professora-pesquisadora e a fase exploratória da pesquisa-ação com seus resultados que geraram subsídios para as demais etapas da pesquisa (que serão descritas no capítulo 4).

## 3.1 O ambiente da pesquisa

### 3.1.1 Unidade Escolar

A pesquisa foi desenvolvida em uma escola da rede pública estadual do Rio de Janeiro, localizada em um bairro do município de Duque de Caxias, na Baixada Fluminense. A escola abriga apenas turmas de Ensino Fundamental II e funciona apenas nos turnos matutino e vespertino. Em cada turno há cinco turmas. No turno da manhã há três turmas de 8º ano e duas turmas de 9º ano e na parte da tarde, 2 turmas de 6º ano e três turmas de 7º ano.

A escola é uma das unidades escolares públicas mais antigas do bairro, com mais de 50 anos de existência, sendo considerada de caráter familiar pela comunidade local, pois os pais e até avós dos estudantes foram alunos da escola. O bairro onde a escola se localiza tem poucas opções de lazer e espaços de cultura, com transporte deficiente e caro. Este é um bairro dormitório, uma vez que a maioria dos seus moradores trabalham em locais distantes. A escola e os templos religiosos são os principais locais de interação social dos estudantes.

A escola possui um espaço físico limitado, com pouca infraestrutura. As cinco salas de aula não possuem climatização, e, após uma pequena reforma realizada na unidade em 2018, o pátio foi transformado em uma quadra pequena, que fica entre o refeitório e as salas de aula localizadas na parte de baixo da escola. Quando ocorrem atividades na quadra, as janelas das salas de aula próximas precisam ser fechadas, para que o som não atrapalhe o andamento das aulas. Há uma sala de vídeo, com um aparelho de projetor de slides, que divide espaço com as estantes de livros que são utilizados pelos estudantes (sala de leitura) e com uma sala de informática, na qual os computadores não funcionam. Não há acesso à internet na escola.

A equipe de Ciências é formada por dois professores, sendo a professora-pesquisadora, a regente da disciplina que leciona há mais tempo na unidade escolar,

desde 2009. A escola não possui porteiro, e há apenas um funcionário de apoio por turno. Não há orientador educacional, nem coordenador pedagógico, e o acompanhamento dos professores é feito pela diretora adjunta da unidade.

O corpo docente, de um modo geral, é bastante heterogêneo, com a grande parte lecionando na escola há bastante tempo, possuindo formação no nível de pós-graduação (a maioria *lato-sensu*) e três professoras com mestrado. A professora pesquisadora foi aluna desta escola, tendo realizado toda a sua formação de Ensino Fundamental na unidade, bem como outras quatro professoras, que inclusive, estudaram com ela.

### 3.1.2 As turmas

Como já dito anteriormente a escola abriga três turmas de 8º ano e duas turmas de 9° ano no turno da manhã. A professora-pesquisadora geralmente leciona para uma das turmas de 8º ano e para as duas turmas de 9º ano. As turmas de Ensino Fundamental II têm quatro tempos semanais de 50 minutos de aula de Ciências, distribuídos em dois tempos seguidos, ou seja, com encontros duas vezes na semana, o que permitiu um aproveitamento maior de tempo durante as atividades realizadas.

No primeiro ano de desenvolvimento de pesquisa, a turma de 8º ano na qual ocorreu a pesquisa, possuía 34 estudantes (23 meninas e 11 meninos), fugindo dos padrões das demais unidades estaduais, que chegam a ter quase 50 alunos por turma. A turma apresentava uma média de idade de 12 anos, não havendo uma defasagem idade-série muito grande. Grande parte da turma estudava na escola desde o 6º ano e nenhum dos estudantes havia sido aluno da professora-pesquisadora. Grande parte da turma apresentava dificuldades de leitura e escrita, um dos muitos obstáculos que se apresentaram na realização das atividades de pesquisa, como discutiremos adiante. No entanto, esta turma tem uma característica que nos chamou a atenção: muitos estudantes, a maioria meninas, possuem o hábito da leitura, sendo frequentadores assíduos da pequena biblioteca que temos na escola.

A turma era bastante agitada, o que demandava sempre bastante energia e trabalho da professora-pesquisadora para realizar atividades com eles. Apesar disso, os estudantes eram bastante participativos e curiosos, gostavam bastante de realizar as atividades propostas pela professora-pesquisadora. Apenas um pequeno grupo de estudantes não demonstrava muito interesse pelas atividades, sem, entretanto, perturbar o andamento das aulas. A professora-pesquisadora não observou a formação de grupos ao longo das aulas, e os estudantes estavam sempre sentados em locais diferentes a cada aula.

No segundo ano de desenvolvimento de pesquisa, os estudantes aprovados da

turma de 8º ano foram distribuídos entre as duas turmas de 9° ano da escola. Assim, realizamos as atividades de pesquisa nas duas turmas, mas optamos por utilizar os dados de apenas uma, para que pudessem ser analisados de forma mais pormenorizada. A turma do 9º escolhida foi aquela que possuía a maior quantidade de estudantes da turma de 8 º ano anterior (11 estudantes – 6 alunas e 5 alunos).

A turma do 9º ano possuía 34 estudantes (20 meninas e 14 meninos) e média de idade 14 anos, com dois alunos repetentes e três alunos vindo de outras escolas e, exceto os estudantes que participaram da pesquisa no ano anterior, nenhum havia sido aluno da professora-pesquisadora. Assim como no ano anterior, grande parte da turma apresentava dificuldades de leitura e escrita, mas eram bastante participativos, questionadores e mais tranquilos que a turma do ano anterior. Estavam sempre dispostos a realizar as atividades propostas. Ao contrário do ano anterior, essa turma se apresentava organizada em grupos de estudantes, que geralmente se sentavam sempre juntos e nos mesmos locais da sala de aula.

### 3.1.3 O Currículo de Ciências do Oitavo Ano e Nono Ano

As escolas da rede estadual de ensino do Rio de Janeiro adotam o chamado Currículo Mínimo (SEEDUC, 2012), documento elaborado a partir dos documentos de orientação do MEC (LDB, DCN, PCN), e que fornece diretrizes para a abordagem dos temas no segundo segmento do Ensino Fundamental. O Currículo Mínimo proposto para a área de Ciências Naturais dos anos finais do Ensino Fundamental II, visa apresentar aos estudantes a estrutura conceitual e a linguagem científica das disciplinas Biologia, Física e Química.

Assim, no Oitavo ano do Ensino Fundamental II, os estudantes são apresentados aos conteúdos relacionados ao corpo humano. O tema da circulação do sangue é geralmente abordado no segundo bimestre letivo, que tem como foco o “Metabolismo central: o corpo gasta energia”. As habilidades e competências a serem desenvolvidas nessa temática são: reconhecer que para desenvolver qualquer atividade o organismo requer uma ação conjunta das suas funções hormonal, respiratória e circulatória; identificar a alimentação, a digestão, a respiração, a circulação e a excreção como etapas funcionais da nutrição. Para o terceiro bimestre, o tema é a visão, que tem como foco “Dinâmica de manutenção do ambiente interno: o corpo reage aos estímulos”. As habilidades e competências a serem trabalhadas nessa temática são: a percepção que o sistema endócrino, o sistema nervoso e os órgãos dos sentidos como responsáveis pela relação do organismo com o ambiente.

No 9º ano, os conteúdos relativos à Química e à Física são indicados a serem trabalhados de forma contextualizada a partir das questões energéticas. O tema do

uso de lentes foi trabalhado no 2º bimestre, que tem como foco do currículo “Combustíveis: da origem ao destino” e o tema sobre eletricidade medicinal foi trabalhado no 3º bimestre, que tem como foco principal as fontes e formas de energia. Embora os temas pareçam fugir do currículo proposto, nos apoiamos no documento oficial do currículo mínimo (SEEDUC, 2012). O documento destaca que a proposta é de um currículo mínimo, para possibilitar ao professor fazer escolhas mais adequadas à diversidade cultural dos alunos e à realidade de cada escola, tendo espaço em seu plano de ensino para inserir os temas que considerar necessários para aprofundá-lo ou ampliá-lo.

### 3.1.4 A professora-pesquisadora

Nesta seção, será descrita a professora-pesquisadora, que é a condutora da pesquisa e que escreve o texto desta tese. A docente envolvida na ação é do gênero feminino, sendo formada no curso de licenciatura em Ciências Biológicas desde 2008, ingressando na carreira de magistério no ano de 2009. Ela foi aluna Pré-Vestibular para Negros e Carentes - Núcleo Castro Alves e atualmente é uma das professoras de Biologia do Pré-Vestibular Social Solano Trindade, no bairro onde reside.

Durante a graduação, no ano de 2008, foi monitora das Disciplinas Didática Especial das Ciências Biológicas I e II, participando da elaboração das atividades didáticas da disciplina acompanhando e auxiliando a professora e os estudantes em suas atividades e integrando a equipe do Projeto Fundão Biologia. Neste projeto teve contato, pela primeira vez com a questão da pesquisa no Ensino de Ciências e a importância da reflexão sobre a prática docente.

Em 2009, após aprovação em concurso público, assumiu a primeira matrícula na Rede Estadual de ensino, tendo como lotação a escola na qual a pesquisa foi realizada. Neste mesmo ano e no seguinte foi professora substituta de Biologia das turmas do 1º ano do Ensino Médio do Colégio de Aplicação da Universidade Federal do Rio de Janeiro (CAp–UFRJ). Neste período, participou da orientação de estagiários do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), que visa à formação inicial desses estagiários, através da orientação na produção de materiais didáticos e elaboração de atividades realizadas. Essa experiência proporcionou mais uma vez o contato com a pesquisa em ensino de Ciências e a oportunidade de refletir sobre sua pratica docente. Em 2012, assumiu sua segunda matrícula na rede estadual de ensino, sendo alocada em um CIEP localizado em um bairro vizinho (da qual está licenciada para realizar os estudos do doutorado).

Como já dito anteriormente, a docente leciona na unidade escolar onde a pesquisa foi realizada desde 2009. A escola localiza-se no bairro onde a professora

reside e ela foi aluna da escola durante todo o ensino fundamental II. Atualmente a professora-pesquisadora participa da comunidade escolar, auxiliando na organização de projetos que ocorrem na escola e sendo vice-presidente da Associação de Apoio à Escola (AAE). Essa associação é composta por membros da comunidade escolar e tem por objetivo auxiliar na administração escolar, sendo um espaço de decisões coletivas.

No ano 2015, a professora obteve o título de mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência, Tecnologia e Educação do Centro Federal de Educação Celso Suckow da Fonseca. O seu trabalho de dissertação foi desenvolvido também com alunos da escola onde essa pesquisa ocorreu. A pesquisa de dissertação investigou possibilidades de uma abordagem histórica para o estudo de herança de características. E desde 2014 é integrante do grupo de pesquisa Núcleo de Investigação em Ensino, História da Ciência e Cultura NIEHCC, tendo sido aprovada para o doutorado em 2017.

### 3.2 Fase Exploratória

A fase exploratória da pesquisa foi realizada no início do ano letivo de 2017, com a turma de oitavo ano, e foi composta de atividades de sondagem com os estudantes a respeito de suas concepções a respeito da Ciência e da produção do conhecimento científico. Nosso objetivo era procurar identificar elementos a respeito destes temas que poderiam ser problematizados na parte empírica da pesquisa.

A primeira atividade “Identifique um cientista”, inspirada em Walls (2012), consistiu em pedir que os participantes selecionassem a partir de fotos de cientistas atuais, aqueles que eles acreditavam ser um cientista (Figura 3.1). Os estudantes receberam em papel as fotos dos dez cientistas selecionados (6 homens e 4 mulheres) de diferentes gêneros, etnias e países (inclusive brasileiros). A professora-pesquisadora projetou as fotos, na ordem que apareciam no material impresso e os solicitou que marcassem se a pessoa da foto era um cientista ou não. Além de marcarem quais eles achavam que eram cientistas, eles deveriam produzir um texto explicativo justificando suas escolhas.

A primeira parte da atividade (2 tempos de 50 minutos) foi realizada na sala de vídeo e após os estudantes receberem o roteiro e a professora-pesquisadora explicar a atividade, a projeção das fotos foi iniciada. Os estudantes demoraram um pouco a entender o que estava sendo pedido, só conseguiram compreender a atividade, quando a professora-pesquisadora projetou os slides e os explicou em detalhe o que era esperado que fizessem.




**Figura 3.1 - Fotos de cientistas utilizadas na atividade "Identifique um cientista"**

Na aula seguinte (2 tempos de 50 minutos) foi realizada a segunda atividade inspirada no DAST (*Draw a scientist test*) de Chambers (1983). Assim, foi pedido aos estudantes que desenhassem um(a) cientista, e que, além disso, atribuísse a ele(a) um nome e o descrevessem destacando: como trabalha, o que estuda, suas características físicas e personalidade.

Numa outra aula, a terceira atividade (2 tempos de 50 minutos) foi realizada na sala de vídeo e, após devolver o material da primeira aula aos estudantes, iniciamos a discussão dos registros deles na primeira atividade. Os estudantes estavam bem agitados e curiosos para saber se haviam acertado nas suas escolhas sobre quem eram os cientistas.

### 3.2.1 A atividade 1 em questão

Na tabela abaixo, apresentamos algumas das respostas escritas pelos alunos no roteiro da atividade para justificar a escolha de marcar ou não a pessoa da foto como cientista:

**Tabela 3.1: Respostas dos estudantes para a atividade "Identifique um cientista"**

<table>
<tr>
<td><br>Chen Ning Yang<br>AFIRMATIVAS:<br>"Eu acho que ele é cientista porque a pessoa de idade mais velha tem sentido ser um cientista"<br>"Porque ele é idoso, na teoria quase todos são idosos"<br>"Ele tem cara de bem maduro e sério, e parece ser um cientista"<br>"O rosto dele lembra rosto de cientista"<br>"Eu acho que ele é cientista porque os japoneses são bastante inteligentes e vivem criando várias coisas"<br>NEGATIVAS:<br>"Escritor de livro"</td>
<td>Carl Hart<br><br>AFIRMATIVAS:<br>"Porque ele parece ser cientista."<br>"O jeito como ele se veste."<br>NEGATIVAS:<br>"Eu acho que ele não é cientista por que ele tem jeito de empresário e por que um negro também pode ser um empresário"<br>"Jogador de vôlei"<br>"Ele não parece um cientista, ele parece mais um cantor de rap ou professor"<br>"Eu acho que ele não é, porque eu acho que ele não se vestiria assim se fosse cientista"<br>"Sua fisionomia lembra a de um cantor de reage"<br>"Parece professor"</td>
</tr>
<tr>
<td><br>Márcia Barbosa<br>AFIRMATIVAS:<br>"Eu escolhi ela porque ela parece fisicamente, tem uma certa postura, que lembra um cientista"<br>NEGATIVAS:<br>"Parece atriz, escritora de livro"</td>
<td>Fernando Bustos<br><br>AFIRMATIVAS:<br>Pelo jeito de vestir e de ser e pelo sorriso.<br>"Ele parece ser lerdo, mas tem cara de cientista"<br>NEGATIVAS:<br>"Eu acho que ele não é cientista, ele tem cara de ser novo"</td>
</tr>
</table>

<table>
<tr>
<td><br>Miguel Nicolelis<br>AFIRMATIVAS:<br>“Ele tem cara de cientista, de uma pessoa de classe média, que estudou muito em colégio caro e se veste bem”<br>NEGATIVAS:</td>
<td>Maggie Aderin-Pocock<br>AFIRMATIVAS:<br><br>NEGATIVAS:<br>“Ela parece ser uma cantora pelo jeito que ela olha para a câmera, parece que ela é famosa”<br>“Ela tem cara de tia da limpeza”</td>
</tr>
<tr>
<td><br>Gabriela Barreto Lemos<br>AFIRMATIVAS:<br>NEGATIVAS:<br>“Parece ser atriz”, “Parece psicóloga”</td>
<td>Peter Indefrey<br>AFIRMATIVAS:<br>“Inteligente”, “Usa óculos”<br>NEGATIVAS:<br></td>
</tr>
<tr>
<td><br>Diego Amorocho<br>AFIRMATIVAS:<br>NEGATIVAS:<br>“Ele parece eletricista”</td>
<td>Fernanda Werneck<br>AFIRMATIVAS:<br><br>“Ela parece ser um cientista por causa da postura”<br>“Eu acho que se ela colocar roupa de cientista ela vai parecer muito cientista”<br>“Porque ela tem cara de cientista. Pelo sorriso ela ter descoberto várias descobertas, etc”.<br>NEGATIVAS:</td>
</tr>
</table>

Na atividade 1, foram entregues 29 respostas, que serviram de base para a discussão coletiva realizada em sala de aula. O cientista 1 foi marcado como cientista por 18 estudantes, sendo que 10 estudantes justificaram a escolha destacando que ele parecia ser “japonês” e como os japoneses e os cientistas são inteligentes, ele

deveria ser um cientista. Os demais estudantes (8) afirmaram que o escolheram, pois era um homem mais velho e sério como os cientistas costumam ser.

Em relação ao cientista 2, apenas 6 alunos o marcaram como um cientista. Como justificativa, os estudantes escreveram que o homem da foto se vestia como um cientista e um aluno afirmou já o conhecer do programa de entrevista. Quando a professora perguntou, na discussão coletiva, aos que não o marcaram como cientista porque o fizeram, os estudantes justificaram respondendo que "*ele não tinha jeito de cientista*", "*ele parecia lutador de capoeira por causa do cabelo*", "*ele parece atleta*", "*um cientista não se vestiria assim*", "*porque ele tem esse negócio no cabelo (dread)*". Quando a professora os questionou sobre o que é "ter jeito de cientista?" alguns estudantes afirmaram que ele não ser parecida com nenhum cientista que eles haviam visto em fotos ou programas de televisão ou na internet.

Em relação à foto 3, 9 estudantes responderam que a mulher na foto era cientista, porque tinha "postura" e "jeito" de cientista. Na discussão em sala, os que não a marcaram justificaram que ela parecia ser uma professora e não uma cientista. Nesse momento, a professora perguntou se professores não poderiam ser cientistas ou produzir conhecimento como os cientistas, alguns estudantes responderam que os professores passam adiante o que os cientistas descobrem, e que nem cientista pode ser professor, nem professor cientistas, visto que uma pessoa não poderia fazer as duas coisas.

Em relação à foto 4, um total de 13 estudantes afirmou se tratar de um cientista, justificando que, apesar de jovem, o homem da foto tinha "cara de maluco", e, portanto, jeito de cientista. Ao serem questionados, na discussão coletiva, se todo cientista tinha jeito de maluco, os estudantes responderam que aqueles que eles haviam visto em seriados, filmes e desenhos sempre apareciam de jaleco e com os cabelos desarrumados. Aqueles que não o escolheram, afirmaram que ele parecia jovem demais para ser cientista.

Em relação à foto 5, 18 estudantes afirmaram que a marcaram como sendo a imagem de um cientista. Sete estudantes justificaram que a escolha ocorreu porque homem da foto era "mais velho, parece mais inteligente" (como no cientista da foto 1). Onze estudantes justificaram que ele "tem cara de que estudou muito".

Em relação à foto 6, apenas 1 aluno a marcou. Quando a turma foi questionada de o porquê mais ninguém a ter marcado como cientista, as respostas foram "*ela parece uma artista famosa, pois olha bem para a câmera*", "*ela não tem jeito de cientista*", "*ela parece a tia da limpeza*", "*ela não tem jeito de ser cientista. Imagina ela de jaleco, professora? Nada a ver...*". Questionados sobre porque a mulher da foto não poderia usar jaleco, um aluno respondeu que não combinava com o jeito

dela, que os cientistas não são daquele jeito. Foi uma grande surpresa para a turma descobrir que a mulher da foto é uma cientista espacial inglesa, bastante importante em sua área de atuação.

A cientista da foto 7 foi marcada por sete estudantes, cujas justificativas se relacionaram à postura daquela mulher, que parecia a de uma cientista. A foto 8 recebeu 18 afirmativas de que era cientista e as justificativas foram relacionadas à aparência de inteligência e ao uso de óculos.

Em relação à foto 9, nenhum estudante a marcou como sendo um cientista. Na discussão geral, eles justificaram suas escolhas dizendo que ele parecia ser “muito simples”, “*parecia que era eletricista ou pedreiro*” porque a roupa que estava na foto não parecia a roupa de cientista. Os estudantes também ficaram bastantes surpresos quando descobriram que aquele homem era biólogo marinho. Finalmente, na foto 10, 19 estudantes afirmaram se tratar de uma cientista pois “sua postura era diferente”, e seu sorriso na foto estava relacionado às descobertas que havia feito.

Os dados obtidos nesta atividade dialogam com aqueles obtidos por Walls (2012). De acordo com o autor, os descritores mais comuns de um cientista obtidos em sua pesquisa foram: óculos, jaleco, idade adulta, maduros e homens. Esses descritores, segundo o autor, demonstram imagem estereotipada de cientistas. Importante ressaltar que a não escolha dos estudantes por cientistas negros e a justificativa da não escolha por não parecerem cientistas, mas capoeirista, artista ou tia da cantina, dialogam com os resultados de Simpson, Beatty e Ballen (2021). Esses autores apontam que a dificuldade dos estudantes em reconhecer os cientistas negros como sendo cientistas relaciona-se ao fato de grupos marginalizados não conseguirem encontrar representantes de seus grupos como cientistas em materiais como livros didáticos, que em sua maioria, representam os cientistas apenas como homens brancos.

Os resultados da fase exploratória também vão ao encontro daqueles obtidos por Walls (2012) e Wood *et al.* (2020), uma vez que os estudantes tomaram como exemplo de cientistas, aqueles apresentados em filmes, seriados, desenhos, que, muitas vezes, reforçam os estereótipos apresentados pela literatura.

### 3.2.2 Em questão, a atividade com desenhos

Em relação à atividade em que os estudantes deveriam fazer desenhos sobre como imaginavam os cientistas, suas características e ambiente de trabalho, dos 30 desenhos entregues, 12 continham desenhos e histórias sobre cientistas mulheres. Todos esses 12 desenhos foram produzidos por meninas. Os demais estudantes, tanto meninos quanto meninas, representaram cientistas homens.

Em relação aos nomes, 10 cientistas receberam nomes de origem internacional, alguns fazendo referência a artistas conhecidos ou personagens de séries e desenhos animados que eles assistem. Em relação à aparência, pessoas com pele branca foram retratadas em 27 desenhos, sendo que num desses a pessoa tinha cabelo crespo. Os dois outros estudantes retrataram cientistas como orientais, sendo esses estudantes na primeira atividade não marcaram a foto 1 como a de uma cientista.

Durante a produção dos desenhos, eu circulei pela turma perguntando-os sobre as pessoas que estavam representando nos desenhos. Um total de 15 estudantes (alunas, principalmente), justificaram que suas escolhas (nome, aparência do cientista e objeto de pesquisa) foram inspiradas por personagens de seriados médicos que costumavam assistir, como "*Grey's anatomy*", destacando que se identificavam com aqueles personagens, reforçando, assim, os resultados de Walls (2012) e Faria *et al*. (2014). Embora a maioria dos cientistas tenha sido representado como pessoas brancas, observamos que 12 estudantes não brancos desenharam cientistas parecidos fisicamente com eles mesmos, refletindo uma visão de que se viam como cientistas. Isto aponta uma diferença no modo como percebiam quem pode ser cientista, quando comparados com a atividade anterior, em que o estereótipo do homem branco e inteligente parece ter guiado suas seleções.

Nos desenhos, os cientistas foram representados em sua maioria em laboratórios, com uma mesa repleta de vidraria. Todos os desenhos continham apenas uma figura humana, o cientista representado. Apesar disso, 10 estudantes sinalizaram nos textos que esses cientistas não trabalham sozinhos. Em 21 desenhos, os cientistas foram representados usando óculos, jaleco e o texto explicativo descritos como uma pessoa tímida, dedicada, muito inteligente, que, muitas vezes, abre mão de comer e descansar para continuar a pesquisa. Novamente, encontramos resultados que vão ao encontro de Walls (2012) e Faria et al. (2014) quando apontam para a visão sobre cientista de estudantes.

Quanto à área de estudo, apenas 2 alunos não colocaram essa informação nos textos. Oito estudantes relacionaram os estudos dos seus personagens a temas de química e física (geralmente nuclear e astronomia). Os demais estudantes (20), descreveram cientistas que tinham como objeto de estudo temas relacionados à Biologia (corpo humano, animais, plantas, saúde), conteúdos discutidos nos anos escolares anteriores. Dessa forma, os estudantes acabaram por reproduzir o que estudaram nos anos anteriores, associando cientistas a biólogos. Esses dados dialogam com Gandolfi (2018), quando a autora destaca as aulas de ciências como espaços de referência os alunos construírem imagens sobre quem faz ciência e destaca a importância de ampliarmos a representação sobre a ciência nesses

espaços.

Seguem alguns exemplos de desenhos e dos textos construídos:




**Figura 3.2 - Desenho de um aluno representando um cientista – 8º ano**




**Figura 3.3 - Desenho de uma aluna representando uma cientista – 8º ano**

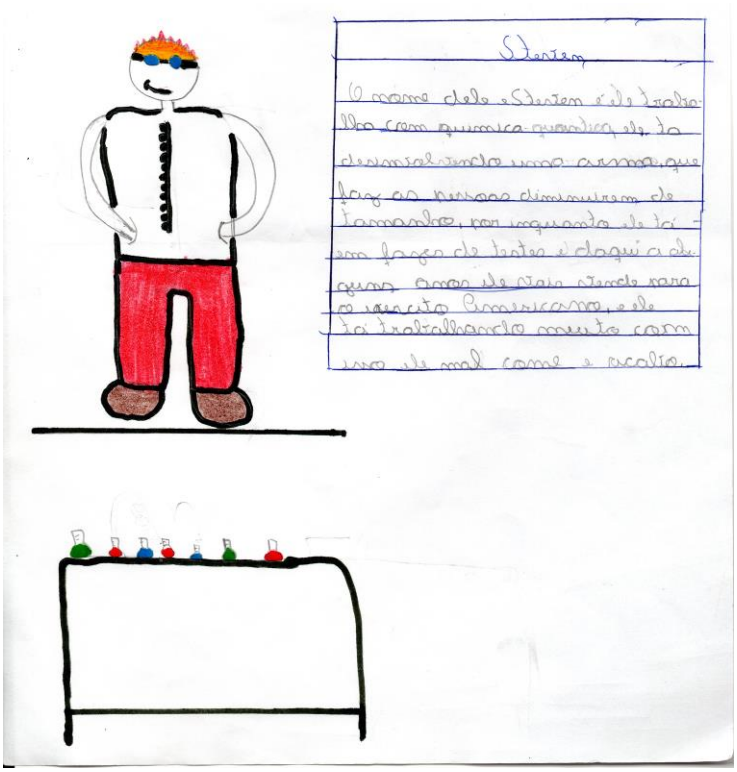


**Figura 3.4 - Desenho de um aluno representando um cientista – 8º ano**




**Figura 3.5 - Desenho de uma aluna representando uma cientista (frente) – 8º ano**

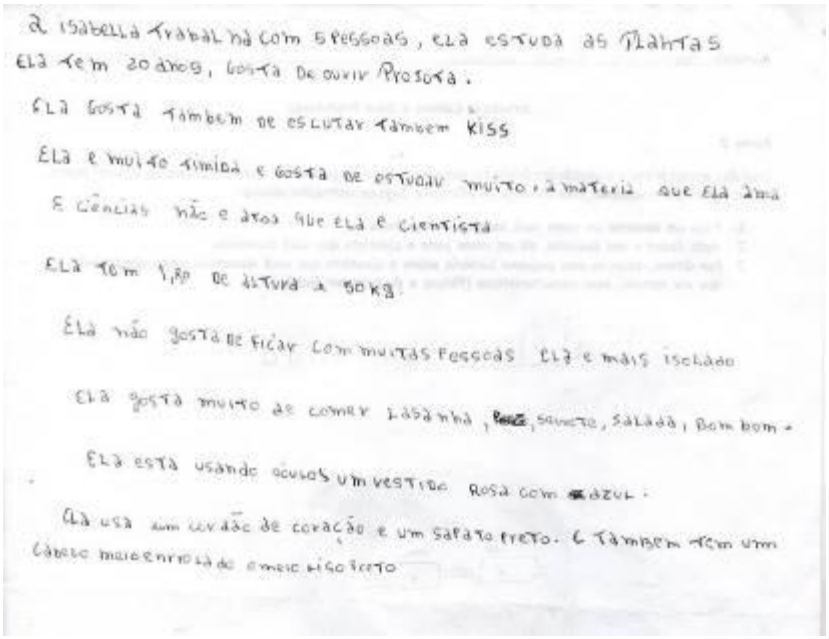



**Figura 3.6- Desenho de uma aluna representando uma cientista (verso) – 8º ano**

### 3.2.3 Em busca de síntese

A análise dos dados nos indicou que, na atividade 1, a maioria dos estudantes selecionou fotos de cientistas com aparência de pessoas sérias e inteligentes, o que foi observado também na atividade 2 em que desenharam cientistas com essas características. Ao mesmo tempo, na atividade 2, os estudantes trouxeram características físicas para os desenhos, representando-se como cientistas, sugerindo uma identificação deles com quem faz ciência. Quando discutimos os resultados da atividade 1 em aula, os estudantes se surpreenderam ao descobrir que todas as fotos eram de cientistas, inclusive aquelas que não se “encaixavam” na imagem que traziam. Este espanto nos possibilitou discutir com eles que os cientistas apresentam diversas características (físicas, de gênero, etnia, personalidades), como mostravam as fotos apresentadas, mas que os exemplos de cientistas que encontramos em relatos de História da Ciência não retratam essa diversidade.

Para realizar as atividades das aulas seguintes, consideramos a hipótese de que essa pequena problematização pode ter relação com a escolha de estudantes de se representarem como cientistas na segunda atividade. Dessa forma, buscamos nas aulas seguintes tanto apresentar uma diversidade maior de exemplos de pessoas que fazem ciência, como promover reflexões sobre as invisibilidades e visibilidades na construção do conhecimento científico. O intuito era possibilitar aos estudantes reflexões sobre a pouca diversidade de cientistas na história da ciência.

Não apenas os dados das atividades da fase exploratória, mas também o contexto da pesquisa relatado aqui, encaminharam os próximos passos da pesquisa no sentido de construção das atividades empíricas. A infraestrutura do ambiente escolar nos levou a pensar em desenvolver parte das atividades na sala de vídeo (que os estudantes gostam bastante, por encararem como um espaço diferente da sala de aula).

Além disso, a análise da fase exploratória nos indicou uma imagem estereotipada dos cientistas (sempre usam óculos, jaleco, personalidade tímida, muito inteligentes, isolados) e do processo de construção da ciência por parte dos estudantes. Esses resultados, juntamente com as questões relacionadas à incompatibilidade cultural relatadas anteriormente, nos motivaram a pensar no desenvolvimento das atividades empíricas em quatro momentos ao longo de dois anos consecutivos. Além, de possibilitar um maior tempo de interação com os estudantes, buscamos construir atividades que suscitassem debates, reflexões e permitissem relacionar as questões que seriam discutidas ao contexto sociocultural dos estudantes. No próximo capítulo, apresentaremos a narrativa desses quatro momentos da pesquisa empírica.

# 4.Apresentação da Pesquisa-Ação Histórica

Neste capítulo, apresentamos uma síntese do desenvolvimento da pesquisa-ação histórica realizada ao longo de dois anos letivos consecutivos com os estudantes. Como já dito no capítulo anterior, as atividades foram divididas em quatro momentos, sendo o primeiro momento denominado “Unidade Veias Abertas” que trata dos estudos a respeito da circulação sanguínea no oitavo ano. segundo momento denominado “Unidades Coisas Jamais Vistas”, discutimos, também no oitavo ano, o estudo da visão, da percepção de cores no NCM. No nono ano, na “Unidade Outras Formas de Ver o Mundo” tratamos das lentes e seu uso no estudo do corpo humano, com os microscópios, por exemplo e finalmente, na “Unidade Corpos Elétricos”, discutimos a eletricidade medicinal com os estudantes.

## 4.1 Unidade Veias Abertas

Como já dito anteriormente, esta unidade tinha como objetivo discutir o estudo do corpo humano no período conhecido como Nascimento da Ciência Moderna (NCM) (séculos XVI e XVII), com o foco no estudo da circulação sanguínea. Esse tema era parte do currículo mandatório do oitavo ano da rede pública estadual a qual pertence a escola em que a pesquisa ocorreu.

Baseando-se nos resultados da atividade da fase exploratória discutidos no grupo de pesquisa, planejamos as atividades da Unidade Veias Abertas. A seguir, apresentamos uma narrativa sobre o desenvolvimento da unidade, a partir de gravações de áudio das aulas, dos registros realizados pelos estudantes durante as atividades e do diário do campo construído pela professora/pesquisadora. Importante destacar que o relato aqui apresentado contém o percurso feito ao longo da unidade, com as atividades, os temas discutidos e as mudanças feitas ao longo do processo. Mudanças essas derivadas das demandas trazidas pelos estudantes no decorrer das atividades e das discussões sobre o desenvolvimento das aulas realizadas no grupo de pesquisa.

Na tabela abaixo temos uma visão geral da versão final da unidade:

**Tabela 4.1: Versão Final das atividades da Unidade Veias Abertas**

| **Unidade Veias Abertas** | | | |
|---|---|---|---|
| *Aulas* | *Atividade* | *Objetivo* | *Tempo* |
| Aula 1 | Aula sobre expectativas | Conhecer as expectativas dos estudantes a respeito do que seria estudado sobre o tema | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 2 | Aula de ideias sobre o estudo | Conhecer as ideias dos estudantes a respeito dos atores e práticas do estudo do corpo | 2 tempos de 50 min. |

| | | | |
|---|---|---|---|
| | do corpo humano | humano no NCM. | |
| Aula 3 | Aula com imagens | Através de imagens produzidas no período histórico estudado, discutir com os estudantes sobre práticas e atores sociais integrantes do estudo corpo humano no NCM. | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 4 | Aula com imagens | Através de imagens produzidas no período histórico estudado, discutir sobre práticas e atores sociais integrantes do estudo corpo humano no NCM. | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 5 | Aula com slides | Aprofundar as discussões iniciadas nas aulas 1,2 e 3 através de uma aula expositiva-dialógica[3] com a turma | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 6 | Aula com slides | Aprofundar as discussões iniciadas nas aulas 1,2 e 3 através de uma aula expositiva-dialógica com a turma | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 7 | Aula com slides | Aprofundar as discussões iniciadas nas aulas 1,2 e 3 através de uma aula expositiva-dialógica com a turma | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 8 | Atividade Final | Conhecer as impressões dos estudantes sobre as aulas da unidade através da produção de desenhos e elaboração de textos. | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 9 | Avaliação da Unidade | Avaliar a unidade através da opinião dos estudantes | 2 tempos de 50 min. |

### 4.1.1 Aula 1 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 1 – Expectativas

Já é comum em minha prática docente dividir o conteúdo a ser trabalhado no ano letivo em unidades. Para cada unidade, atribuo um nome relacionado aos conteúdos que serão trabalhados. Além disso, sempre busco realizar com os estudantes uma aula sobre suas expectativas a respeito do assunto que discutiremos nas aulas posteriores e fazê-los refletir sobre o conteúdo antes do início propriamente dito das discussões. Na atividade proposta, os estudantes registraram sentenças e perguntas sobre o que eles esperavam estudar na sequência de aulas da Unidade Veias Abertas. A atividade 1 foi desenvolvida em uma aula de 100 minutos (2 tempos de 50 minutos) e produzimos um roteiro para orientar os estudantes. O roteiro está apresentado na figura 4.1:

[3] Denominamos de aulas expositivas-dialógicas aquelas em que a professora-pesquisadora conduziu o processo de discussão, a partir de cada imagem projetada na aula. Ao projetar uma imagem, a professora-pesquisadora convidava os estudantes a participarem da aula, discutindo elementos dessas imagens e relacionando-os com os conteúdos abordados.

**Roteiro - Atividade 1**

1) A partir da introdução à unidade feita pela professora, escreva duas sentenças que respondam a seguinte pergunta: "O que você espera aprender na unidade "Veias Abertas"? Lembre-se que não existe nenhuma sentença certa ou errada.

*Para cumprir esse objetivo pode-se ajudar nos seguintes modelos:*
*Eu espero aprender mais sobre...*
*Eu gostaria de informar- me sobre...*
*Acredito que na unidade Veias Abertas estudaremos temas relativos a....*
*Tenho expectativas de conhecer mais ao respeito de...*

Observação: Também você pode criar o seu próprio jeito de escrever as sentenças.
Observação 2: Pode registrar mais de duas sentenças se quiser.

2) A partir da introdução à unidade feita pelas professoras, crie duas perguntas que você gostaria de responder, sobre o tema da unidade, ao final das atividades realizadas na unidade "Veias Abertas". Lembre-se que não existe nenhuma pergunta certa ou errada.

Observação: Pode registrar mais de duas sentenças se quiser.

**Figura 4.1- Roteiro Atividade 1- Unidade Veias Abertas**

Antes de começar a atividade, conversei com os estudantes sobre as atividades que seriam desenvolvidas a partir daquela aula, sobre a pesquisa, o meu doutorado, e qual seria a importância destas atividades. Falei da minha participação em um grupo de pesquisa, explicando o que era um grupo de pesquisa.

Começamos então a conversar sobre o que seria a Unidade "Veias abertas", explicando que o objetivo da unidade era discutir como o conhecimento sobre o sistema circulatório havia sido construído durante um determinado período (séculos XVI e XVII). Após essa discussão inicial, o roteiro da atividade 1 foi distribuído e lido coletivamente para sanar as possíveis dúvidas. Após os estudantes terminarem de responder o roteiro individualmente, foi feita uma discussão coletiva sobre suas respostas. Apresentamos abaixo uma síntese das discussões de sala de aula durante a atividade, a partir dos registros de áudio das aulas e do diário de campo.

Os estudantes demonstraram muita curiosidade em saber como as pessoas faziam para estudar o corpo humano naquela época: perguntaram se os "estudiosos" (nome usado pelos próprios estudantes) esperavam uma pessoa morrer para estudar o corpo. Um aluno perguntou como eles faziam para "mexer nas partes do corpo" sem saber nada sobre o corpo humano.

Outra questão que surgiu foi como estudavam o corpo sem energia elétrica e sem tecnologia. A turma foi questionada se era possível estudar o corpo humano sem esse recurso e alguns estudantes responderam que era possível, porque usavam a luz do Sol e de velas para iluminar os locais de estudos. Discutimos questões relacionadas à ausência de eletricidade, como a conservação dos corpos que estavam sendo estudados e alguns estudantes começaram a trazer "soluções": os estudiosos

colocavam o corpo em uma caixa com gelo ou em algum local com temperatura menor para ajudar a diminuir a decomposição. A turma começou a especular sobre como seria essa caixa: de madeira, de metal, onde arrumariam o gelo para colocar o corpo.

Os estudantes estavam curiosos em saber o que significava a expressão “Veias Abertas”, nome da unidade. Surgiram muitas questões relacionadas ao funcionamento do corpo humano, principalmente em relação aos vasos sanguíneos, a origem do sangue, tipos sanguíneos e funcionamento do coração.

Os estudantes também demonstraram muito interesse em saber quem realizava o estudo do corpo humano no período do nosso recorte histórico. Ainda em relação às primeiras impressões e expectativas sobre o tema, a questão da autoria se tornou significativa, várias perguntas presentes nos roteiros ou feitas durante as discussões diziam respeito a “quem descobriu ...?”, “quem foi o primeiro a ...?”, “quem inventou...?”, bem como sobre como os conhecimentos sobre o corpo humano eram registrados nessa época, já que não havia internet, câmeras fotográficas ou celulares.

Terminamos a aula fazendo um apanhado geral dos temas discutidos e recolhi os roteiros respondidos. Apesar de um estranhamento e da agitação inicial com a proposta, a turma se envolveu bastante na atividade e pude observar que estudantes, que pouco participavam nas aulas, contribuíram bastante nas respostas à atividade.

Observamos que grande parte da turma apresentou dificuldade em escrever as questões pela dificuldade em expressar as próprias ideias por escrito. Muitos estudantes diziam que: “*eu quero escrever essa pergunta (dizia a pergunta) mas não sei como colocar no papel*”. Além disso, o medo de que a questão estivesse errada, muitas vezes, dificultava a escrita dos estudantes nesta atividade. Apesar dessas dificuldades, durante a discussão coletiva, os estudantes estavam bem curiosos e participativos, e conseguiram elaborar melhor as questões oralmente do que por escrito.

Todos os dados foram levados ao grupo de pesquisa. Como síntese dos resultados da atividade 1, podemos destacar que os estudantes demonstraram curiosidade em saber como o estudo do corpo humano era desenvolvido sem tecnologia, como faziam para enxergar dentro do corpo humano ou conservá-lo para estudar. Para a turma não havia tecnologia nos séculos XVI e XVII, pois os estudantes parecem considerar tecnologia apenas os dispositivos eletrônicos presentes no seu cotidiano, como celulares, computadores, televisão, geladeiras e, no caso do estudo do corpo humano, a aparelhos como microscópio, tomógrafos, aparelhos de raios-x. Os estudantes têm dificuldade em perceber que objetos como livros (importantes na divulgação do conhecimento cientifico) também são tecnologia.

Em relação às expectativas a respeito do funcionamento do corpo humano,

podem refletir a ideia de que a ciência traz certezas acerca do funcionamento da natureza, bem como atribuir à ciência a ideia de descoberta, que a ciência descobre os fenômenos da natureza, presente em questões como *“Como descobriram que o sangue era importante?”*. No entanto, é interessante notar que os estudantes buscam conhecer também como este conhecimento produzido é reconhecido como verdade, quando surgem questões *“Como eles (os cientistas) chegaram à conclusão que o que eles descobriam era verdade?”*. Como visto na atividade da fase exploratória e de acordo com Walls (2012), além da ciência apresentada durante as aulas de Ciências, os estudantes levam para sala de aula as ideias a respeito da construção do conhecimento cientifico que obtêm em ambientes fora da escola, como filmes, séries ou livros.

Procuramos, então, trazer na aula seguinte uma atividade que permitisse discutir essas questões levantadas na Atividade 1.

### 4.1.2. Aula 2 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 2 – Ideias sobre o estudo do corpo humano

Nesta atividade, tínhamos o objetivo de aprofundar as questões trazidas na atividade anterior, buscando conhecer as ideias dos estudantes a respeito do estudo do corpo humano no NCM, suas práticas e atores (principalmente aqueles que não eram médicos, mas participavam do estudo do corpo humano naquele período). O roteiro elaborado para esta atividade está descrito na figura abaixo:

**Roteiro - Atividade 2**

Passos a seguir:

- Nessa continuação da atividade 1, você encontrará algumas perguntas que serão discutidas com a turma.
- Leia as perguntas individualmente e pense em possíveis respostas para cada pergunta. Lembre-se que não existe nenhuma resposta certa ou errada.
- Finalmente, escreva no espaço indicado as respostas ou ideias que você teve sobre cada pergunta colocada.

1. Como você acha que o conhecimento sobre o corpo humano foi obtido ou construído através do tempo, para chegar ao que hoje conhecemos?
2. Atualmente, quem faz o estudo do corpo humano?
3. Quem fazia o estudo do corpo humano no período estudado na unidade "Veias Abertas" (Séc. XVI-XVII)?
4. Como você imagina as pessoas que faziam esses estudos no período estudado na unidade "Veias Abertas" (Séc. XVI-XVII)?
5. Onde essas pessoas trabalhavam no período estudado na unidade "Veias Abertas" (Séc. XVI-XVII)?
6. Como aprendiam-estudavam no período estudado na unidade "Veias Abertas" (Séc. XVI-XVII)?

**Figura 4.2- Roteiro Atividade 2- Unidade Veias Abertas**

Os estudantes leram as questões do roteiro e afirmaram não ter nenhuma dúvida e começaram a responder a atividade individualmente. Após os estudantes terminarem a atividade, iniciamos a discussão coletiva, cuja síntese é apresentada a seguir, a partir dos registros de áudio das aulas e do diário de campo da professora.

Na questão 1 (*Como você acha que o conhecimento sobre o corpo humano foi obtido ou construído através do tempo, para chegar ao que hoje conhecemos?*), apenas uma aluna respondeu que as doenças incentivaram o estudo do corpo humano ao longo do tempo, dando o exemplo da peste negra, argumentando que uma das formas de combater aquela doença era entender como o corpo funcionava. Quando questionados se alguém gostaria de compartilhar a resposta, mas a turma permaneceu em silêncio e fomos para questão seguinte.

Na questão 2 (*Atualmente, quem faz o estudo do corpo humano?*) houve uma participação maior e vários estudantes responderam ao mesmo tempo que biólogos, médicos, enfermeiros e anatomistas e fisiologistas realizam esse tipo de estudos. Uma aluna respondeu que professores de Ciências também estudam o corpo humano e outra aluna disse que estudantes de Biologia, enfermagem também realizavam este tipo de estudo.

Em relação à questão 3 (*Quem fazia o estudo do corpo humano no período estudado na unidade "Veias Abertas" – Séculos XVI e XVII?*), alguns estudantes responderam que alguns profissionais, como médicos, estudavam o corpo humano, enquanto outros explicitaram características dos que consideravam estudar o tema, como "os inteligentes", os "estudiosos" e os "curiosos". Quando questionados sobre quem seriam essas pessoas, responderam que seriam aquelas que tinham interesse no assunto, mas não trabalhavam com isso. Seguindo a discussão coletiva, dois alunos responderam que os curandeiros estudavam o corpo, possuindo intuição sobre o funcionamento do corpo. Questionados sobre quem seriam os curandeiros, esses estudantes responderam que eram pessoas que conheciam plantas, ervas e que usavam esse conhecimento para curar doenças.

Na questão número 4 (*Como você imagina que as pessoas faziam esses estudos no período estudado na unidade "Veias Abertas" – Século XVI e XVII?*), uma aluna respondeu que os corpos mortos eram abertos para poder estudar o seu interior, porque era mais fácil abrir corpos mortos. Outro aluno disse que os corpos utilizados eram de pessoas que ninguém se importava, já que, para ele, ninguém se voluntariaria para ter o corpo dissecado. Dando prosseguimento à discussão, outra aluna respondeu que corpos de animais eram abertos nesses estudos, porque demorariam mais tempo para entrar em decomposição do que o corpo humano. A partir dessa

resposta, conversamos sobre a vivissecção[4] e houve uma certa comoção e agitação na turma, já que consideraram que os animais estavam sendo maltratados.

Na questão 5 (*Onde essas pessoas trabalhavam no período estudado na unidade "Veias Abertas" – Século XVI e XVII?*), os estudantes responderam de maneira geral, os hospitais, nas casas, cabanas, tendas, laboratórios. De acordo com os estudantes, as tendas eram os locais onde os curandeiros estudavam o corpo humano. Um aluno respondeu que os corpos eram levados para locais distantes e frios, como celeiros, para que pudessem ficar mais conservados e não incomodassem quando começassem a entrar em decomposição.

Finalmente, chegamos à questão 6 (*Como aprendiam-estudavam no período estudado na unidade "Veias Abertas – Século XVI e XVII?*), e uma aluna respondeu que os estudiosos do corpo humano utilizavam conhecimentos anteriores, que se inspiravam em pessoas que vieram antes deles, outros estudantes responderam que eles usavam livros antigos e enciclopédias. Um aluno disse que no início eles estudavam apenas por livros, mas que depois começaram a abrir os corpos porque só o livro não seria suficiente para conhecer o corpo por inteiro.

A turma apresentou as mesmas dificuldades de escrita e o receio de responder de modo errado as questões como observamos na atividade 1. De maneira geral, os estudantes participaram menos desta atividade, quando comparada com a atividade anterior, com poucos momentos de intervenção e pareciam dispersos. Um dos motivos poderia ser a dificuldade em entender as questões propostas no roteiro. Outro motivo possível seria o fato de a atividade estar muito longa com questões parecidas e que entenderam como repetitivas, tornando a aula cansativa para eles.

Fora isso, os resultados foram discutidos com o grupo de pesquisa. Uma questão que nos chamou a atenção foi a ideia expressa pelos estudantes através de suas respostas de que havia outros atores, além de médicos, que participavam do estudo do corpo humano na NCM, bem como os diferentes locais onde estes estudos ocorriam. Algumas possíveis explicações para estes resultados poderiam ser novamente a ideia trazida a partir de filmes, seriados (a ideia das tendas e dos curandeiros), em que os estudantes buscam relacionar o que está sendo discutido em sala de aula com o cotidiano. Além disso, a discussão sobre a falta de acesso da maioria da população a médicos, já que não havia médicos para todos e que as pessoas buscavam entender o funcionamento do corpo humano para curar a si próprias, também podem ajudar a explicar estes resultados.

[4] Dissecação ou operação cirúrgica em animais vivos, para estudo de alguns fenômenos anatômicos e fisiológicos.

Em relação ao modo como o conhecimento era produzido, para os estudantes, a ciência parece ocorrer através do estudo dos livros, de conhecimentos anteriores e das atividades práticas (quando o conhecimento trazido pelos livros não é mais suficiente). A partir dessas duas atividades organizamos o restante da unidade, enfatizando as práticas e atores sociais presentes no estudo do corpo humano no NCM. Procuramos contornar as dificuldades de leitura e escrita apresentadas até então. Para tal, nos inspiramos no trabalho de Ávila (2017), que desenvolveu a abordagem histórica a partir de imagens (científicas e não científicas) produzidas no recorte temporal, explorando as potencialidades das mesmas em suscitar debates em sala, uma vez que refletem e refratam os contextos socioculturais em que foram produzidas.

Diante do que foi exposto, passamos a apresentar uma síntese das questões históricas que nortearam a escolha das imagens utilizadas na atividade 3.

### 4.1.3. Síntese histórica

No caso do estudo do corpo humano, no NCM, nos séculos XVI e XVII, podemos observar práticas novas em relação àquelas utilizadas em séculos anteriores. Naquele contexto, foi dada atenção aos processos de mensuração, matematização e às técnicas experimentais para a investigação da natureza. Houve uma valorização no uso de aparelhos como balanças, termômetros e barômetros que, aliados à observação de dados, eram utilizados para corroborar ou refutar ideias a respeito do conhecimento que estava sendo construído (PIMENTEL, 2007; REBOLLO,2013; ROSSI, 2001).

Em relação ao corpo humano, os conhecimentos elaborados pelo médico Galeno (129-216) na Grécia Antiga, diziam ser este um conjunto de partes significativas, sendo o cérebro, o coração e o fígado as partes mais importantes, uma vez que regiam respectivamente os compartimentos corporais da cabeça, tórax e abdômen. Essas partes eram consideradas unidas por quatro humores (sangue, fleuma, bile negra e bile amarela) e um fluido mais rarefeito, o espírito, que explicava a existência da alma (REBOLLO,2013; VIGARELLO; PORTER,2012). O modelo proposto por Galeno permaneceu sem grandes alterações por cerca de 1500 anos (PORTER, 2008). No Renascimento, importantes alterações ocorreram na ciência, na arte, na política e a partir do século XVI o corpo humano passou a ser estudado de forma mais intensa, trazendo questionamentos ao modelo galênico (PIMENTEL,2007; PORTER, 2008).

Quando falamos sobre o estudo do corpo humano no NCM, uma prática valorizada era a dissecação de corpos humanos (PIMENTEL, 2007). Devido ao fato de

o corpo humano ser sagrado aos olhos da Igreja Católica, a dissecção na Europa esteve muito próxima ao profano na Alta Idade Média. Porém, na Baixa Idade Média (do século XII ao século XIV), ela foi praticada por alguns médicos, se tornando mais frequente na Itália renascentista (MANDRESSI,2012).

A religião católica não era hostil à dissecação e alguns papas, compreendendo a importância dessa prática, promulgaram bulas autorizando-a durante certos períodos do ano, entre a Quaresma e o fim do inverno, para evitar a putrefação. Aproximadamente no fim do século XV, o papa Sisto IV concedeu a todas as universidades o direito de praticar a dissecação em cadáveres humanos (BOUSTANI, 2018).

A prática da abertura de corpos humanos era regulamentada e sistematizada na Itália no século XVI (PORTER, 2008). Andreas Vesalius realizou muitas dissecções humanas e promoveu a criação de uma atmosfera de pesquisa e do estudo anatômico fundado na observação de corpos dissecados (PIMENTEL, 2007; REBOLLO,2013; ROSSI, 2001).

Vesalius foi aluno e professor de anatomia na Universidade de Pádua, que havia se tornado um dos mais importantes centros de ensino e investigação médica desde fins da Idade Média. Como afirma Rebollo (2010), muitos fatores colaboraram para este status, como a estratégica posição geográfica da cidade, que favorecia trocas culturais e comerciais, a tolerância religiosa existente e a liberdade docente na universidade. Além disso, na Universidade de Pádua muitos textos árabes foram traduzidos e a leitura desses tratados era uma prática comum na instituição, assim, os professores de Pádua desenvolveram estudos da filosofia natural de Aristóteles, mesclando suas ideias com comentadores árabes (BOUSTANI,2018). Esses estudos, que não tinham viés teológico e estavam aliados ao conhecimento experimental inspirado na obra de Galeno, constituíram-se em elementos diferenciais naquele contexto (BOUSTANI, 2018; KLESTINEC, 2011). Muitos estudantes de medicina viajavam para Pádua em busca de uma melhor formação, como ocorreu com o próprio Vesalius (MELI, 2011a ; PORTER, 2008).

Na Universidade de Pádua foi criada uma cultura da dissecação, uma vez que o trabalho de Vesalius na universidade relevou e promoveu a ideia da evidência visual (KLESTINEC, 2011). Essa proposta de ênfase visual estaria conectada à própria arquitetura do anfiteatro de anatomia, que foi pensada para ser um lugar onde “todos “pudessem ver”, onde pode-se treinar a percepção visual (FINDLEN, 2006; SAWDAY,1995).

Um bom anfiteatro de anatomia tornou-se essencial para qualquer universidade que quisesse ser competitiva no estudo da medicina. Pádua, Bolonha e Leiden tinham

os anfiteatros de anatomia mais importantes desse período (KLETINESC,2011; PIMENTEL,2007; REBOLLO, 2010). A estrutura do anfiteatro era de madeira, em forma de semicírculo, de dois ou três escalões (Figura 4.3). Todo o dispositivo era organizado em função da visão, assim, os espectadores tomavam seus lugares em uma ordem hierárquica, organizada segundo a distância em relação ao cadáver. Aqueles que estavam sentados nos degraus inferiores veriam muito melhor do que aqueles que estavam nos degraus superiores. Ainda havia estruturas para levantar o cadáver de tempos em tempos e algumas partes do corpo eram extraídas e levadas a audiência para que pudessem ver mais de perto (KLESTINEC,2011; MANDRESSI,2012).

Até o final do século XVI, acadêmicos e estudantes povoaram o evento. Pessoas não acadêmicas na plateia só começaram a aparecer nos documentos do final desse século e em descrições mais longas das demonstrações de anatomia realizadas nos dois teatros anatômicos permanentes de Pádua. Durante todo o século XVI, os eventos anatômicos foram regulamentados, eventos formais, quase inteiramente acadêmicos, que incluíam palestras e demonstrações(KLESTINEC,2011).

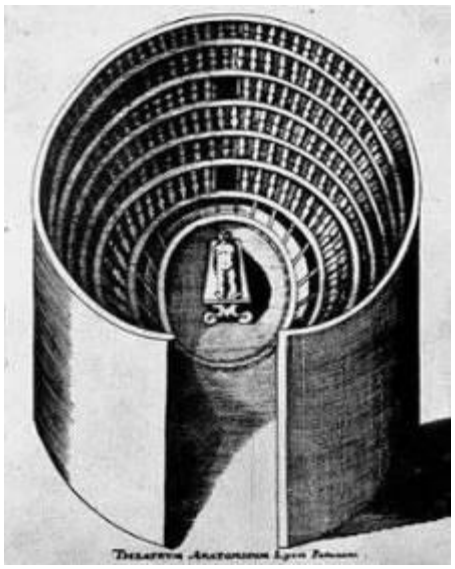


**Figura 4.3- Anfiteatro de Anatomia – Século XVII**

Aulas anatômicas e demonstrações de dissecação ocorriam seguindo um roteiro previamente estabelecido. Eram acontecimentos públicos, quase espetáculos, pela proposta não de pesquisa, mas de instrução, pois permitiam ao professor ostentar sua competência (KLESTINEC, 2011). Vestido em longas vestes o professor se sentava em uma alta cadeira, lendo em voz alta passagens importantes dos trabalhos de Galeno enquanto seu assistente apontava os órgãos aos quais fazia menção e um dissecador fazia o trabalho de dissecção (KLESTINEC, 2011; PORTER, 2008). A

representação pictórica da distribuição dos papéis na demonstração anatômica (Figura 4.4) geralmente apresentava o leitor/magister (professor de anatomia, que lê o tratado de anatomia durante a dissecção) em posição de destaque e com vestido que o diferencia dos demais participantes (bata longa e chapéu, por exemplo), o demonstrador/ostentor (assistente, aquele que aponta as partes do corpo dissecado) e o cirurgião/barbeiro. Este último era geralmente representados abrindo o corpo e vestindo roupas mais simples e até mais curtas do que os outros para representar sua categoria na hierarquia (BOUSTANI, 2018; KLESTINEC, 2011; RIFKIN *et al*., 2006).



**Figura 4.4 - Lição de Anatomia – Fascículo de Anatomia (1494)**

As demonstrações anatômicas poderiam ser públicas ou privadas. As demonstrações públicas eram eventos que ocorriam uma vez ao ano, principalmente, depois do Natal e antes do Carnaval, não só porque eram os meses mais frios (permitindo uma conservação maior do corpo, retardando a decomposição devido as baixas temperaturas), mas também porque marcava a mudança de semestres letivos (KLESTINEC, 2011; WILLIANS, 2016). No início do século XVI, as demonstrações anatômicas públicas eram dadas como introdução a estudantes inexperientes, e pareciam enfatizar a importância do aprendizado visual da anatomia (KLESTINEC, 2011).

As demonstrações públicas poderiam durar cerca de seis semanas,

dependendo da quantidade material disponível. Condenados à morte representavam a principal fonte de cadáveres para a dissecação humana, sendo enforcados pela manhã (prática não comprometia o restante do cadáver) e dissecados no final do dia (GUERRINI, 2016; PARK, 2010; WILLIANS, 2016). Alguns autores defendem que o ato de ter o corpo dissecado teria o viés de uma última punição ao criminoso, já que a dissecação era considerada, naquele contexto, uma desonra, ao mesmo tempo que significava uma possível redenção ao criminoso executado por “doar” seu corpo para o evento, fazendo uma alusão aos mártires religiosos que se doaram em sacrifício (GUERRINI,2016; MANDRESSI,2012;PARK, 2010).

As dissecações privadas, ou seja, apenas com a presença dos médicos, estudantes e cirurgiões ocorriam ao longo do ano letivo em hospitais locais, salas de aula menores, boticários, farmácias e nas casas de médicos e professores locais. Muitas vezes, intimamente ligadas à medicina clínica, a partir das dissecações podia-se descobrir a causa da morte de um indivíduo, como por exemplo, as autópsias que eram realizadas em corpos femininos para saber a causa da morte, geralmente ocorrida durante ou após o parto (KLESTINEC, 2011; PARK, 2010). As dissecações privadas, também, tinham por objetivo estudar aspectos específicos da anatomia relacionada a questões de pesquisa em andamento, ao conhecimento médico ou manobras cirúrgicas (KLESTINEC, 2011).

Dissecações privadas, no entanto, também se tornaram fonte de suspeita pela sociedade, de um modo geral, porque os procedimentos para a obtenção de cadáveres não eram amplamente divulgados (KLESTINEC, 2011; SAWDAY,1995). Como a quantidade de corpos disponíveis para a dissecação era pequena e apesar de uma severa regulamentação que a reservava apenas aos médicos, os pintores e os escultores praticavam-na clandestinamente, aproveitando a complacência de religiosos que dirigiam instituições hospitalares (BOUSTANI, 2018). Vesalius narra em *De Fabrica* que usou corpos de valas em cemitérios para realizar alguns dos seus estudos (VESALIUS, 2002). A maior parte dos corpos dissecados era de homens, brancos e europeus, tornando-se o modelo de corpo humano “genérico” estudado (KLESTINEC, 2011; PARK, 2010; SAWDAY, 1995)

Os eventos de dissecação pública eram eventos sociais o que proporcionou representações desses eventos em vários quadros da época, geralmente denominados "Lição de Anatomia". Embora não possuíssem um objetivo acadêmico como as imagens dos tratados de anatomia (RIFKIN *et al*., 2006), as imagens retratavam práticas comuns daquele contexto, expressando e dialogando com os modos de vida típicos da sociedade que produzem, difundindo os estudos de anatomia realizados nesses espaços (MONTEIRO, 2013).



**Figura 4.5 - A Lição de Anatomia do Dr. Deyman – Rembrandt (1656)**



**Figura 4.6 - Lição de anatomia do Dr. van der Meer - van Mierevelt- (1617)**

Outra prática comum nos estudos do corpo humano nesse período era a vivissecção. Há registros de que a vivissecção humana foi realizada em Alexandria antiga com criminosos, e na Europa nos séculos XVI e XVII eram os animais, principalmente cachorros e coelhos a serem vivisseccionados (WIILLIANS,2016). Nomes como Vesalius, Julius Casseri (1552-1616), Marcello Malpighi (1628-1694) e William Harvey (1578-1657) no século XVII, realizaram vários experimentos desse tipo (GUERRINI, 2016; MELI, 2011b; PIMENTEL,2007).

Um ponto importante sobre as práticas de estudo do corpo humano se relaciona ao intercâmbio entre a ciência europeia e a árabe (BENOIT; MICHEAU, 1998). O encontro dos europeus com a ciência árabe mostrou-lhes uma série de inovações tecnológicas e científicas (LYONS,2011). Na astronomia, os árabes também

trouxeram novos conhecimentos aos europeus por meio de novas técnicas de observação celeste, pelo uso de instrumentos de precisão e através de técnicas de edificação de observatórios. Na matemática, além dos algarismos indo-arábicos, vários conceitos matemáticos chegaram a Europa, como o número zero (BENOIT; MICHEAU, 1998; FREELY,2011; LYONS,2011).

As traduções do árabe tiveram um papel de primeira importância na evolução do saber médico, contribuindo de modo particular na impregnação galênica da medicina medieval europeia. Como destacamos, a tradução acompanhou o desenvolvimento das Universidade de Pádua, mas não só desta. Primeiro foram as universidades de Medicina, do norte da Itália, nas cidades de Bolonha e Pádua, que tomaram a tradução como prática cotidiana, depois foram universidades francesas (Paris e Montpellier) e a de Universidade de Oxford, na Inglaterra (MANDRESSI, 2012; PORTER, 2008).

Os árabes desenvolveram uma medicina estabelecida sobre o conhecimento dos antigos (principalmente Hipócrates, Galeno e Dioscorides), porém não se limitaram à herança grega, enriqueceram-na com contribuições pessoais e abriram-na a outras influências, resultantes do contato árabe com outras culturas devido à sua expansão (BOUSTANI, 2018). A medicina árabe trouxe, em seu conjunto de conhecimentos, uma série de descrições clínicas, técnicas cirúrgicas e um enriquecimento da farmacopeia e o conceito de um espaço físico destinado à cura dos pacientes, algo como o hospital moderno (BOUSTANI, 2018; PORTER, 2008). Os árabes levaram para a Europa ocidental uma visão nova de saúde, fundada na higiene, em uma vida regrada, sem excesso, que seria retomada em torno do século IX, pela Escola de Salermo, na Itália (BOUSTANI, 2018; LYONS, 2011)

Albucasis ou *al-Zahrawi* (976-1013) e Avicena ou *Ibn Sina* (980-1037), médicos islâmicos do final do século X e início do século XI, discutiram, por exemplo, a cauterização com ferro em brasa para estancar o sangramento. Em seu livro *Altasrif* (Coleções), Albucasis discutia muitos tipos de cirurgias, mas colocava sua maior confiança na cauterização (PORTER, 2008). Avicena fez uma traqueostomia e uma cesariana na esposa do príncipe de Ispahan, salvando a vida de mãe e filha (herdeira do trono). Dentro desse contexto da ciência árabe, foi descrita a pequena circulação do sangue, estudada a fisiologia da visão, caracterizadas várias doenças e, também, realizados muitos tratados de medicina, que foram divulgados na Europa e adotados por muitos praticantes da medicina (BOUSTANI, 2018; LYONS, 2011).



**Figura 4.7 - Imagens de instrumentos cirúrgicos – Cânone de Medicina**

O Cânone de Medicina de Avicena se tornou o principal texto dessa área na Europa até o início do século XVII (LYONS,2011). O cânone é composto por cinco livros. O primeiro é consagrado a generalidades sobre o corpo humano, doença, saúde e tratamentos. O segundo expõe a substância médica e a farmacologia das substâncias medicinais simples. O terceiro explica a patologia, estudada por órgão e por sistema. O quarto fala sobre febre, técnicas de pequenas cirurgias e um tratado sobre venenos. O quinto livro faz um detalhamento sobre farmacopeia (BOUSTANI,2018). O Cânone de Medicina de Avicena continha descrições de observações clínicas sobre diversas doenças. A introdução do cânone no ocidente no século XII deve-se a Gerardo de Cremona, que o traduziu para o latim (LYONS, 2011).

Sobre a circulação sanguínea, Ibn Al- Nafis (1213-1288), dentro da sua obra ao comentar o trabalho anatômico de Avicena, assinalou que o sangue fluía do ventrículo direito ao esquerdo do coração mediante a artéria pulmonar para o pulmão para “se-clarificar e depurar”, realizando uma descrição da pequena circulação ou circulação pulmonar (AMR, 2007; DE LA FUENTE FREYRE, 2002).

O Corão não continha qualquer proibição à dissecação de cadáveres humanos, mas os califas não eram favoráveis à abertura do corpo humano morto. Entretanto os médicos não excluíam a possibilidade de se praticarem dissecações e vivissecções clandestinas e de se examinarem esqueletos humanos descobertos em valas comuns. (BOUSTANI,2018).

Uma das práticas científicas que ganhou reconhecimento nesse período foi a elaboração de tratados de anatomia que eram utilizados por estudantes de medicina (e de artes para aprenderem a representar pictoricamente corpos humanos) durante

seus estudos teóricos ou para acompanhar os eventos públicos de dissecação (RIFKIN *et al*., 2006; SAUNDERS; O'MALLEY, 2002). A elaboração das imagens dos tratados era, geralmente, realizada por artistas e impressas em xilogravura. No estudo do corpo, tanto médicos quanto artistas precisavam lidar com a decomposição dos corpos e os artistas necessitavam dissecar muitos corpos para desenhar um simples segmento corporal de maneira mais precisa possível (CUNNIGAM, 2002; RIFKIN *et al*., 2006).

O uso de imagens, tanto para conhecer o corpo quanto para melhorar o tratamento médico remonta à Antiguidade (STURKEN;CARTWRIGHT, 2018). No, entanto, na Renascença surge uma nova relação entre a arte e a representação da natureza (DASTON; GALISON, 2007; SMITH, 2006). A arte foi considerada a representação direta e fiel dos fenômenos naturais e o artista deveria se familiarizar com a estrutura e as propriedades físicas dos fenômenos naturais a fim de retratá-los de forma adequada (SAUNDERS; O'MALLEY, 2002). Pintores e anatomistas partilhavam os mesmos valores sobre a experiência sensorial e a participação de artistas no estabelecimento da iconografia anatômica foi feita a partir da convicção que a ilustração cumpria um papel essencial no conhecimento organizado em torno da percepção visual (MANDRESSI, 2012).

Os primeiros registros de "anatomias ilustradas" devem-se a Jacopo Berengario da Carpi (1460-1530) (MANDRESSI, 2012; SAUNDERS; O'MALLEY, 2002). No seu livro, *Comentário sobre a obra de Mudinuus de Lucci*, publicado em 1523, Berengario apresentou os corpos em poses dramáticas, características da arte renascentista (RIFKIN *et al*., 2006; SAUNDERS; O'MALLEY, 2002). Suas obras destacam um cenário feito de paisagens, esqueletos animados, manequins anatômicos que abrem com suas próprias mãos o seu peito a fim de propiciar a visão interna de seus órgãos (Figura 4.8) (MANDRESSI, 2012). Os demais tratados de anatomia produzidos no período seguiam essa tendência e a representação dos corpos buscava não apenas apresentar as estruturas do corpo, mas também expressar ideias de morte, vida depois da morte e medicina na cultura moderna (RIFKIN *et al.,* 2006).



**Figura 4.8 - Músculos - *Comentário sobre a obra de Mudinuus de Lucci* – Jacopo Berengario (1522)**

A publicação do livro *De Humani Corporis Fábrica* de Andrea Vesalius (1514-1564) em 1543 foi um marco para o estudo da anatomia (RIFKIN *et al.*, 2006; WILLIANS, 2016). O tratado possui algumas das melhores imagens do corpo humano produzidas na época, em grande parte devido à colaboração de Vesalius com os ilustradores e a qualidade da impressão das imagens. As imagens do tratado, feitas por artistas como Ticiano, seus discípulos e Kalkar e pelo próprio Vesalius foram elaboradas, segundo ele (VESALIUS, 2002), para auxiliar os estudantes a memorizar as estruturas e, durante as dissecações, ajudar os estudantes e aqueles que assistiam aos eventos (RIFKIN *et al*., 2006; SAUNDERS; O'MALLEY, 2002). Vesalius entendia as imagens como algo que poderia auxiliar na compreensão de uma ideia, tornando mais claros os conceitos, pois as proposições eram "vistas" e não apenas descritas através de textos (SMITH, 2006).

O livro de sete tomos tem 663 páginas e possui 300 gravuras acompanhadas de legendas com descrições resultantes do uso de técnicas de impressão e pintura da época. Em *De fabrica*, Vesalius nomeou várias partes do corpo e descreveu suas estruturas, funções e patologias (RIFKIN *et al.*, 2006).

As imagens contidas em *De fabrica* geralmente apresentam corpos em poses e paisagens características das representações do período da Renascença, mostrando dramaticidade e emoção. Os corpos são apresentados com os músculos expostos, a pele esfolada e suspensa. Em uma das imagens, um esqueleto apresenta poses como

de Hamlet, com a mão direita numa caveira (Figura 4.9) e, em outra, um modelo anatômico é representado suspenso por uma corda, como se tivesse sido enforcado, apesar de a corda passar pelas orbitas, de tal modo que era possível puxar a cabeça para trás expondo os músculos do pescoço ao olhar do observador (Figura 4.10) (WILLIANS,2016). Os montes no fundo das ilustrações (Figura 4.11) foram identificados como montes da cidade de Pádua e quando organizados formam uma vista panorâmica com vales, rios, igrejas, casas de banho romanas. Essas paisagens, que se originaram no ateliê de Ticiano, contrastam o passado e o presente, a ciência e a fé, no emparelhamento de banhos em ruínas - locais de prática médica no mundo antigo - com igrejas em pé, a entrada terrena para o paraíso (RIFKIN *et al*., 2006; WILLIANS, 2016). A intensidade dramática desses corpos desencarnados é obra dos melhores pintores da escola de Ticiano, que aplicavam a então recente descoberta da técnica da perspectiva (BOUSTANI, 2018).




**Figura 4.9 - Esqueleto – *De humani corporis fabrica* – Andrea Vesalius (1543)**




**Figura 4.10 - Cadáver suspenso pelas órbitas – *De humani corporis fabrica* – d (1543)**

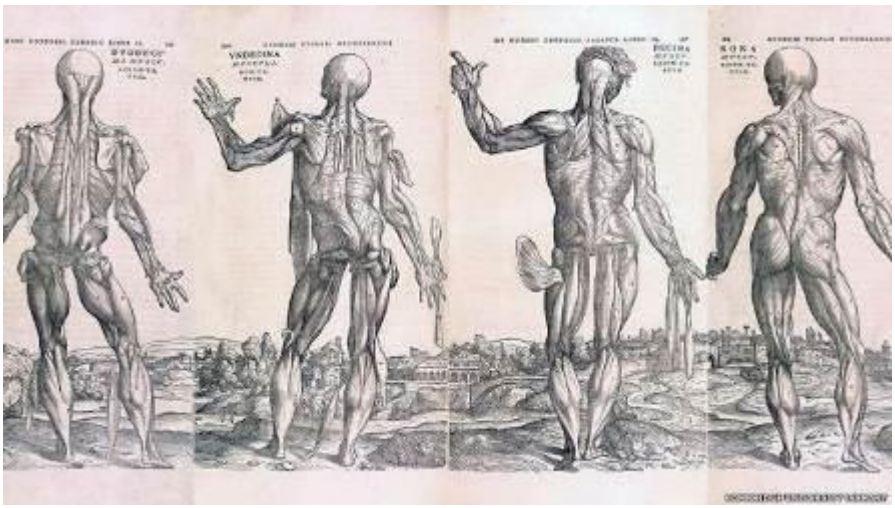


**Figura 4.11 - Cadáveres e paisagens – *De humani corporis fabrica* – Andrea Vesalius (1543)**

Um fato interessante a se observar é que apesar de conterem muitas imagens do corpo humano, os tratados de anatomia retratavam em sua maioria corpos masculinos. Alguns tratados continham poucas imagens de corpos femininos e, em outros, essas nem apareciam (RIFKIN *et al*., 2006). Um exemplo é próprio livro de Vesalius, *De Humani Corporis fabrica* que possui em seu frontispício (que apresenta a obra ao público), a imagem de uma demonstração pública de dissecação de um corpo

feminino (Figura 4.12), mas apresenta apenas seis imagens do corpo feminino no seu interior, com enfoque maior na anatomia do útero (comparando-o com o útero de uma cadela e de uma vaca) (PARK, 2010; SAUNDERS; O'MALLEY, 2002)




**Figura 4.12 - Frontispício do livro *De humani corporis fabrica* – Andrea Vesalius (1543)**

Ao nos aprofundarmos nas práticas científicas do estudo do corpo humano nos séculos XVI e XVII, emergem duas coisas muito importantes: a ilustração e a abertura dos corpos. Partindo dessas práticas, dos dados obtidos nas atividades anteriores e nas discussões realizadas sobre esses dados no grupo de pesquisa, buscamos selecionar para a próxima atividade, imagens que representassem algumas das práticas de estudo do corpo humano no NCM, como as dissecações, que assim como a discussão do trabalho de Harvey, se mostravam com potencial de levantar questões sobre os diferentes atores sociais que participaram da produção desse conhecimento cientifico sobre o corpo humano. Apresentaremos as imagens na seção seguinte, juntamente com a descrição da atividade.

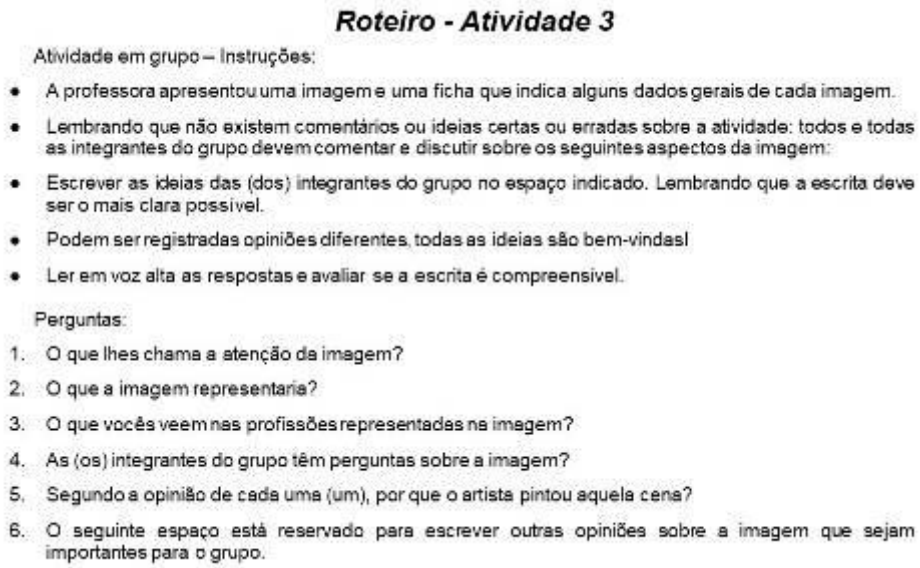
### 4.1.4 Aula 3 e 4 (4 tempos de 50 minutos) - Atividade 3– Atividade com imagens

Nesta atividade utilizamos imagens para gerar discussões a respeito do estudo do corpo humano nos séculos XVI e XVII. As imagens que selecionamos são obras

artísticas que estão vinculadas ao contexto em que o conhecimento a respeito do corpo humano e da circulação do sangue foram produzidos.

As imagens selecionadas para a atividade foram: o quadro *"A Lição de Anatomia do Dr. Nicolai Tulp"* (1632) que retrata uma dissecação e o retrato *"Dois Morenos"*[5] de 1661 (que apresenta dois homens negros, para discutir a ausência de corpos negros nos estudos sobre o corpo humano no NCM), produzidos por Rembrandt (1606-1669), em Amsterdã, nos anos de 1632 e 1661, respectivamente. Também trabalhamos com obra *"O Açougue"* do italiano Annibale Carracci (1560-1609), de 1580. Outra das obras que escolhemos foi *"O Nascimento de Maria"*, de autoria anônima, pintada em 1520 na Alemanha e atualmente exibida no museu Mauritshuis, Holanda. Ambos retratam atores sociais que realizavam práticas importantes para o estudo do corpo humano no período: como os açougueiros e as parteiras, como veremos a seguir.

Para esta atividade, a turma foi dividida em 7 grupos (composto por 4 ou 5 estudantes). Cada grupo recebeu uma imagem e um roteiro (Figura 4.13) que deveria ser respondido a partir das discussões do grupo sobre a imagem recebida.



***Roteiro - Atividade 3***

Atividade em grupo – Instruções:

- A professora apresentou uma imagem e uma ficha que indica alguns dados gerais de cada imagem.
- Lembrando que não existem comentários ou ideias certas ou erradas sobre a atividade: todos e todas as integrantes do grupo devem comentar e discutir sobre os seguintes aspectos da imagem:
- Escrever as ideias das (dos) integrantes do grupo no espaço indicado. Lembrando que a escrita deve ser o mais clara possível.
- Podem ser registradas opiniões diferentes, todas as ideias são bem-vindas!
- Ler em voz alta as respostas e avaliar se a escrita é compreensível.

Perguntas:

1. O que lhes chama a atenção da imagem?
2. O que a imagem representaria?
3. O que vocês veem nas profissões representadas na imagem?
4. As (os) integrantes do grupo têm perguntas sobre a imagem?
5. Segundo a opinião de cada uma (um), por que o artista pintou aquela cena?
6. O seguinte espaço está reservado para escrever outras opiniões sobre a imagem que sejam importantes para o grupo.

**Figura 4.13 – Roteiro Atividade 3 – Unidade Veias Abertas**

[5] No período da realização das atividades de pesquisa o quadro era chamado de "Dois Morenos/Mouros". Recentemente passou a ser denominado de "Dois homens africanos". Fonte: https://www.mauritshuis.nl/en/our-collection/artworks/685-two-african-men/

Ao distribuir as imagens, de modo aleatório, dois grupos receberam o quadro "*A Lição de Anatomia do Dr. Nicolai Tulp"*, outros dois grupos receberam o quadro *"O nascimento de Maria"*, outros dois com o quadro *"Dois morenos"* e apenas um ficou com o quadro *"O açougue"*. Foi realizada a leitura coletiva do roteiro da atividade 3, a fim de tirar as possíveis dúvidas sobre a atividade, e reforcei a ideia de que era importante registrar as opiniões de todos os componentes do grupo (mesmo que fossem divergentes) e que não precisavam se preocupar se as respostas estavam certas ou erradas. Vamos apresentar agora, a partir dos registros escritos dos estudantes e das gravações de áudio das aulas, uma síntese das discussões sobre as imagens realizadas no grupo e, num segundo momento, coletivamente:

**Tabela 4.2 : Grupo 1 - *"O Açougue"***



O grupo de estudantes perguntou se os açougueiros já eram chamados assim naquele período, porque acharam os homens retratados na imagem diferente dos açougueiros atuais. Quando questionados sobre o que estava diferente, afirmaram que o modo como se vestiam e o fato de estarem limpos. Perguntaram se os açougueiros eram franceses ou italianos, por causa da boina e do rosto deles, e afirmei que o quadro foi pintado por um italiano. Um aluno do grupo destacou que os açougueiros estavam muito limpos, que não usavam nenhum boné ou touca na cabeça. Comentei, então, que naquela época o olhar para a higiene era diferente do de hoje, e que manipular a comida ou os corpos com a mão era comum à época. Os componentes do grupo começaram a relatar suas experiências nas feiras e mercados que frequentavam com os pais, fazendo paralelos com o que haviam observado no quadro.

Na discussão coletiva, uma aluna perguntou por que abriam completamente o animal. Fizemos então uma comparação entre o comércio de carne hoje e naquele contexto. Um aluno perguntou sobre o cutelo, achando que era um machado, e expliquei a função deste objeto no ofício do açougueiro. O quadro *"O açougue"* chamou a atenção dos estudantes em muitos aspectos, incluindo a forma como os personagens foram retratados, a postura que desempenham, a posição das mãos etc. Ressaltei para a turma que a profissão de açougueiro estava relacionada à abertura de corpos, e o estudo da circulação sanguínea, como veríamos nas próximas aulas.

**Tabela 4.3: Grupos 2 e 3-** ***"A Lição de Anatomia do Dr. Nicolai Tulp"***

| |
|---|
|  |
| Para o grupo 2 o que mais chamou a atenção no quadro foi como o braço do cadáver estava no quadro. Expliquei que aquela foi uma forma usada pelo pintor para dar destaque aquele órgão na pintura. Discuti com o grupo sobre quem eram os elementos do quadro e os eventos de dissecação e como os corpos eram abertos naquele contexto. Uma aluna falou que gostou da explicação da professora, pois eles estavam realmente se perguntando como ele teria morrido e porque seu corpo estava sendo dissecado (achavam que o corpo havia sido doado pela família). |
| De acordo com o grupo 3, as roupas que os personagens retratados estavam vestindo e o fato de que um dos observadores da dissecação parecia olhar diretamente para fora do quadro foram elementos que chamaram a atenção ao observar a imagem. Eles relataram, ainda, que ficaram impressionados com a imagem, e até nervosos com o braço sendo aberto. Expliquei que as roupas indicavam a classe social, no caso uma posição social mais elevada, como a gola e o chapéu que haviam chamado a atenção ao observar o quadro. Um aluno chamou atenção sobre os livros presentes no quadro, destaquei, então, que os livros dispostos nas |

sessões de dissecação eram tratados de anatomia e que tinham a função de auxiliar na observação das estruturas do corpo, como acontece até hoje.

Na discussão coletiva, chamei a atenção da turma para o fato do quadro representar pessoas especializadas que realizavam o estudo do corpo humano naquele período. Comentei que há registros históricos que indicam que os personagens retratados no quadro existiram e que aquele corpo dissecado pertencera a um ladrão, cuja mão fora decepada por roubo, tendo sido o ladrão condenado à morte (WIILIANS, 2016). Expliquei brevemente o que eram as dissecações públicas, que era uma prática reconhecida e socialmente valorizada, representada em várias pinturas, e quem eram as pessoas, cujos corpos foram abertos, e quem os abriu no período do NCM.

Uma aluna indagou sobre o livro que estava representado no quadro e respondi que provavelmente seria um tratado de anatomia, que era muito utilizado na época nas sessões de dissecação, para auxiliar na identificação de estruturas. Outra aluna disse que as estruturas da mão (músculos e vasos sanguíneos) chamaram a sua atenção porque pareciam reais. Expliquei que os pintores tinham aulas de anatomia, estudavam o corpo humano. Questões sobre transplante de órgãos e canibalismo surgiram nesse momento. E expliquei a questão do canibalismo nas tribos e a diferença entre essa prática e a dos psicopatas.

**Tabela 4.4: Grupo 4 e 5 - *"O nascimento de Maria"***



| |
|---|
| O grupo 4, formado apenas por alunas, destacou que havia uma mulher dormindo/descansando, que era rica, por causa do quarto e das empregadas brancas. Quando questionadas sobre o motivo de destacarem a cor da pele das empregadas, uma aluna respondeu que o grupo achou estranho não existir empregadas negras naquela época, e respondi que geralmente os negros eram escravos e não empregados como víamos no quadro. As alunas perguntaram como a gravidez era vista naquele período, as restrições que eram impostas às grávidas e como os partos eram realizados. |
| O grupo 5 também era formado apenas por meninas. As alunas afirmaram que a presença de uma curandeira (a mulher que estava ao lado da mãe) chamou a atenção delas. Perguntaram como os partos eram realizados naquela época. Expliquei que os partos ocorriam em casa, não existia maternidade, destacando que muitas mulheres morriam, porque muitos problemas só eram descobertos na hora do parto. Falaram que as roupas chamaram a atenção porque são diferentes das que usamos hoje e destacaram também as cores do quadro, pontuando que não eram parecidas com os quadros de hoje em dia. Quando questionadas se conheciam algum quadro atual responderam que sim, mas que não lembravam o nome. |

Na discussão coletiva, uma aluna disse que o que chamou a atenção foram os instrumentos representados na mesa (chamados de "ferramentas" pelos estudantes). Os componentes de um dos grupos que havia analisado a imagem responderam novamente que o fato ter apenas empregados brancos na cena, foi o que mais lhes chamou a atenção. Alguns estudantes relacionaram este fato à questão da escravidão, outros afirmaram que poderiam ser parentes e não empregados retratados no quadro.

Uma aluna opinou que achava que os negros eram empregados, mas que os patrões preferiam empregados brancos para ficar mais próximos, cuidando da casa enquanto os negros seriam empregados de fora da casa, por exemplo. Por isso que no quadro só estavam representados empregados brancos. Surgiu novamente a pergunta sobre como os partos eram realizados e discutimos o assunto. Uma aluna relatou que houve um erro médico relacionado ao parto da cunhada (que deveria ser cesariana e foi forçado o parto natural) e o bebê morreu durante o nascimento.

A partir da imagem “*O nascimento de Maria*” discutimos o papel social da mulher no contexto do NCM, e que as atividades realizadas pelas mulheres eram geralmente relacionadas ao ambiente doméstico, e que muitas vezes elas eram retratadas nas pinturas realizando tarefas domésticas. Introduzimos, então, a discussão sobre práticas e saberes ancestrais, como o das parteiras e as curandeiras trazidos pelos estudantes na atividade 2. Além disso, trouxemos para a aula a questão

da ausência de corpos femininos nos estudos do corpo humano realizados nos séculos XVI e XVII, chamando a atenção, por exemplo, para o fato de que apenas o útero feminino era retratado nos tratados de anatomia do período, buscando fazer relação com o papel da mulher naquele período, que era gerar herdeiros para a família do marido (PARK, 2010).

**Tabela 4.5: Grupo 6 e 7 – *"Dois morenos"***

| |
|---|
|  |
| Quando o grupo 6 foi questionado sobre o que havia chamado a atenção, respondeu que a expressão e as roupas dos dois homens pintados, pois eram diferentes das de hoje, e que pareciam pai e filho se apoiando e que eram vendedores por causa das roupas. Comentei que havia achado interessante o fato de não terem associado os homens a escravos como os demais grupos faziam quando mostrava a imagem. Uma aluna disse que pensou que eram escravos, mas que por conta da roupa, achou que poderiam ser pessoas livres. Outro componente do grupo afirmou que não pensou que fossem escravos, porque havia sido dito em aula que somente pessoas com dinheiro tinham seus quadros pintados, se eles estavam pintados, não eram escravos, porque teriam dinheiro. |
| No grupo 7, os estudantes falaram que a expressão de tristeza e cansaço e o tamanho da boca e dos olhos foram os elementos que chamaram a atenção deles. Para eles, aqueles homens deviam estar tristes porque eram escravos. Comentaram também que o quadro estava muito escuro, e expliquei que esse aspecto era característico do movimento artístico do Barroco. Comentaram então que o pintor deve ter sentido pena dos escravos e por isso pintou esse quadro. |

Durante a discussão coletiva uma aluna disse que havia levado um susto com o tamanho da boca e dos olhos dos homens que apareciam no quadro. Expliquei que eram negros africanos e que o artista quis destacar isso, valorizando seus olhos e bocas. Um aluno perguntou se eram escravos e respondi que um dos grupos da turma que analisou a imagem disse que sim, por serem negros. Outro aluno falou que não pareciam escravos por causa da roupa, e respondi que o outro grupo havia feito a mesma observação na aula anterior, falando que pareciam comerciantes e a turma permaneceu dividida entre essas opiniões após a discussão.

Ao trabalhar com a pintura *"Dois morenos"*, os estudantes se surpreenderam com o fato de os personagens retratados não serem apresentados como escravos. As imagens de negros ou afrodescendentes do período estudado são escassas e, em geral, quando os africanos são representados na arte europeia, são retratados como personagens secundários ou como escravos (BURKE, 2016). Discutimos com os estudantes o fato das representações feitas sobre os africanos e indígenas em pinturas europeias dessa época, muitas vezes os apresentavam como selvagens, canibais e até como figuras não humanas (BURKE, 2016). Chamei atenção para o fato de que essas imagens muitas vezes eram utilizadas para justificar a escravidão e subjugação desses povos pelos colonizadores.

A turma ficou bem agitada com a atividade e em um primeiro momento percebi um estranhamento sobre a razão daquelas imagens estarem sendo discutidas na aula de Ciências, já que eram "quadros de arte", mas após responder aos questionamentos de alguns estudantes, a atividade prosseguiu e a turma foi bem participativa.

Os dados foram levados ao grupo de pesquisa. Observamos que em todos os quadros a questão das vestimentas chamou a atenção dos estudantes, que buscaram fazer comparações com o seu cotidiano, como por exemplo, comparar a roupa das parteiras de "*O nascimento de Maria*" com a roupas de mulheres mulçumanas que viam pela televisão ou a limpeza representada no quadro "O açougue" e que não observavam nos açougueiros que conheciam. Ainda neste aspecto, trouxeram questões sobre a diferença das roupas, cabelos e adereços como os chapéus representadas no quadro sobre a lição de anatomia e dos homens representados no quadro "*Dois Morenos*". Havia uma ideia de hierarquia para os estudantes, uma vez que relacionaram o fato de os homens representados no quadro não serem escravos, devido as roupas que vestiam.

Assim como nas atividades anteriores, o interesse sobre a manipulação dos corpos humanos esteve muito presente nas respostas dos roteiros e na discussão coletiva, através de questões sobre como os partos eram realizados e a abertura dos corpos através da discussão do quadro de Rembrandt. A representação desses

corpos e práticas também chamou a atenção dos estudantes, com os comentários sobre o braço sendo aberto parecer bem próximo da realidade. As práticas apresentadas nos quadros também foram elementos que chamaram a atenção da turma: o uso de livros (relatado por eles durante a atividade 2), os instrumentos das parteiras, açougueiros e médicos foram objetos de questões registradas pelos estudantes e discutidas coletivamente.

Os registros do diário de campo e dos áudios reforçaram nossa consideração inicial de que a discussão histórica a partir de imagens poderia ser um caminho para promover reflexões sobre as visibilidades e invisibilidades de atores sociais que não são explicitamente reconhecidos como produtores de conhecimento científico em documentos oficiais (artigos, atlas, livros, tratados), mas que contribuíram para a produção do conhecimento sobre o corpo humano, como as parteiras e açougueiros, por exemplo e a discussão sobre a construção da ideia de um corpo universal que negligenciou o estudo de corpos femininos e negros, por exemplo.

Ao longo das 3 atividades da unidade, os alunos e alunas mostraram interesse em compreender como eram manipulados os corpos naquele período histórico. Dessa forma construímos a atividade 4, com aulas expositivas-dialógicas, a partir da discussão de imagens históricas científicas ou não. A discussão dos resultados parciais das atividades anteriores, no grupo de pesquisa, levou-nos a compreender que, para respondermos ao interesse manifesto pelos estudantes em saber sobre como ocorriam os partos e a abertura dos corpos, deveríamos discutir de forma mais aprofundada o intercâmbio entre os árabes e a Europa. Entendemos, naquele momento, que essa discussão poderia permitir aos estudantes compreender que o contato com diferentes culturas e conhecimentos foi fundamental para o desenvolvimento do estudo do corpo humano naquele contexto.

### 4.1.5 Aula 5 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 4– Aula com slides – dia 1

Nesta atividade, um conjunto de aulas expositivas-dialógicas foram elaboradas para aprofundar as discussões sobre o estudo do corpo humano (com enfoque na circulação sanguínea) nos séculos XVI e XVII que haviam ocorrido nas atividades anteriores. As aulas da atividade 4 ocorreram na sala de vídeo, um espaço da escola que os estudantes gostam bastante. Cada estudante recebeu um roteiro (Figura 4.14) onde deveria fazer anotações sobre o que considerou mais importante/interessante durante as aulas.

**Roteiro - Atividade 4**

A partir do exposto pela professora na aula, anote tudo aquilo que você considerar importante ou que lhe chamou a atenção do conteúdo. A informação que você escreva será utilizada na atividade da próxima aula.

**Figura 4.14 – Roteiro Atividade 4 – Unidade Veias Abertas**

Iniciamos a aula situando a discussão temporal e espacial, apresentando o mapa da Europa no século XVI, destacando as Grandes Navegações, o comércio de especiarias e sua importância e situamos o Brasil, colônia de Portugal, neste período. Por meio de imagens como a miniatura presente na universidade de Istambul (Figura 4.15) e de uma cesárea presente em um manuscrito de *al-Biruni* (Figura 4.16) discutimos a presença árabe na Península Ibérica e o intercâmbio entre árabes e europeus em várias áreas, como a matemática, óptica, astronomia e medicina. Enfatizei que naquela cultura a prática da tradução de textos produzidos em outras línguas foi muito desenvolvida e que os tradutores inseriam comentários à obra, levando à incorporação de novos conhecimentos (LYONS, 2011;ROSSI, 2001).



**Figura 4.15 - Miniatura otomana de astrônomos no trabalho – Biblioteca da Universidade de Istambul**



**Figura 4.16 - Ilustração de uma cesárea no Manuscrito de al-Bīrūnī, *Al-Athār al-Bāqiyah `an al-Qurūn al-Khāliyah*, MS 161, Edinburgh University.**

Passamos a discussão dos espaços onde o conhecimento era produzido na Europa nos séculos XVI e XVII e apresentei algumas das universidades europeias do século XVI, indicando os países e ano de fundação (Coimbra, Oxford e Pádua), já chamando a atenção para a Universidade de Pádua, que teve destaque no estudo do corpo humano. Falamos do acesso à universidade naquela época (apenas homens estudavam nas Universidades e que a maioria da população era analfabeta). Buscamos fazer relações entre as universidades daquele período e as universidades atuais, discutindo a importância da universidade pública no Brasil. Chamei a atenção da turma para o fato de que a produção de conhecimento, nos séculos XVI e XVII, não se dava apenas nas universidades, mas, também, em espaços como os jardins botânicos, gabinetes de curiosidades, apresentando imagens destes espaços (; ADAMSON, 2014; LIVINGSTONE, 2003; PIMENTEL, 2007).

Discutimos a produção de livros na época e a sua importância para a difusão de conhecimento naquele contexto (voltamos a lembrar aos estudantes que grande parte da população era analfabeta). Mostrei as imagens dos frontispícios dos livros de Copérnico e de Vesalius publicados em 1543 (PIMENTEL, 2007). Discutimos o modelo proposto por Copérnico e os estudantes trouxeram contribuições das aulas de História sobre a Inquisição.

Ao apresentar o livro de Vesalius, mostrei meu exemplar do livro *De humanis corporis fabrica* e deixei o livro circulando entre os estudantes para que pudessem manuseá-lo e ver as imagens mais de perto. Passamos, então, a discutir sobre os anfiteatros de anatomia, o que era aquele local, o que ocorria nele, que as dissecações eram eventos públicos. Mostrei a estrutura do anfiteatro, tomando como exemplo a imagem do anfiteatro da Universidade de Bolonha. Expliquei que a dissecação era uma prática comum da época, destacando toda a estrutura e

hierarquia por trás da mesma. Apresentei dois quadros sobre lições de anatomia pintados por Rembrandt (Figura 4.5 e 4.6), cuja temática era a dissecação e discuti que era uma prática tão presente e importante naquela cultura e que havia sido retratada em vários quadros, geralmente chamados de Lição de Anatomia (KLESTINEC,2011; PARK,2010).

Comentei que os corpos representados nos atlas de anatomias eram em maioria masculinos e que não havia quase registros de mulheres condenadas à morte e dissecadas, reforçando que as dissecações eram feitas principalmente em corpos masculinos, brancos, dos criminosos executados. Ressaltei, ainda, os corpos femininos eram dissecados apenas em dissecações privadas, geralmente para descobrir a causa da morte. E que não havia muito interesse na maioria dos estudiosos no funcionamento do corpo da mulher e que alguns estudos sobre o funcionamento do corpo feminino só seriam feitos alguns séculos mais à frente. Chamei a atenção para o conhecimento das parteiras sobre o corpo humano, principalmente, o corpo feminino (usando quadro *"O Nascimento de Maria"*) (PARK,2010;PORTER,2008).

### 4.1.6 Aula 6 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 4– Aula com slides – dia 2

Foi realizada uma rápida revisão da aula anterior e introduzi questões sobre a produção de imagens naquele contexto, tomando por base os tratados de anatomia e pinturas. Discutimos o uso da perspectiva na produção de imagens e estudo de lentes naquele contexto na pintura, com o uso da câmera escura (trazida para a Europa pelos árabes), destacando a relação entre a utilização das lentes e a riqueza de detalhes de algumas imagens de época, usando o livro de Vesalius como exemplo.

Exibi duas cenas do filme "*Moça com brinco de pérola*" para mostrar o que era uma câmera escura e como a mesma era usada na construção de imagens. A primeira cena retrata a chegada da câmara escura na casa do pintor Vermeer e ele mostrando o seu funcionamento para a sua empregada. A outra cena mostra Vermeer ensinando a mesma empregada a produzir tinta a partir de componentes como azeite de oliva, goma arábica, óleo de linhaça, carvão. Quando a cena acabou, os estudantes reclamaram, pois acharam que veriam o filme completo e perguntaram se poderiam assistir ao filme. Respondi que quando houvesse uma "folga" no cronograma das aulas, assistiríamos ao filme.

Discutimos, então, como o estudo do corpo humano era realizado em épocas anteriores, destacando que era um estudo mais teórico baseado nos tratados/manuais de anatomia. Apresentei os estudos de Galeno, realizados a partir da dissecação de animais como macacos e da comparação que fazia com os corpos humanos. Através

da imagem da tríade de Galeno (Figura 4.17), discutimos o papel que ele atribuía ao fígado na formação do sangue, em como o sangue seria formado a partir dos alimentos (carne em potência). Falamos da teoria dos humores, explicando o conceito do humor para a biologia e o papel dessa teoria no tratamento das doenças naquele período (sangrias, laxantes, jejum, cuidado na alimentação, indução do vômito) (BOUSTANI,2018; VIGARELLO; PORTER, 2012)

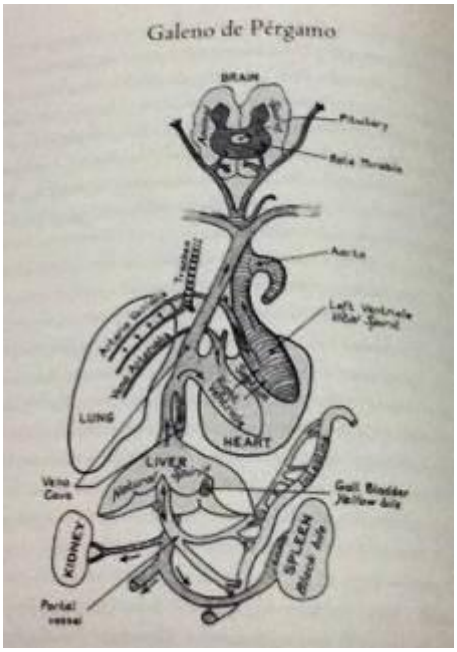



**Figura 4.17 - Tríade de Galeno**

Ao longo da aula percebi que a turma estava muito dispersa e perguntei o que estava acontecendo. Alguns estudantes falaram que após retornarem da merenda, perceberam que vários pertences haviam sumido da sala de aula. Perguntei se foi alguém da sala e eles suspeitavam de estudantes de outra turma e orientei os estudantes a pedir aos responsáveis que viessem a escola falar com a direção.

Retomamos a aula e começamos a tratar sobre a ausência de corpos negros nos estudos sobre o corpo humano e entramos no assunto da escravidão a partir da exibição do quadro "*Dois africanos*" de Rembrandt (que já havia sido mostrado na atividade 3). Lembrei a eles que estávamos próximos a um local de chegada de escravos no Brasil (em um bairro próximo, onde se encontra a Igreja de Nossa Senhora do Pilar) (SOUZA,2014).

Nesse momento, percebi que o comportamento da turma estava atrapalhando o andamento da aula. Parei a explicação e no tempo restante de aula conversei com a turma sobre o furto, disse que entendia que estivessem chateados, mas que isso não justificava o comportamento que estavam tendo na aula. Avisei que iríamos parar o

conteúdo por ali e que retomaríamos na próxima aula. Após encerrar a aula, alguns estudantes vieram se desculpar pelo comportamento da turma.

### 4.1.7 Aula 7 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 4– Aula com slides – dia 3

Retomei as questões da aula anterior, relembrando a medicina galênica e os questionamentos de Vesalius sobre alguns conhecimentos trazidos por Galeno. Após essa revisão, tratamos dos estudos mais práticos sobre o corpo humano que eram realizados na Universidade de Pádua, chamando a atenção para o fato de que muitos estudantes de Medicina viajavam até lá para aprimorar seus estudos (PORTER,2008).

Quando discutimos os tratamentos de doenças na Europa no século XVI, falamos sobre o uso de plantas e ervas, geralmente em chás e emplastos que eram preparados. Destaquei que muitas pessoas utilizavam do conhecimento dessas plantas e ervas para se tratar de doenças, recorrendo às chamadas de curandeiras. Essa prática de manipulação de plantas e ervas era comum entre as mulheres, e muitas eram perseguidas por conta disso, sendo chamadas de bruxas (FEDERICI,2017). Discutimos sobre as punições às mulheres consideradas bruxas, o que causou uma grande comoção na turma. Perguntei aos estudantes se eles acreditavam que as curandeiras ainda existiam, e alguns responderam que sim, mas que conheciam como rezadeiras. Uma aluna disse que sua avó era rezadeira e outra disse que sua mãe sempre a levava na rezadeira quando ela estava doente.

No meio dessa discussão, uma aluna perguntou o que acontecia com um homem quando ele era acusado de bruxaria. E eu respondi que dificilmente um homem era condenado por bruxaria, que na grande maioria dos casos, eram as mulheres as principais acusadas. Expliquei que, nessa época, a mulher tinha um papel social de submissão e que algumas mulheres, que não seguiam esse padrão, eram interpretadas como bruxas, e a prisão, a tortura e a execução eram mecanismos de manter as mulheres com medo. Discutimos quando os homens eram condenados por questionar as ideias da Igreja, por não concordar com algumas posturas da Igreja, num âmbito mais intelectualizado e um aluno disse que o professor de história havia falado algo parecido em alguma aula. Enquanto discutíamos a questão das famílias das bruxas, uma aluna disse que as bruxas de hoje em dia se chamavam macumbeiras. Nesse momento, um grupo de estudantes começou a questionar a colega e reclamar que ela estava falando coisas erradas, que o professor de história havia explicado que macumba não era um coisa ruim, e houve uma certa agitação na aula, mas consegui contornar a situação (os estudantes que se manifestaram não pertenciam a religiões afro-brasileiras).

Iniciamos a discussão sobre a circulação do sangue, propriamente dita,

apresentando os experimentos, observações e estratégias que Harvey demonstra em seu livro sobre o movimento do coração nos animais. Ressaltei que ele estudou em Pádua, a melhor universidade de medicina da época, e por isso teve uma formação em medicina mais pautada na prática de dissecação. Discutimos o que se sabia na época de Harvey sobre a circulação do sangue, com as ideias de Galeno, Colombo, Serveto, Vesalius. Começamos a discutir a estrutura do coração e o conceito da pequena circulação e da grande circulação, lembrando que essa descrição foi feita primeiramente por um médico árabe (Avicena, cujo tratado de medicina era estudado em Pádua) (BOUSTANI,2018; PORTER, 2008; REBOLLO, 2013).

Discutimos o experimento da ligadura e o papel dos vasos sanguíneos (Fig.4.18), através da apresentação da imagem do experimento, bem como o sentido da circulação a partir dos experimentos e estudos do papel das valvas (que já eram conhecidas). Expliquei que Harvey se utilizou da prática de vivissecção para discutir o papel do coração na circulação do sangue (bombear o sangue), a quantidade de sangue produzida pelo corpo (a partir de cálculos e observações do trabalho dos açougueiros) e que o sangue não é produzido no fígado, assim como não forma as partes do corpo. Conclui que o sangue é entendido como em um movimento circular e perpétuo pelo corpo, retomando a ideia de pequena e grande circulação. Finalizamos essa parte da aula sintetizando os conhecimentos sobre o funcionamento do coração trazidos por Harvey (REBOLLO, 2013).

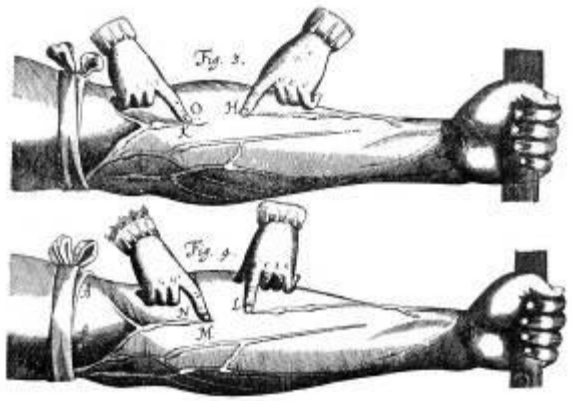


**Figura 4.18 - Experimento de ligadura - *De Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus* – William Harvey (1628)**

Destaquei que Harvey publicou essas conclusões em seu livro *De motu cordis et Sanguinis in Animalibus* (1628) sendo que a cada edição ele acrescentava respostas aos seus críticos (REBOLLO, 2013). Discutimos que os livros e as cartas eram grandes meios de comunicação dos conhecimentos dessa época. Para encerrar a aula, comparamos com o modo como o conhecimento científico é divulgado hoje em

dia.

De maneira geral, os estudantes fizeram poucas anotações nos relatórios, mas participaram ativamente das discussões em sala de aula, fazendo muitas perguntas, dando suas opiniões a respeito dos temas trabalhados. Algumas questões chamaram a atenção sobre os temas trabalhados, como a questão da escravidão e das mulheres consideradas bruxas que geraram bastante comoção por parte da turma. Os estudantes trouxeram muitas questões relacionadas ao seu cotidiano ao longo das discussões realizadas nas aulas.

### 4.1.8 Aula 8 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 5– Atividade final em grupo

Para finalizar a unidade, propomos uma atividade em grupo para que os estudantes pudessem sintetizar aquilo que consideravam mais importante a respeito das discussões realizadas. Optamos pela produção de desenhos, acompanhados de um pequeno texto explicativo, uma vez que a atividade realizada na fase exploratória teve bons resultados. A turma foi dividida em 7 grupos (com 4 ou 5 estudantes), que receberam um roteiro (Figura 4.19) e uma folha A3 para que pudessem ter mais espaço para fazer os desenhos. Os estudantes poderiam utilizar as anotações realizadas nas aulas anteriores para auxiliar na construção das respostas e todas as opiniões dos integrantes deveriam ser registradas.

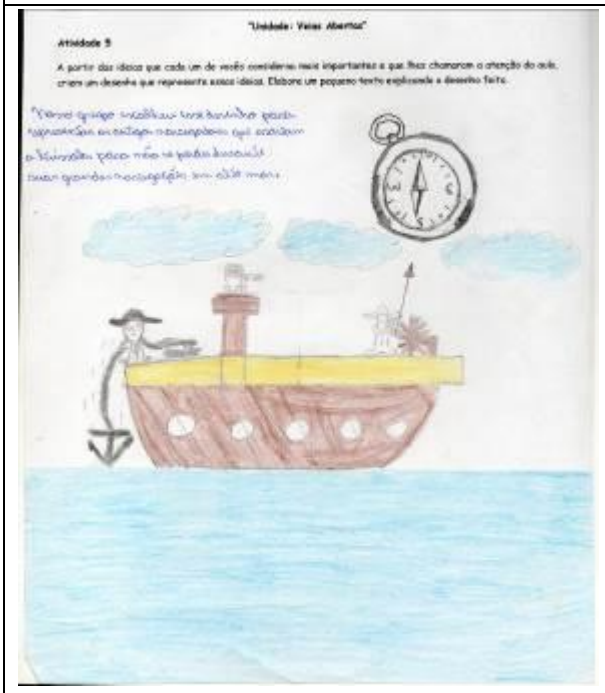
**Roteiro- Atividade 5**

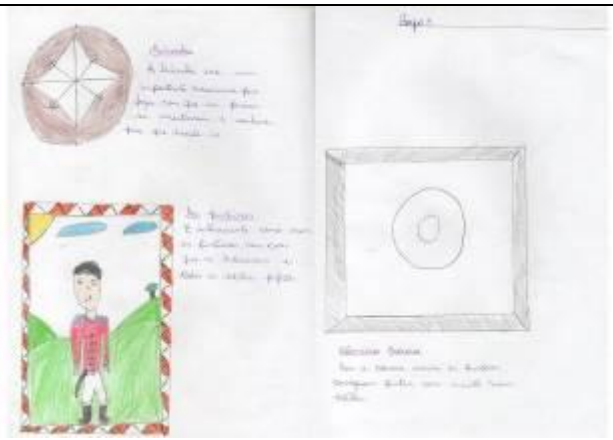
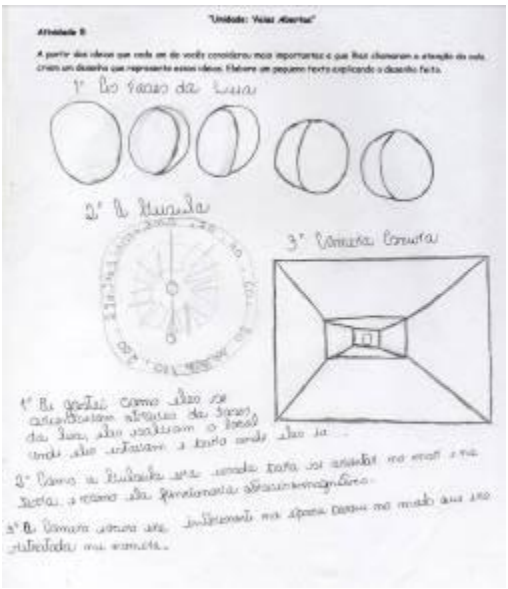
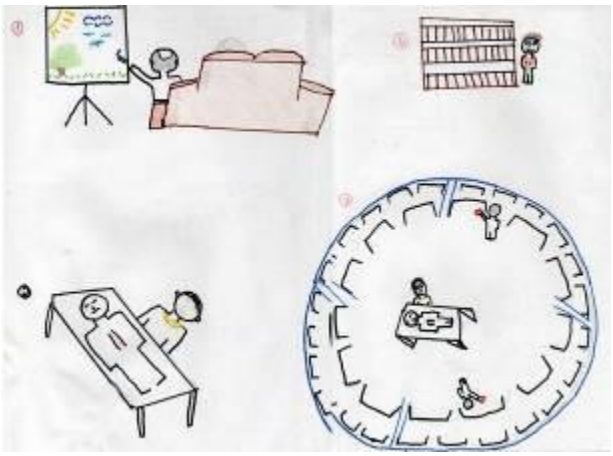
A partir das ideias que cada um de vocês considerou mais importantes e que lhes chamaram a atenção da aula, criem um desenho que represente essas ideias.

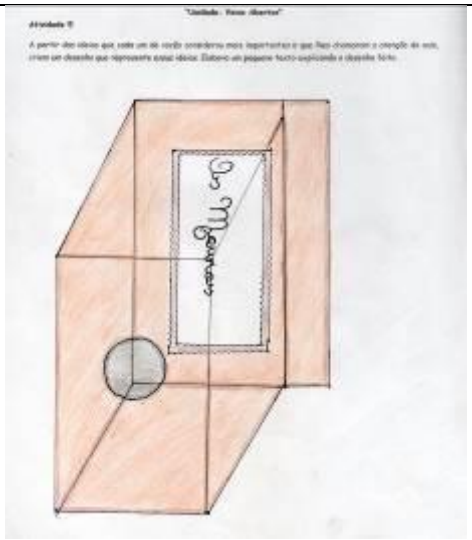
**Figura 4.19 - Roteiro Atividade 5 – Unidade Veias Abertas**

Seguem abaixo os desenhos e justificativas dos estudantes sobre as escolhas feitas pelos grupos.

**Tabela 4.6 : Respostas atividade 5 - Unidades Veias Abertas**

| | |
|---|---|
| **Grupo 1** | |
|  | Navegações e bússola: *"Nosso grupo escolheu esse desenho para representar os antigos navegadores que usavam a bússola para não se perder durante suas grandes navegações em alto mar."* |
| **Grupo 2** | |
|  | Livro de Anatomia: *"eu achei interessante, porque o livro de anatomia era o estudo dos médicos, e nesse livro eles estudavam e aprendiam, esse livro era a única chance de eles estudar"*<br>Bússola: *"A bússola era importante naquela época porque, os navegadores sempre usavam a bussola, que ajudavam eles a não se perder, e sempre ir nos lugares que eles queriam."*<br>Álgebra: *"A álgebra já era descoberta pelos indígenas, mas foram os árabes que trouxeram ela para a Europa."* |
| **Grupo 3** | |

| | |
|---|---|
|  | Câmara Escura: *"Com a câmara escura os pintores conseguiam pintar com muito mais detalhes"*<br>As pinturas: *"É interessante como as pinturas, com cores que se destacavam e todos os detalhes perfeitos."*<br>Bússola: *"A bússola era um importante mecanismo, pois fazia com que as pessoas se orientassem e soubessem para que direção ir."* |
| **Grupo 4** | |
|  | Fases da Lua: *"Eu gostei como eles se orientavam através das fases da lua, eles sabiam o local onde eles estavam e para onde eles iam"*<br>Bússola: *"Como a bússola era usada para se orientar no mar e na terra e como ela funcionava através do magnético."*<br>Câmara Escura: *"A Câmara escura era interessante na época porque no modo que era retratado a câmera."* |
| **Grupo 5** | |
|  | Cena do filme: *"No quadro 1 desenhamos um pintor ensinando sua empregada a preparar tintas para suas pinturas. Com isso ele estava mostrando a ela as cores que ele geralmente pinta"*<br>Dissecação: *"No quadro 2 relata a dissecação de um ladrão para o estudo do corpo humano."*<br>Anfiteatro de Anatomia: *"No quadro 3 é relatado o teatro de anatomia.* |

| | |
|---|---|
| | *Os homens amostrando ao público os órgãos"*<br>Estudo do Corpo Humano: *"No quadro 4 relatamos um estudante estudando sobre o corpo humano em sua faculdade."* |
| **Grupo 6** | |
|  | Câmara Escura: *"Nós desenhamos a câmara escura porque nós achamos interessante, porque naquela época tudo era diferente, criado por um homem, dentro de uma caixa podemos ver quadros diferentes e famosos como se estivesse tirando uma foto. Nós observamos em um trecho do filme a câmara sendo usada."* |
| **Grupo 7** | |
|  | Jardim Botânico: *"O jardim botânico é repleto de várias espécies de plantas, lugar para as pessoas poderem visitar e apreciar a vista, lá as pessoas podem descansar e fazer piquenique, lá também tem várias flores de diferentes espécies."* |

Os dados foram discutidos no grupo de pesquisa. A análise dos roteiros indicou que os destaques dos estudantes sobre os pontos mais importantes da unidade giraram em torno de questões relacionadas aos artefatos usados no contexto do NCM, como a bússola, a câmara escura. Nesses casos, os estudantes destacaram a importância desses artefatos para a navegação e a produção de imagens, por exemplo.

O intercâmbio de ideias e informações também foi destacado, através do exemplo álgebra e dos livros de anatomia. Entendemos que esse destaque se relaciona à discussão em sala do Cânone de Medicina de Avicena ser estudado pelos futuros médicos, na Universidade de Pádua. Isto porque durante essa aula, os estudantes levantaram questões sobre o fato de um livro, que não havia sido escrito em italiano, ser usado na Universidade. E perguntaram, também, sobre as traduções.

Os locais e modos de produção e comunicação do conhecimento, como os jardins botânicos, bibliotecas e anfiteatros de anatomia, também, apareceram nos relatos dos estudantes. Nos chamou a atenção o fato do grupo 5 escolher uma cena do filme *"Moça com brinco de pérola"* como algo que consideraram interessante, buscando reproduzir em um dos desenhos a produção de pigmentos que é retratada no trecho do filme que assistimos. Além disso, o grupo 3 fez referência às pinturas e ao seu modo de produção, ao explicar que a câmara escura ajuda os pintores a produzir suas obras com mais detalhes. O estudo do corpo humano também foi mencionado com a tentativa de reprodução da imagem do anfiteatro de anatomia visto em sala e citando os ladrões como corpos sendo estudados, refletindo de certa forma as discussões feitas sobre os locais em que a abertura dos corpos ocorria e de quem eram os corpos dissecados.

### 4.1.9 Aula 9 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 6– Avaliação da Unidade

A proposta desta atividade foi realizar com a turma uma avaliação sobre a unidade Veias Abertas. Os estudantes deveriam dar suas opiniões/impressões sobre as atividades desenvolvidas ao longo da unidade e responder se suas expectativas a respeito dela foram ou não atendidas.

Sobre a opinião geral da unidade, os estudantes gostaram das atividades e do modo como as aulas aconteceram. Alguns justificaram que gostaram porque só precisavam anotar o que gostavam e não "a matéria toda". Outros afirmaram que gostaram das atividades porque puderam interagir mais comigo e com os colegas, e outros porque aprenderam "coisas que vemos na aula de História". Alguns estudantes pontuaram que haviam ficado sem professor até o início do 2º bimestre e a matéria de História estava atrasada e que as aulas ajudaram a entender o conteúdo daquela disciplina.

Sobre a atividade que mais gostaram de fazer, a turma ficou dividida entre a atividade dos "quadros" e a atividade final. Os estudantes comentaram que gostaram muito das atividades e aulas com as imagens, porque conseguiam entender melhor com elas, do que se eu apenas explicasse, segundo um aluno "ajudava a imaginar melhor a cena de como era naquela época". Os estudantes que gostaram da atividade

final, justificaram que foi boa porque puderam desenhar e não era preciso escrever muito. Quando questionados sobre algo a modificar para as próximas unidades, os estudantes pediram mais tempo para anotar o que consideravam importante, pois não conseguiam fazer isso e prestar a atenção na aula ao mesmo tempo. Então combinamos de, para a próxima unidade, reservar um tempo no final da aula para voltar os slides que eles não conseguissem anotar.

O roteiro da atividade 1 (Expectativas) foi devolvido e os estudantes marcaram quais sentenças e perguntas eles conseguiram responder ao final da unidade. Após o tempo da atividade, começamos a discutir os resultados. De uma maneira geral, os estudantes consideraram que suas sentenças e perguntas foram respondidas. Um aluno respondeu que sua pergunta “quem fez a primeira pesquisa sobre o corpo humano?” não foi respondida. Duas alunas responderam que acreditavam que o estudo era feito em grupo, como havíamos visto nas aulas e que era difícil saber quem havia sido o primeiro a estudar porque fazia muito tempo que isso havia ocorrido. Perguntas relacionadas às guerras da época e a questões sobre a autoria “quem descobriu...?”, “quem foi o primeiro a ...?” foram algumas das que os estudantes marcaram que não foram respondidas.

Ao término da aula, alguns estudantes perguntaram se não iríamos fazer nenhuma atividade prática e se não assistiríamos ao filme “Moça com brinco de pérola”. Respondi que poderíamos pensar nessas questões para a próxima unidade.

Como resultado das discussões, percebemos que a utilização das imagens foi algo que despertou o interesse dos estudantes, como eles destacaram na avaliação da unidade. A produção de quadros, pigmentos e como os artistas trabalhavam foram questões que geraram bastante curiosidade dos estudantes, que sempre teciam comentários sobre as cores dos quadros, as imagens retratadas.

Além disso, a discussão dos elementos das imagens como as roupas, o modo dos cabelos, a presença de instrumentos ou como as pessoas estavam retratadas (poses) proporcionou reflexões interessantes sobre a ideia de um corpo universal que tornava invisível o corpo da mulher e do negro naquela época e que essas representações poderiam se manifestar até hoje. Os estudantes conseguiram estabelecer relações entre as imagens e os conteúdos trabalhados. Por exemplo, sempre que projetávamos imagens sobre dissecações, os estudantes faziam comentários sobre aquela prática que já haviam sido discutidas anteriormente.

A participação oral dos estudantes foi maior do que a escrita e podemos observar, através dos registros levados para a discussão do grupo, que houve um envolvimento da turma com as atividades propostas, inclusive de estudantes que não

costumavam participar das aulas.

Ao longo das aulas, as temáticas relacionadas ao assunto do corpo humano permitiram também trazer questões mais contextuais para a discussão da sala de aula. Os estudantes trouxeram elementos de seu cotidiano, como o trabalho de doméstica das mães, os conhecimentos sobre benzedeiras para as discussões feitas sobre o conhecimento do corpo humano fora dos espaços científicos.

O contato com as contribuições dos árabes para várias áreas do conhecimento despertou o interesse dos estudantes e permitiu a discussão sobre como a construção do conhecimento cientifico se dá através do intercambio de culturas.

A ideia inicial que possuíam sobre a ausência de tecnologia no período estudado, foi sendo discutida ao longo das atividades e, de modo geral, o conhecimento sobre equipamentos, objetos, que são considerados tecnologias como os livros, a bússola, os instrumentos de navegação e a curiosidade sobre como esses equipamentos funcionavam e como eram utilizados nos estudos e atividades cotidianas , foram elementos apresentados com frequência nas respostas e interações dos estudantes durante a unidade.

Em relação à elaboração das fases seguintes da pesquisa, decidimos manter o mesmo conjunto de atividades, exceto a atividade 2, uma vez que a percebemos repetitiva em alguns aspectos e cansativa para os estudantes, e que as temáticas ali presentes poderiam ser discutidas ao longo das outras atividades.

Em relação ao tema a ser trabalhado na unidade seguinte, optamos pelo estudo da visão dentro do mesmo recorte temporal, para aprofundar os elementos trazidos pelos estudantes como o intercâmbio entre as culturas, as práticas de manipulação dos corpos e de comunicação do conhecimento cientifico através dos livros. E buscando atender as demandas dos estudantes, por uma atividade prática, propomos duas atividades para discutir questões relacionada às práticas de produção de quadros durante a NCM tema da próxima unidade.

### 4.2. Unidade Coisas Jamais Vistas

Como já dito anteriormente, esta unidade teve por objetivo discutir o estudo do olho humano no NCM (séculos XVI e XVII), com o foco no estudo da visão e da percepção das cores. Esse tema era parte do conteúdo “Os Cinco Sentidos” presente no currículo mandatório do oitavo ano da rede pública estadual do RJ, a qual pertence a escola em que a pesquisa ocorreu.

Baseando-se nos resultados da unidade anterior (Veias Abertas), discutidos no grupo de pesquisa, fizemos um planejamento prévio das atividades da Unidade Coisas

Jamais Vistas. Assim, consideramos retomar a questão do intercâmbio entre europeus e não europeus da primeira unidade, discutindo com os estudantes a contribuição árabe para o estudo da visão e do olho humano. Além disso, respondemos à solicitação dos estudantes por mais atividades práticas e propomos duas atividades em que os estudantes construíram um artefato e realizariam um experimento.

A seguir, apresentamos uma narrativa sobre o desenvolvimento da unidade, a partir de gravações de áudio das aulas, dos registros realizados pelos estudantes durante as atividades e do diário de campo construído pela professora/pesquisadora. Como no caso da unidade anterior, o relato aqui apresentado contém o percurso feito ao longo da unidade, bem como as mudanças proferidas ao longo do processo, resultantes das demandas trazidas pelos estudantes e das discussões realizadas no grupo de pesquisa.

Na tabela abaixo temos uma visão geral da versão final da unidade:

**Tabela 4.7: Versão Final das atividades da Unidade Coisas Jamais Vistas**

| **Unidade Coisas Jamais Vistas** | | | |
|---|---|---|---|
| *Aulas* | *Atividade* | *Objetivo* | *Tempo* |
| Aula 1 | Aula sobre expectativas | Conhecer as expectativas dos estudantes a respeito do que seria estudado | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 2 | Aula com imagens | Através de imagens produzidas no período histórico estudado, introduzir a discussão com os estudantes sobre práticas e atores sociais do estudo corpo humano no NCM. | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 3 | Aula com imagens | Através de imagens produzidas no período histórico estudado, introduzir a discussão com os estudantes sobre práticas e atores sociais do estudo corpo humano no NCM. | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 4 | Aula com slides | Aprofundar as discussões iniciadas nas aulas 1,2 e 3 através de uma aula expositiva-dialógica com a turma | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 5 | Aula com slides | Aprofundar as discussões iniciadas nas aulas 1,2 e 3 através de uma aula expositiva-dialógica com a turma | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 6 | Aula com slides | Aprofundar as discussões iniciadas nas aulas 1,2 e 3 através de uma aula expositiva-dialógica com a turma | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 7 | Atividade Prática | Montagem da câmara escura pelos estudantes | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 8 | Atividade Prática | Produção de tinta artesanal pelos estudantes | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 9 | Atividade Final | Conhecer a percepção dos estudantes sobre as aulas da unidade através de uma atividade de produção de desenhos e elaboração de textos. | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 10 | Avaliação da Unidade | Avaliar a unidade através da opinião dos estudantes | 2 tempos de 50 min. |

### 4.2.1 Aula 1 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 1 – Expectativas

A atividade foi feita com algumas semanas de antecedência para que pudéssemos analisar melhor as expectativas dos estudantes. O objetivo e a dinâmica da atividade foram explicados na unidade anterior (Item 4.1.1.- Fig. 4.1). Antes de iniciar a atividade, relembrei a turma sobre os temas tratados e as atividades realizadas na unidade anterior e comentei que estudaríamos o tema “Os Cinco Sentidos”, dando um enfoque diferente ao sentido da visão. Apresentamos, a seguir, uma síntese das discussões realizadas durante esta aula, a partir dos registros de áudio e do diário de campo da professora.

Da interação com os estudantes e da discussão coletiva foi possível perceber que os estudantes tinham muita curiosidade a respeito do funcionamento do olho humano e de como os problemas de visão eram tratados nos séculos XVI e XVII, uma vez que de acordo com alguns estudantes, “*hoje em dia temos óculos, lente de contato, colírio*” (muitos deles usavam óculos para correção de miopia). Também surgiram perguntas sobre o daltonismo e a cegueira já serem conhecidos no período e como as pessoas cegas viviam naquela época.

Alguns estudantes questionaram como eram estudados os olhos no período do recorte histórico e quem eram as pessoas que realizavam esse estudo. Em relação ao estudo das cores, as perguntas focaram em “quem descobriu as cores”, “quem deu o nome para as cores”, “como as cores das tintas eram feitas”. Alguns estudantes perguntaram se as pessoas com problemas de visão usavam óculos e como as lentes eram produzidas. Também perguntaram quem havia criado a primeira câmara escura e o microscópio e como esses equipamentos funcionavam.

Mais uma vez a turma se envolveu bastante na atividade e apresentou menos dificuldade em realizá-la, em comparação à unidade anterior. Mas a maioria dos estudantes ainda apresentava dificuldades na hora de se expressar por escrito.

Todos os dados foram levados ao grupo de pesquisa e observamos que, assim como na unidade anterior, havia muito interesse em saber como os estudos eram realizados nos séculos XVI e XVII. Outro interesse dos estudantes, similar ao observado na atividade 1 da unidade anterior, foi o funcionamento do corpo humano, neste caso relacionado à visão (tema da unidade), mas, o enfoque foi voltado principalmente para as doenças que afetam esta área do corpo. Atribuímos este interesse ao fato desses problemas de visão serem mais “perceptíveis” quando comparados aos do sistema circulatório e porque muitos estudantes possuíam estes problemas (como miopia).

O interesse nas práticas e tecnologias também surgiu, como na unidade anterior, com questões sobre a produção de lentes e o funcionamento de

microscópios. É interessante observar que as perguntas sobre as tecnologias extrapolaram o interesse nas práticas do estudo do corpo, quando encontramos questões sobre a produção de pigmentos utilizados pelos artistas e de artefatos como a câmara escura utilizadas para a produção dos quadros. A questão da autoria em relação à “descoberta” de algo e à criação de algum instrumento como no caso da unidade anterior foi bastante destacada pelos estudantes.

A partir da apresentação e discussão desses resultados no grupo, planejamos as aulas seguintes em que apresentamos imagens históricas que me possibilitaram discutir questões relativas ao desenvolvimento do estudo da visão e cores nos séculos XVI e XVII, buscando responder as questões trazidas pelos estudantes. A seguir, apresentamos uma síntese histórica que orientou a discussão referida.

### 4.2.2 Síntese Histórica

O fenômeno da visão se apresenta em pelo menos três aspectos: o físico, que ocorre quando da interação entre o objeto visto, o olho que vê e o meio que está entre eles, o fisiológico, relacionado ao modo como o olho capta essas imagens, e o psicológico, relacionado às representações do objeto visto por quem o observa (TOSSATO, 2005). Esses três aspectos nortearam o estudo da visão e o desenvolvimento da óptica ao longo da história.

O estudo sobre o funcionamento do olho humano nos séculos XVI e XVII, assim como o estudo da circulação sanguínea, foi resultado do intercâmbio dos conhecimentos árabes e europeus. As diversas traduções de trabalhos filosóficos, médicos e matemáticos gregos feitas pelos árabes permitiram aprofundar estudos e trazer novas questões para a ciência e filosofia na Europa entre os séculos IX e XIII (BOUSTANI, 2018; BURKE; HSIA, 2007; CRATO, 2000).

No mundo árabe, diversos médicos e filósofos naturais eram adeptos de uma ou outra teoria da visão vinda dos gregos (emissão e intromissão). A teoria da emissão, defendida por filósofos como Platão e Aristóteles, argumentava que o olho emitia raios que atingiam o objeto e que juntamente com o meio e a luz formariam a imagem do objeto visto. Tanto o meio quanto o olho formariam um conjunto, um mecanismo, no qual ocorrem interações capazes de conduzir a figura do objeto visto para o cérebro do observador. Os raios emitidos chegavam até o objeto através do fogo presente nos olhos (daí a teoria também ser chamada de fogo intraocular). Já a teoria da intromissão, dizia que os raios visuais seriam emitidos pelo próprio objeto (e não pelos olhos) e atingiriam o olho que vê esse objeto (DARRIGOL, 2012; SNYDER, 2015; TOSSATO,2005).

Os médicos árabes manipulavam olhos, seja realizando cirurgias de cataratas,

seja através das dissecações com vistas a ampliar a descrição da anatomia do olho e produzir conhecimento que possibilitasse curar doenças oculares (BOUSTANI, 2018; TOSSATO, 2005; PORTER, 2008). Os árabes traduziram uma grande quantidade de fontes gregas e submeteram seus conteúdos a uma crítica meticulosa, muitas vezes realizando experimentos para confrontarem os dados experimentais com a teoria (BOUSTANI, 2018; CRATO, 2000). Nesse processo, eles produziram conhecimento sobre a visão.

Dentre os médicos árabes que estudavam a óptica, trazemos como exemplo *Ibn al-Haytham*, cujo nome latinizado é Alhazen (965-1040). Na medicina, ele fez avanços importantes na cirurgia ocular e estudou o processo de visão e percepção visual. Apoiado em observações, experimentos e demonstrações geométricas, Alhazen expôs sua teoria geral sobre a luz e a visão no livro I do seu tratado de óptica (DARRIGOL,2015; FREELY,2010; TBKAHI;AMR, 2007).

A estrutura do olho humano proposta por Alhazen considera, como Galeno, o cristalino como o local no qual as imagens são formadas. De acordo com a representação de Alhazen, o olho é composto de vários humores separados por túnicas esféricas (Figura 4.20). A *spaera glacialis* (que corresponde ao nosso cristalino) contém o *humor glacialis* e o humor vítreo e seria o componente sensível do órgão. Alhazen se concentrou no padrão de luz e cor dentro da região glacial (DARRIGOL, 2012; TBKAHI;AMR, 2007; TOSSATO, 2005) . Sua teoria de intromissão da visão envolve "raios visuais" projetados em linhas retas de cada ponto da superfície de um corpo luminoso até um ponto correspondente nas pupilas dos olhos, que funcionam como lentes, de onde o nervo óptico transmitiria a "forma distinta" do objeto ao cérebro formando a imagem (DARRIGOL, 2012; FREELY, 2011).

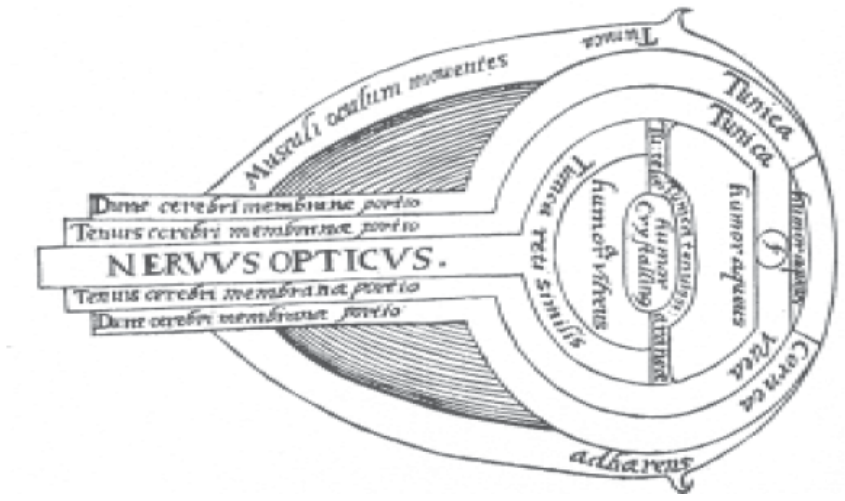



**Figura 4.20 - Anatomia do olho para Alhazen**

Alhazen comparava o olho a um instrumento mecânico, com funcionamento igual ao de uma câmara escura, defendendo a ideia de que o olho possuía um papel passivo no fenômeno da visão. Ele usava esta analogia para apoiar a tese de que a luz viaja em linha reta até os olhos (FREELY, 2011; SNYDER,2015; TBKAHI; AMR, 2007). Devido à grande disseminação de obras científicas árabes e das traduções árabes dos trabalhos científicos dos gregos antigos, os tratados ópticos de Alhazen tornaram-se uma importante referência para os estudiosos dos fenômenos ópticos, na Europa, até o século XVII (DARRIGOL,2012).

Entre os séculos XIV e XVI, a anatomia teve um grande avanço e este desenvolvimento aumentou a compreensão da função das estruturas do olho humano. Diversos anatomistas investigaram o olho a partir de dissecações. Estudiosos como Jacobo Berengario da Carpi, Andréas Vesalius e Felix Plater (1536-1614), com base em dissecações, propuseram que as imagens se formariam na retina e não no cristalino, como era proposto por Galeno (TOSSATO 2005, 2007). Plater, por exemplo, chegou a essas conclusões a partir de dissecações do olho, nas quais notou que não havia ligação entre o cristalino e o nervo óptico, o que impediria a formação de imagens através do cristalino (SNYDER, 2015; TOSSATO,2007).

A teoria sobre visão mais aceita no século XVII foi proposta por Johannes Kepler (1571-1630). Inspirado pelos trabalhos de Alhazen, Plater, entre outros, Kepler propôs uma teoria sobre a visão apresentando o olho como um artefato mecânico – semelhante à câmara escura (DARRIGOL, 2012; SNYDER, 2015; TOSSATO,2007). A maioria dos estudiosos de óptica na Europa no século XVII adotou o conceito de visão de Kepler e suas consequências na teoria dos instrumentos ópticos.

O uso de lentes foi uma prática difundida naquele contexto. As lentes convergentes utilizadas na Europa, chegaram através da expansão árabe, e o desenvolvimento do polimento de lentes estava relacionado a ajudar a corrigir problemas de visão (ALCANTARA; BRAGA, 2017; JARDINE, 2016). As lentes tiveram seu uso ampliado no século XVI e passaram a constituir instrumentos úteis para a observação, como lunetas e microscópios. O uso desses instrumentos era intenso naquele contexto, uma vez que o trabalho empírico atribuiu a instrumentos científicos extensões de sentidos, como é o caso do microscópio óptico, considerado uma extensão da visão humana (PIMENTEL, 2007).

Os primeiros microscópios compostos construídos no século XVI, na Europa, combinavam duas lentes convergentes em tubos capazes de deslizar um dentro do outro. No século XVII, observações microscópicas ocorriam em locais como a *Royal Society* de Londres e não havia protocolo para a preparação e montagem de espécimes, método de iluminação, configuração de lentes ou compartilhamento de

resultados (JARDINE,2016).

Em 1665, Robert Hooke (1635-1703), curador de experimentos da Royal Society de Londres, buscando solucionar problemas, como o pequeno poder de ampliação, a pequena nitidez cromática e a dificuldade de obter uma boa iluminação do objeto estudado com os microscópios usados, projetou um microscópio composto, a partir dos microscópios já existentes (Figura 4.21). O microscópio possuía formato tubular, portátil, contendo três lentes e um sistema de iluminação, (MARTINS, 2011).



**Figura 4.21 - Réplica do microscópio elaborado por Robert Hooke**

O interesse de Hooke era a prática da microscopia. Ele observou todo tipo de coisas ao microscópio, como fios de seda, areia, lâmina de uma navalha, vidro, carvão, cortiça. Suas conclusões estão publicadas no livro *Micrographia* (1665), que se tornou conhecido pelas ilustrações ricas em detalhes, contendo grandes placas dobráveis, gravadas com pulgas, fungos, plantas, agulhas e aranhas (Figura 4.22).

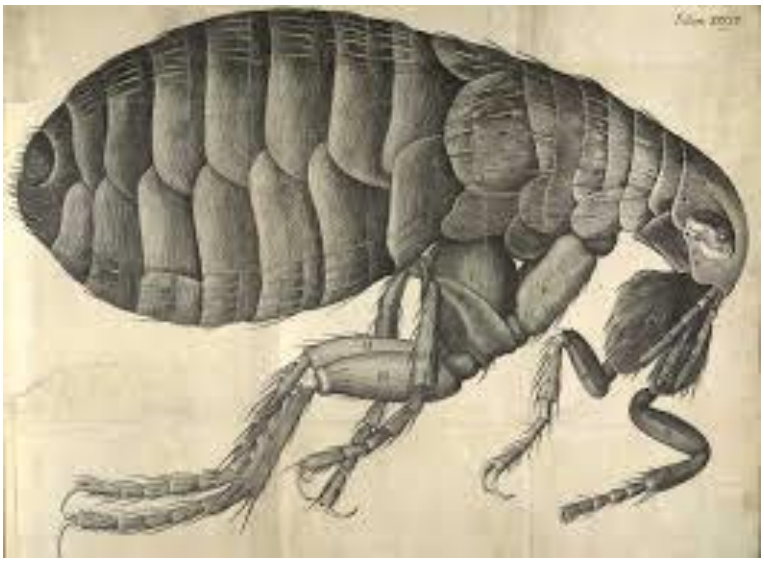


**Figura 4.22 - Ilustração de uma pulga presente no livro *Micrographia* de Robert Hooke**

Além de Hooke, outros construíram e usaram o microscópio em observações, como foi o caso de Antony van Leeuwenhoek (1632-1723) (Figura 4.23). Leeuwenhoek era comerciante de tecidos e desenvolveu uma técnica de fabricação de lentes, utilizando não só o polimento, mas também o fogo como meio de moldar o vidro (ALCANTARA;BRAGA, 2017; LANE, 2015; SNYDER, 2015). Ele usava um modelo simples (de uma só lente convexa), que ele mesmo fabricara, para contar as fibras de tecido em sua mercearia. Descreveu espermatozoides, bactérias, células sanguíneas, e os animálculos (microrganismos que encontrava ao observar gotas de água dos rios) (SNYDER, 2015).

O comerciante de tecidos possuía uma grande rede de contatos e recebia lentes de membros da Royal Society, como Robert Boyle e Robert Hooke e de anatomistas como Regnier de Graaf (1641-1673), que havia estudado os ovários humanos e que utilizou lentes de vidro simples para seus estudos (ALCANTARA; BRAGA, 2017).



**Figura 4.23 - Réplica do microscópio elaborado por Antony van Leeuwenhoek**

A habilidade especializada necessária para fazer pequenas lentes convexas estava difundida em centros de produção em todas as grandes cidades europeias. Assim, gradualmente, a utilização do microscópio foi ampliada para: botânica, mineralogia e a anatomia de organismos superiores. Foi na segunda metade do século XVII, que o uso do microscópio se tornou comum nos estudos de estruturas e organismos (JARDINE, 2016). Por exemplo, na Itália, Marcello Malpighi, conduziu uma série de estudos microscópicos da estrutura de vários órgãos como fígado, pele, pulmões, glândulas e cérebro (MELI, 2011a ;PORTER,2008).

Malpighi estudou em Bolonha e trabalhou nesta Universidade e na Universidade de Pisa. Enquanto estava em Bolonha, ele integrou uma pequena sociedade de anatomia chefiada por seu professor, Bartolomeo Massari (1603-1655), em cuja residência havia um laboratório no qual o grupo realizou dissecações e vivissecções de animais (ROMERO, 2011). Já em Pisa, se tornou membro da *Accademia del Cimento*, uma das primeiras sociedades científicas europeias, e lá foi apresentado ao microscópio (MELI, 2011a).

Ao estudar os pulmões das rãs, cuja microestrutura é mais fácil de detectar, Malpighi, utilizando um microscópio, observou que os pulmões não eram esponjosos como se acreditava, mas consistiam em uma série de cavidades (alvéolos) cada vez menores delimitadas por membranas cobertas por uma rede de vasos sanguíneos. Além disso, observou as junções entre artérias e veias, e estruturas que hoje denominamos capilares. Observou, também, o sangue venoso e arterial fluindo em direções opostas. Essas observações forneceram prova visual direta da circulação de Harvey e mostraram que o sangue sempre flui dentro dos vasos sanguíneos. Anos

mais tarde ele descreveu também as hemácias (células vermelhas do sangue), chamando-as de “átomos vermelhos” e atribuindo a cor vermelha do sangue a sua presença (MELI, 2011a;2011b).

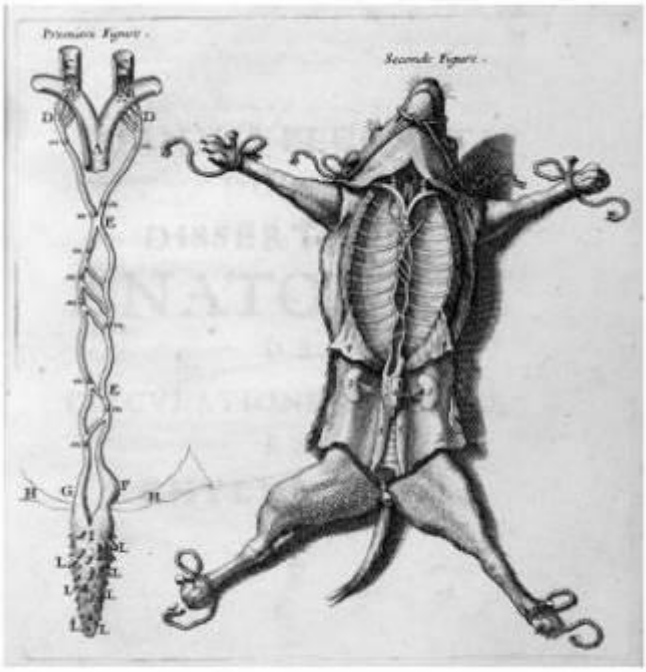



Figure 1. Pecquet, *Experimenta nova anatomica*: thoracic duct.

**Figura 4.24 - Experimento de vivissecção elaborado por Malpighi**

Um dos estudos desenvolvidos por Malpighi em Pisa relacionava-se a experiências com mudanças de cor no sangue. No século XVII, uma série de estudos sobre a natureza da luz e das cores e outros sobre a mudança de cor no sangue foram publicados. A cor era considerada um fator importante no diagnóstico médico da época, uma vez que era parte da descrição de estruturas e processos importantes no corpo (MELI,2011a; ROMERO, 2011). A mudança na cor do sangue, de um vermelho vivo para uma vermelho mais escuro e até azulado (e vice-versa) já era observado há muito tempo, devido a práticas como sangrias, vivissecções e dissecações (MELI, 2011a; 2011b).

Meli (2011a; 2011b) aponta dois grupos que realizaram experimentos com sangue no mesmo período (inclusive trocando impressões a respeito do resultado). Um desses grupos estava em Pisa e era composto por nomes como Malpighi, Boreli e Fracassati. Este grupo realizou experimentos sobre sangue, misturando-o com várias substâncias e realizando vivisseções. Embora observassem mudanças na coloração sanguínea, defendiam que a cor não era um indicador válido para observações e era legítimo ignorá-la no estudo da natureza e nas investigações anatômicas em particular. Eles argumentaram que, por observar que o sangue nunca está em contato direto com

o ar, por fluir sempre dentro dos vasos sanguíneos, a mudança de cor do sangue devido ao contato com o ar não deveria ser considerada. Malpighi não viu uma conexão entre a cor do sangue nos pulmões e o propósito de sua estrutura ou, dito de outra forma, ele não viu uma conexão entre a cor do sangue e a respiração (MELI, 2011a;2011b; ROMERO,2011)

O outro grupo encontrava-se em Oxford, Inglaterra, do qual faziam parte Boyle e Hooke. Ambos estavam envolvidos em experimentos anatômicos sobre a respiração e as razões para a mudança de cor do sangue. Realizando uma serie de experimentos na Royal Society, utilizando vivissecções, foles, obstruindo traqueias de cachorros, o grupo verificou que ao obstruir a traqueia de animais vivos, o sangue que passava pelos pulmões não mudava de cor, diferente do que era observado quando esta obstrução não ocorria. Estas observações levaram à conclusão de que ao entrar em contato com o ar durante a passagem pelos pulmões, o sangue mudava de cor (de vermelho escuro para vermelho vivo) (MELI, 2011a;2011b).

O uso de instrumentos ópticos era uma prática comum em outros espaços como no comércio e na arte. Autores como Hockney (2002) e Snyder (2015) defendem que os artistas utilizavam espelhos e artefatos como a câmara escura, para realizar pinturas, principalmente na Holanda. Após a independência, a Holanda adquiriu uma abertura econômica, científica e cultural e, com o calvinismo, observou-se uma tolerância ao pensamento científico e intelectual diferente das regiões que estavam sob domínio de influências católicas. Assim, a Holanda passou a ser refúgio para inúmeros filósofos naturais, artistas da época, além de ser uma rota comercial importante (SCHAMA, 1992).

No panorama holandês do século XVII, a pintura era uma atividade bastante difundida. Os pintores holandeses, como Rembrandt van Rijn (1606 -1669) e Johannes Vermeer (1632-1675), eram contratados por mecenas para retratar cenas do cotidiano. Incentivados a pintar cenas cotidianas, os pintores buscavam por uma representação mimética, o que fez com que aparelhos ópticos, como a câmera escura, e instrumentos como a grade de perspectiva fossem recorrentemente usados nos estúdios dos artistas (EDGERTON, 2006; SNYDER,2015).

A câmara escura é uma caixa ou outro recipiente qualquer com um orifício em uma face e uma janela revestida de material translúcido, como o papel vegetal, na face oposta (Figura 4.24). O funcionamento é explicado com base no princípio da propagação retilínea dos raios luminosos. Os raios luminosos ao passar no pequeno orifício da câmara escura criam uma imagem invertida que pode ser vista projetada na superfície translúcida de dentro da câmara. Este artefato chegou à Europa através dos árabes (HOCKNEY, 2002; SNYDER,2015).

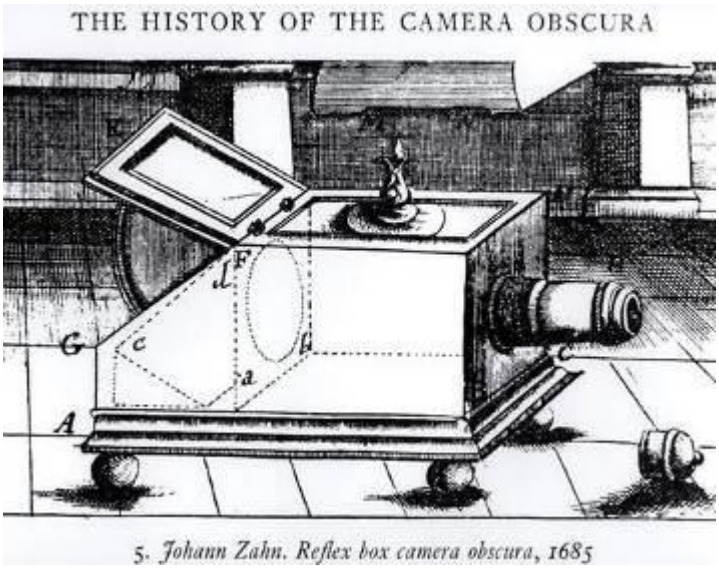



**Figura 4.25 - Câmara Escura**

A partir do que foi exposto, é possível observar que o fenômeno da visão desperta o interesse dos estudiosos do corpo humano desde a antiguidade. O estudo sobre a estrutura do olho e a visão, assim como o estudo da circulação sanguínea, foi resultado do intercâmbio de diferentes culturas, como os árabes e europeus, que elaboraram diferentes teorias e construíram artefatos e experimentos para construir explicações sobre o que observavam nos estudos teóricos e práticos.

Assim, selecionamos imagens para a atividade 2 que permitissem promover discussões sobre esses fatores, bem como representassem as práticas relacionadas ao uso das lentes no cotidiano. Os quadros de artistas que produziram suas obras neste contexto em que voltamos nosso olhar para a óptica e as técnicas de representação do espaço.

### 4.2.3 Aulas 2 e 3 (4 tempos de 50 minutos) - Atividade 2 – Atividade com quadros

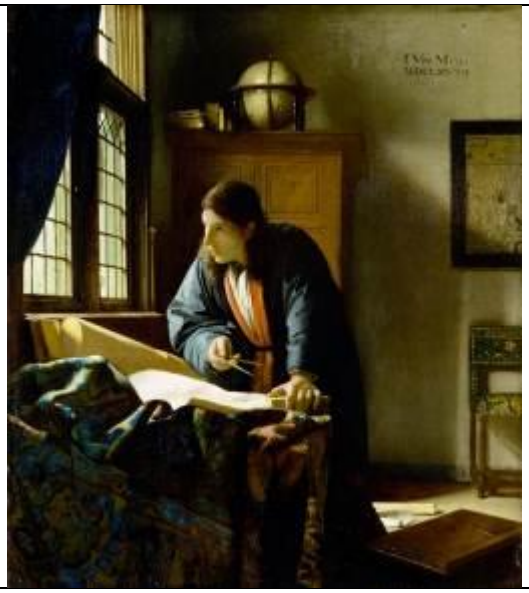
Esta atividade seguiu a mesma dinâmica da atividade descrita no item 4.1.4 da Unidade Veias Abertas, uma vez que aqueles resultados apontaram que o trabalho com imagens permitiu suscitar muitas discussões sobre o tema tratado.

Em resposta aos resultados da unidade 1, selecionei imagens com vistas a possibilitar a discussão sobre os diferentes atores sociais envolvidos nos estudos de cores e visão nos séculos XVI e XVII. As imagens selecionadas para a atividade foram: os quadros "*O Geógrafo*" (1669), "*O Astrônomo*" (1668), para discutir profissões que utilizavam lentes de diferentes formas no recorte histórico. Os quadros "*Mulher com a balança*" (1664), "*A Leiteira"* (1660), *"Moça com brinco de pérola"* (1665), "*O oficial e a moça sorridente*" (1657) foram selecionados para discutir as técnicas de

pintura e do papel das mulheres naquele contexto. Todos os quadros citados foram pintados por Vermeer. Já a pintura "*Os síndicos da guilda de fabricantes de tecido*" de Rembrandt (1662) foi escolhida para discutir o uso das lentes fora dos estudos sobre a natureza. Optamos por quadros de Vermeer também porque este pintor utilizava a câmara escura em suas pinturas e continuamos optando por Rembrandt, por ser um pintor já conhecido dos estudantes.

Para a atividade a turma foi dividida em 7 grupos (com 4 ou 5 estudantes). Cada grupo recebeu uma imagem diferente que deveria analisar a partir das questões propostas no roteiro (igual ao elaborado na unidade anterior – ver item 4.1.4). Após a leitura coletiva do roteiro e a discussão nos grupos, realizamos a discussão coletiva das imagens. A seguir apresento as imagens e as sínteses das discussões nos grupos e a com a turma inteira, a partir dos registros de áudio das aulas e do diário de campo.

**Tabela 4.8: Grupo 1 – *"O Geógrafo"***



Na análise do grupo 1, a casa (que estava "uma bagunça" de acordo com eles), a roupa e o cabelo do geógrafo foram ressaltados pelos estudantes. Perguntaram por que o geógrafo estava de roupão e o que estava escrito na parede (J. Vermeer - MDCLXVIII). Eu questionei a eles se aquela não seria uma roupa típica da Europa naquela época, mas responderam que não sabiam. Sobre o escrito eu disse que era o nome do autor do quadro e o ano em que havia sido pintado o quadro.

Na discussão coletiva, apresentei uma breve biografia do pintor Vermeer, destacando que ele era o artista representado no trecho do filme "*Moça com Brinco de Pérola"*. Assim como o grupo que havia analisado a imagem, os demais estudantes perguntaram o que estava escrito na parede do quadro e falaram do cabelo grande, e

perguntaram sobre as roupas do geógrafo ("parecia que estava de roupão"). Falei que aquele era o nome do pintor e o número romano poderia indicar a data de produção do quadro. A partir da discussão das roupas, perguntaram como eram as roupas íntimas naquele tempo (as cuecas, calcinhas e sutiãs já existiam). Algumas alunas perguntaram sobre o uso do espartilho e das roupas da época. Citei exemplos como a rainha Elizabeth I e do relato de Catarina, a grande sobre as roupas da corte e o peso das roupas. Com o exemplo das rainhas, veio à tona a questão de o casamento ocorrer cedo, e discutimos o que isso se relacionava ao papel da mulher naquele contexto. Algumas alunas destacaram que o casamento de crianças e adolescentes ainda existe em diversos locais. Uma aluna perguntou se os meninos também eram obrigados a se casar cedo.

Voltamos à discussão para o papel do geógrafo naquele contexto, destacando a importância dos mapas, do uso de instrumentos, como o compasso (mostrado no quadro), e das medições necessárias para elaboração de mapas. Chamei a atenção para os elementos que poderíamos visualizar no quadro, como os mapas, o globo terrestre e o tapete, que indicavam um período de muitas viagens e intercâmbio de produtos e conhecimento.

**Tabela 4.9: Grupo 2 – *"O Astrônomo"***



O grupo 2 afirmou que achou as roupas, o nariz e o cabelo do modelo estranhos. Destacaram uma parte da pintura que parecia um desenho de um relógio e comentei que poderia ser o esboço de algo. Perguntei se sabiam o papel dos astrônomos naquele contexto. Diante da negativa, expliquei em que trabalhavam e a importância do conhecimento das constelações para as navegações. Uma aluna comentou que as cores do quadro (principalmente a manta azul) havia chamado sua atenção (essa

| |
|---|
| aluna também se referiu às cores dos quadros como algo que lhe chamou atenção, foi assim na unidade Veias Abertas). |

Na discussão coletiva do quadro, novamente as questões relacionadas ao cabelo e às roupas do homem representado surgiram. Expliquei, então, que as roupas retratadas estavam relacionadas à posição que a pessoa ocupava na sociedade. Alguns estudantes perguntaram se o homem era a mesma pessoa do quadro anterior, devido à semelhança do cabelo e do nariz, e respondi que sim e que conheceríamos essa pessoa nas aulas seguintes. Falei que ser astrônomo era tão importante quanto ser geógrafo naquele contexto, por conta da orientação pelas constelações, durante as navegações pelo oceano.

**Tabela 4.10: Grupo 3 – *"Mulher com a balança"***

| |
|---|
|  |
| No grupo 3, algumas alunas comentaram o fato da mulher (que consideravam ser uma empregada) estar pesando ouro em uma balança. Outra parte do grupo chamou a atenção para as roupas e as joias expostas. Quando questionei o estranhamento, eles afirmaram que os patrões deviam confiar muito na empregada para que a pintassem com as joias e o ouro. Também comentaram que chamou a atenção do grupo o fato da mulher estar grávida e trabalhando. Após terminarem a fala, expliquei que aquela mulher retratada no quadro, era a esposa do pintor (Vermeer). |

**Tabela 4.11: Grupo 4 – *"A leiteira"***



O grupo que analisou o quadro "*A leiteira*" falou que o que chamou a atenção foram as cores das roupas e o fato de uma mulher branca novamente ser representada como empregada, como ocorreu com a discussão sobre o quadro "O Nascimento de Maria" na unidade anterior (Item 4.1.4). O grupo questionou se na casa havia apenas uma criada e disseram que a imagem retratava a moça preparando o café do seu patrão. Respondi que a quantidade de criados/servos poderia variar de acordo ao nível social dos patrões, como acontece atualmente. E, também, chamei a atenção para as roupas que haviam sinalizado e que elas diziam respeito a qual classe as pessoas pertenciam.

Na discussão coletiva, as questões relativas aos quadros *"A leiteira"* e *"Mulher com a balança"* foram parecidas, dizendo respeito a vestimentas das mulheres, principalmente aos adereços que utilizavam na cabeça, sobre as cores das imagens e sobre as atividades desenvolvidas pelas mulheres retratadas. Destaquei que os quadros representavam duas mulheres em atividades cotidianas. Pedi para que observassem a diferença nas roupas e no adereço de cabelo das duas e expliquei novamente a questão das vestimentas, e que a mulher que estava no quadro de "*Moça com a balança"*, era a esposa de Vermeer, que estava grávida quando o quadro foi produzido.

**Tabela 4.12: Grupo 5 – "*Os síndicos da guilda de fabricantes de tecido"***



No grupo 5, quando questionados sobre o quadro, um aluno afirmou que achou interessantes os homens do quadro estarem estudando em um livro para saber mais sobre os tecidos que estavam vendendo. O outro aluno perguntou o que era uma guilda e expliquei que era uma espécie de sociedade em que as pessoas que tinham uma mesma profissão se reuniam para discutir sobre o pagamento de impostos, o valor dos serviços e para instruir a novatos. Além desse registro, disseram que o fato de todos terem cabelos grandes também lhes chamou atenção e questionaram se não havia barbeiros nessa época. E retomei a discussão da unidade anterior sobre a questão de que não apenas as roupas, mas o cabelo e outras características, representavam a qual grupo social a pessoa retratada pertencia, como ainda é hoje em dia.

Houve poucos comentários na discussão coletiva do quadro. Alguns estudantes comentaram que acharam as roupas dos participantes da guilda parecidas com o quadro que havíamos estudado na unidade anterior (*"Lição de Anatomia do Dr. Nicolai Tulp",* também de Rembrandt).

**Tabela 4.13: Grupo 6 – "*O oficial e a moça sorridente*"**



O grupo explicou que de acordo com a sua opinião, o quadro retratava uma moça sendo interrogada. Questionaram se eles pertenciam ao mesmo grupo social, já que suas roupas eram diferentes e se interessaram pelo mapa que estava na parede. Afirmaram também que, se o artista retratou o momento, é que deveria ser importante. Dois alunos perguntaram por que mesmo com a janela aberta, o quadro parecia escuro. Respondi que isso estava relacionado a técnicas de pintura, que iríamos discutir mais tarde.

Na discussão coletiva, devido às questões sobre vestimentas surgirem novamente, comparei as roupas retratadas com aquelas dos quadros anteriores. Também chamei a atenção para o jogo de luz e sombra presente nas imagens e a riqueza de detalhes, indícios de que Vermeer teria utilizado instrumentos como a câmara escura.

**Tabela 4.14: Grupo 7 – *"Moça com brinco de pérola"***



No grupo que discutiu o quadro "Moça com brinco de pérola", os estudantes questionaram por que não havia paisagem no fundo do quadro. Respondi que não sabia o motivo, e que iria pesquisar, mas que poderia estar relacionada à técnica de pintura do artista e ao que ele queria destacar com a imagem. Também comentaram que o pano azul na cabeça da modelo foi algo que chamou a atenção. Ficaram curiosos para saber quem era aquela moça, uma criada, uma modelo ou uma pessoa famosa. Chegaram a especular que a moça poderia ter pagado ao artista pelo quadro. Comentei que geralmente os modelos dos quadros eram pessoas próximas ao pintor e que dificilmente se sabia a identidade deles.

Quando apresentei o quadro *"Moça com brinco de pérola"* para discussão coletiva, uma aluna perguntou se a moça estava com câncer porque parecia não ter cabelo nem sobrancelhas e eu respondi que era apenas o modo como o cabelo estava arrumado dentro do lenço azul e que, no período em que o quadro foi produzido, não havia o tratamento de câncer como a quimioterapia, que é o que ocasiona a queda de cabelos nos pacientes de câncer. Alguns estudantes perguntaram quem era aquela mulher do quadro, se ela havia ganhado o brinco. Expliquei que não se tinha informação sobre quem era a pessoa, mas que muitas vezes o pintor utilizava as pessoas que moravam em sua casa (que também era seu ateliê) e que às vezes a esposa, os filhos, empregados posavam para os quadros e que aquela joia poderia ser da esposa dele.

A turma foi bastante participativa e a atividade ocorreu sem grandes dificuldades, uma vez que os estudantes já estavam familiarizados com a proposta da mesma. Os dados obtidos a partir dos registros do diário de campo e dos áudios foram

levados para o grupo de pesquisa. A análise reforçou os resultados anteriores a respeito do uso das imagens como um caminho para discutir práticas e atores sociais do contexto estudado. Observamos que os estudantes apresentaram novamente, bastante interesse sobre práticas do cotidiano, principalmente aquelas relacionadas à vestimenta e a relação desta com o status social (como observado na mesma atividade realizada na unidade anterior), estabelecendo comparações das roupas representadas nos quadros analisados.

Outros elementos que surgiram a partir da discussão dos dados, dizem respeito ao uso dos equipamentos por profissões como geógrafos, astrônomos e pintores. Mais uma vez, a turma demonstrou interesse na produção, questionando como os quadros eram produzidos.

Assim, construímos a atividade 3, aulas expositivas-dialógicas, a partir da discussão de imagens históricas científicas ou não. A discussão no grupo de pesquisa dos resultados parciais das atividades anteriores levou-nos a compreender que era importante continuar discutindo quem eram os atores sociais que participaram das práticas relacionadas ao estudo da visão, e, também, o intercâmbio entre árabes e europeus no estudo da visão e de como estes estudos, através de suas teorias, práticas e artefatos, dialogaram com outras áreas, como a arte e o comércio. Além disso, buscamos estabelecer relações entre o estudo das cores (que os estudantes demonstraram bastante interesse) e a unidade anterior, quando procuramos discutir as investigações a respeito da cor do sangue.

### 4.2.4. Aula 3 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 3 – Aula com slides – Dia 1

Como já dito anteriormente, para esta atividade foi elaborado um conjunto de aulas expositivas-dialógicas, com o objetivo de aprofundar as discussões que surgiram nas atividades anteriores sobre o estudo da visão nos séculos XVI e XVII. As aulas da atividade 4 ocorreram novamente na sala de vídeo. Cada estudante recebeu um roteiro (semelhante ao elaborado na unidade anterior – item 4.1.5), no qual deveria fazer anotações sobre o que considerou mais importante/interessante durante as aulas.

Iniciei relembrando que o objetivo era discutir os estudos de visão desenvolvidos na Europa nos séculos XVI e XVII. Nesse momento, conversamos sobre a importância da visão para a nossa percepção do ambiente. Retomamos rapidamente algumas discussões feitas na unidade anterior sobre as mudanças ocorridas na Europa durante o período estudado. Ênfase foi dada às consequências da ampliação de atividades comerciais, do intercâmbio entre a Europa e os demais

povos, da produção de conhecimento em diferentes espaços como as universidades (Oxford), do papel das sociedades científicas.

A partir do quadro *"O Geógrafo"* do Vermeer, retomamos a discussão sobre o impacto das grandes navegações na Europa, dos instrumentos, como a bússola e o astrolábio, já discutidos na unidade anterior, e do sextante e quadrante que foram apresentados nesta unidade. Resgatamos a questão do intercâmbio com os povos árabes, das técnicas de navegação. As viagens das metrópoles às colônias mereceram destaque e como se dava a descrição de novas espécies de plantas e animais encontrados e da necessidade de retratá-los. Espaços como jardins botânicos, os gabinetes de curiosidades, que já haviam sido vistos na unidade Veias Abertas, foram novamente referenciados.

Essa introdução permitiu discutir o papel dos árabes no estudo da óptica e da visão naquele contexto. Apresentei as primeiras câmaras escuras produzidas pelos árabes, inicialmente sem lentes, destacando que estes artefatos chegaram à Europa antes do século XVI. Apresentei os estudos de Alhazen sobre a óptica, e que, apesar de estar temporalmente em um período anterior ao que estávamos estudando, o conhecimento que foi produzido por ele juntamente com outros estudiosos da época serviu de base para os estudos da óptica no século XVI.

Quando mostrei a imagem de Alhazen, os estudantes comentaram que ele parecia o "Bin Laden" (Osama Bin Laden) por causa da roupa e da barba e houve uma pequena agitação na sala de aula. Com isso, chamei a atenção que a barba e aquelas roupas eram usadas por grande parte dos homens árabes naquele contexto. Retornando aos trabalhos de Alhazen, expliquei que fenômenos como a reflexão e a refração, que foram muito estudados no século XVI, já haviam sido estudados por ele e outros filósofos naturais árabes. Apresentei a imagem do olho produzida por Alhazen, indicando que aquele modelo foi muito utilizado nos séculos XVI e XVII, sendo apresentado nos principais manuais de óptica da época. Um aluno perguntou como ele estudava o olho humano, e eu expliquei que eles extraiam o olho e o dissecavam.

Discutimos, ainda, que Alhazen descreveu a estrutura do cristalino e que para ele, o olho funcionava como um artefato mecânico, uma câmara escura. Apresentei as teorias sobre a visão da época (emissão e intromissão) e que Alhazen era defensor da chamada teoria da intromissão, mostrando o esquema que ele fez para explicar essa teoria. Ao mesmo tempo que apresentava essas questões, eu estabelecia relações com o conhecimento atual sobre o funcionamento do corpo humano.

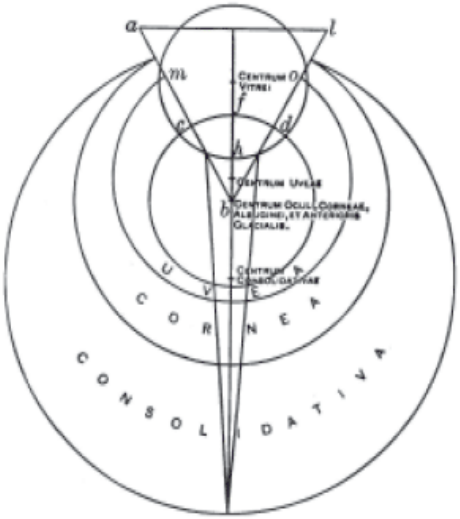



**Figura 4.26 – O processo de visão para Alhazen**

Discutimos que naquele contexto estudos teóricos e experimentais de óptica foram muito realizados, permitindo o aprimoramento da câmara escura, da produção de lentes e instrumentos ópticos não só para fins científicos, mas também para a arte e o comércio. Uma aluna perguntou como as pessoas que tinham problemas de visão nessa época eram tratadas, e eu respondi que lentes para correção de visão eram ali utilizadas.

A partir do destaque de que a luz é importante para o processo da visão, apresentei os fenômenos ópticos que eram conhecidos naquela época, como: reflexão e refração, ressaltando que eles seriam retomados no nono ano. Para encerrar a aula, mostrei as imagens de alguns dos estudiosos que se dedicaram à óptica à época (Isaac Newton, Robert Hooke, Huygens, Robert Boyle e Rene Descartes) e as ideias que defendiam. Os estudantes chamaram a atenção para os cabelos e roupas apresentados, e alguns já perguntaram se eles usavam aquelas roupas e cabelo porque tinham dinheiro e status.

### 4.2.5. Aula 4 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 3 – Aula com slides – Dia 2

Começamos a aula revisando os temas tratados no encontro anterior e iniciamos a discussão sobre o estudo das cores. Chamei a atenção da turma para o fato de que as cores foram muito estudadas no século XVII, inclusive questões relativas à mudança da cor do sangue. Destaquei que observações durante as sangrias apontavam que dependendo do lugar no qual o sangue era extraído, ele apresentava uma cor mais viva ou mais escura. Apontei que o processo de hematose e do papel do oxigênio na coloração do sangue não era conhecido, e nem o oxigênio havia sido isolado e descrito nessa época.

Apresentei a Universidade de Pisa, destacando que grupos de filósofos naturais que ali trabalhavam utilizavam-se de experimentos de vivissecção com animais, como sapos, cachorros, para construir explicações para a diferença de coloração do sangue observada. Discutimos as práticas e instrumentos utilizados nesses experimentos (foles, injeções, ligaduras). Tratamos dos trabalhos de Malpighi, apontando que ele utilizava microscópios para fazer suas observações em relação a cor do sangue e que visualizou e descreveu estruturas como as hemácias e os alvéolos. Ainda ressaltei que algumas estruturas dos rins levam seu nome. Comentei com os estudantes que muitas estruturas do nosso corpo receberam o nome dos pesquisadores reconhecidos como aqueles que descreveram tais estruturas pela primeira vez. Enfatizei que todos esses eram homens, brancos e europeus e que não havia estruturas com nomes femininos, nem aquelas que remetiam ao corpo da mulher (como as tubas uterinas, anteriormente chamadas de Trompas de Falópio). Mostrei as imagens dos alvéolos presentes no livro de Malpighi e expliquei que não houve um consenso sobre a explicação da mudança da cor do sangue naquela época.

A partir do destaque do uso de microscópios por Malpighi, começamos a tratar do uso de lentes naquele período. Mostrei uma imagem do microscópio usado por Antony Leeuwenhoek, destacando que ele não era "cientista" e que sua familiaridade com as lentes vinha do fato de trabalhar com tecidos. Destaquei as observações feitas por Leeuwenhoek, ressaltando sobre a importância de se aprender a ler as imagens que nos são apresentadas.

A aula continuou com a discussão do microscópio elaborado por Robert Hooke e suas diferenças em relação aos que já haviam sido construídos. Apresentei algumas imagens do livro *Micrographia, d*estacando que alguns dos desenhos que ele fizera, destaquei ainda que era uma prática comum o registro em desenho daquilo que era observado.

Destaquei os processos de produção de lentes na Europa nesta época, enfatizando que aquela produção, na Holanda, teve destaque por conta do comércio de tecidos e do número de artistas que usou o artefato em suas produções.

Voltamos ao assunto da câmara escura (tratado na aula anterior) relembrando que ela havia sido trazida pelos árabes e que, no século XVI, seu poder de resolução foi ampliado com a colocação de uma lente. Expliquei o funcionamento da câmara, e discutimos seu o papel na precisão das pinturas da época, e dedicamos atenção aos trabalhos de Vermeer já apresentados, destacando que ele tinha seu ateliê em casa e que seus modelos eram amigos, empregados e a própria esposa, que estava grávida. Discutimos, então, que as mulheres à época faziam atividades no âmbito doméstico.

Terminamos a aula com uma imagem do filme “Moça com brinco de pérola”,

que mostra a produção de pigmentos pela criada de Vermeer, para falar sobre as cores e a produção de pigmentos na época, destaquei o preço dos pigmentos e como os pintores os obtinham.

### 4.2.6. Aula 5 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 3 – Aula com slides – Dia 3

Começamos essa aula reapresentando a imagem filme *“Moça com Brinco de Pérola”* da aula anterior, para destacar que pintores, comerciantes de tecidos estavam envolvidos na produção, comercialização e utilização de pigmentos. Relembrei que os pintores faziam muitas vezes seus próprios pigmentos a partir de extratos vegetais, de carvão, utilizando óleo, e que alguns compravam pigmentos prontos, mas que eram mais caros (SNYDER,2015).

Após uma revisão sobre o funcionamento da câmara escura, retomei a tese de Alhazen sobre o funcionamento do olho humano, apontando que através das dissecações e demais estudos, observou-se que a imagem se projeta invertida no fundo do olho, assim como na câmara escura, o que levou à conclusão de que a luz entra no olho por um orifício. Destaquei, ainda, o aspecto psicológico da visão, para destacar que nosso cérebro faz a inversão e a interpretação da imagem projetada na retina.

A partir de uma imagem da estrutura do olho, destaquei o que hoje é explicado sobre a anatomia do olho e seu funcionamento. Em seguida, discutimos alguns dos problemas de visão mais comuns, a propagação da luz, fenômeno de reflexão, percepção das cores e as ideias atuais a respeito da natureza da luz .

O tema daltonismo surgiu na aula e discutimos sobre como ocorrem os diversos tipos de daltonismos e seus processos de herança. Através do fenômeno da refração, expliquei o uso das lentes na correção de problemas de visão. Os estudantes trouxeram exemplos de familiares que têm catarata e que ou já estão cegos, ou estão perdendo a visão ou aguardando cirurgia e, também, do personagem da série “O Demolidor”.

Terminei a aula falando da importância de cuidar bem dos nossos olhos, de termos melhores hábitos e cuidado com o uso de óculos de grau de origem duvidosa. Do uso de tela de computador e celular e de procurar ajuda quando percebemos que algo não está correto com a nossa visão.

De maneira geral, apesar de participarem bastante das aulas, com muitos comentários e perguntas a respeito dos temas discutidos, os estudantes fizeram poucas anotações na maioria dos roteiros.

### 4.2.7. Aula 5 e 6 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 4 e 5 – Montagem da Câmara Escura e Produção de pigmentos

As atividades descritas a seguir tinham como objetivos atender a demanda dos estudantes por atividades práticas e discutir as práticas de produção de dispositivos ópticos e de pigmentos, guardadas as devidas proporções e diferenças entre os contextos de produção.

A turma foi dividida em 5 grupos (com 5 ou 6 estudantes) e havia sido solicitado previamente que trouxessem os materiais para montagem da camara escura e para a produção de pigmentos. Para apoiar a construção do aparato, construí o roteiro descrito abaixo:

***Roteiro - Construção da Câmara Escura***

•Nesta aula vamos construir uma câmara escura e discutir algumas questões relacionadas a este objeto e a formação da imagem de um objeto. Siga o roteiro entregue pela professora e mãos à obra !!!

•Material necessário para fazer a câmara escura

**Instruções:**

1. Recorte, em um dos lados da caixa de sapato, um retângulo um pouco menor que o próprio lado e cole o papel vegetal.
2. Se o grupo não vai usar lente: do lado oposto onde será colado o papel vegetal, faça um furo na caixa. Fure com um alfinete a tira de alumínio, fixando-a sobre o papelão, e centralize os dois furos, eliminando as possíveis rebarbas.
3. Se o grupo vai usar lente: pegue a cartolina preta e enrole-a formando um cilindro de diâmetro igual ao da lupa. Encaixe a lupa no cilindro e cole a cartolina.
4. Recorte um círculo do lado oposto ao do papel vegetal e encaixe o cilindro com a lupa. O cilindro deve estar firme, pois você poderá ajustar o foco movimentando-o para frente e para trás.
5. Em ambos os casos (com ou sem lente) a caixa deve ser escura por dentro, por isso, cubra as faces internas da caixa com cartolina preta, sem passar por cima dos buracos já feitos.

Agora que sua câmara escura está pronta, ilumine bem um objeto qualquer com uma lanterna, e observe as imagens projetadas no papel vegetal.

**Figura 4.27 – Roteiro Atividade 5 – Unidade Coisas Jamais Vistas**

Depois da leitura coletiva do roteiro, os grupos iniciaram a montagem das câmaras escuras. Apesar de dificuldades iniciais com manuseio do material, todos conseguiram finalizar a montagem. Percebi a empolgação e o envolvimento dos estudantes no processo como um todo, inclusive ajudando colegas de outros grupos que estavam com dificuldades.

Após a montagem, testamos as câmaras escuras produzidas e a turma estava bastante ansiosa para ver se todas iriam funcionar. A cada câmara escura que era testada e a imagem projetada, a turma comemorava. Esse momento foi utilizado para discutirmos o papel de cada material na produção do fenômeno observado e, também, para comparar a caixa produzida por eles com as utilizadas por artistas, como Vermeer.

Para finalizar a aula, levei um prisma para fazer uma demonstração, mas devido a claridade da sala de aula, não conseguimos visualizar o efeito da decomposição da luz. Mesmo assim, os estudantes gostaram de ver um prisma de perto, e manipulá-lo.



**Figura 4.28 – Estudantes montando a câmara escura**

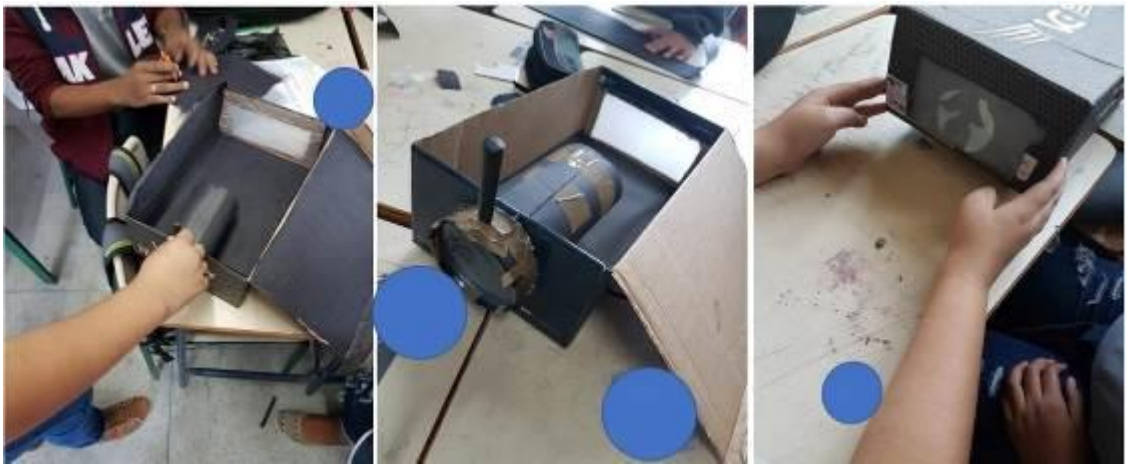


**Figura 4.29 – Montagem e teste das câmaras escuras**

Na aula seguinte, realizamos a atividade de produção de pigmentos a partir de materiais como pó de café, açafrão, coloral e cola. Esta atividade foi inspirada na cena do filme "*Moça com brinco de pérola*" que retrata a produção de pigmentos pelo pintor Vermeer e sua empregada e muito despertou a atenção dos estudantes.

A atividade foi realizada com a turma dividida em 6 grupos (com 5 a 6 estudantes) e o roteiro foi entregue para cada grupo e lido coletivamente. Alguns estudantes relataram dificuldade em encontrar o açafrão, pois não tinham o hábito de usá-lo em casa. Os grupos compartilharam entre si os temperos que trouxeram para a atividade. O roteiro elaborado para esta atividade está descrito abaixo:

**Roteiro – Produção de Pigmentos**

Nesta aula vamos produzir pigmentos a partir de café, açafrão e urucum.

*Material necessário:*

-Cola branca
- Pigmentos naturais: açafrão, pó de café e urucum
- água
- copo plásticos
- pincel
- 1colher

Instruções:

1. Em um recipiente, coloque a cola branca, a água e uma colher bem cheia de seu pigmento natural.
2. Misture tudo com a colher e coloque em um potinho para uso.
3. Pinte uma imagem relacionada ao que foi discutido ao longo da Unidade Coisas Jamais Vistas

**Figura 4.30 – Roteiro Atividade 6 – Unidade Coisas Jamais Vistas**

Quando terminaram de produzir as tintas, pedi para que fizessem uma imagem sobre algum tema discutido na unidade. Após as instruções, alguns grupos queriam fazer o desenho de um arco-íris, e perguntaram, como fariam, pois, havia apenas 3 tipos de cores produzidas. Argumentei que conseguir diferentes tons de cores também era uma dificuldade dos pintores da época que estudamos, e que, muitas vezes, quando não conseguiam produzir o próprio pigmento, era necessário comprá-lo. Perguntaram se poderiam misturar as cores para obter uma variedade maior e eu disse que sim, mas senti que não estavam convencidos a utilizar aquelas cores para pintar o arco-íris.



**Figura 4.31 – Atividade de produção de pigmentos**

Durante um momento da aula, tive que me ausentar da sala e quando voltei a turma estava agitada e fui tentar descobrir o motivo. Quando perguntei o que estava acontecendo, alguns estudantes reclamaram que dois grupos haviam “trapaceado” na atividade e questionei o motivo da reclamação. Um dos grupos explicou que havia utilizado tinta de canetinha hidrocor para pintar o arco-íris, mas que haviam tentado fazer tinta a partir da carga de cor, colocando água para poder utilizá-la. Perguntei por que haviam feito isso, e responderam que assim como os pintores que havíamos conversando, eles estavam tentando solucionar o problema da falta de cor para pintar seu quadro.

A partir desse momento, alguns grupos continuaram pintando as imagens apenas com as tintas que haviam produzido e outros seguiram o exemplo dos grupos que utilizaram as canetinhas para fazer tinta. Seguem abaixo as imagens produzidas nessa atividade.



**Figura 4.32 – Exemplos de imagens produzidas na atividade 6 da Unidade Coisas Jamais Vistas**

As imagens produzidas pelos grupos foram muito parecidas entre si, representando a imagem de um olho humano ou do arco-íris. Quando perguntei o motivo da escolha dos temas, eles responderam que buscaram pintar os temas que mais consideraram interessantes nas aulas, a formação das cores e o funcionamento do olho humano.

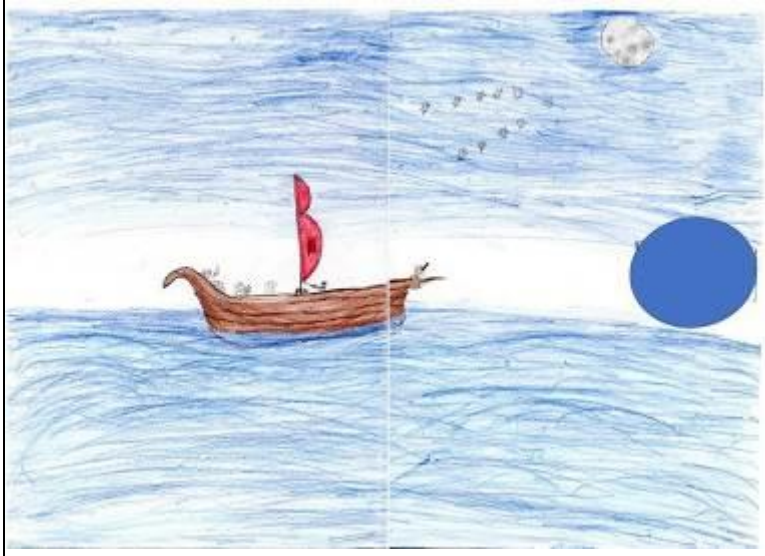
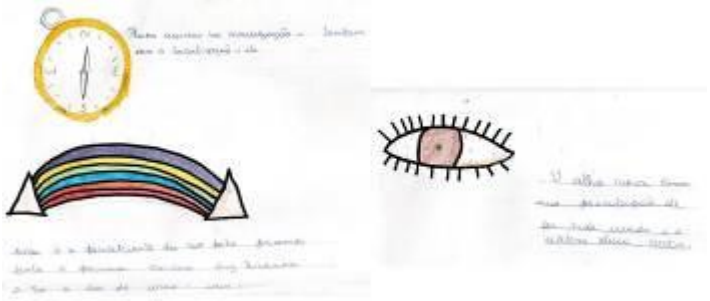
As atividades práticas permitiram discutir com a turma os saberes envolvidos na produção de dispositivos ópticos, das lentes (tomando como exemplo a lupa utilizada na atividade) e de pigmentos, além de estabelecer relações entre o que foi discutido nas aulas anteriores e as impressões dos estudantes a respeito do processo de execução da atividade. Além disso, a turma agradeceu por eu ter atendido a eles e proposto atividades práticas. Os estudantes disseram que desde que começaram a ter

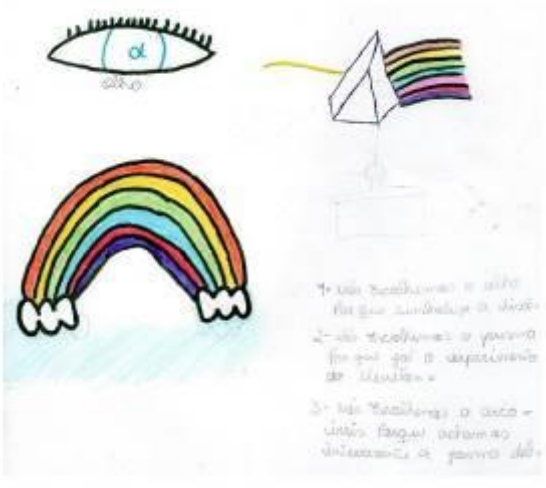
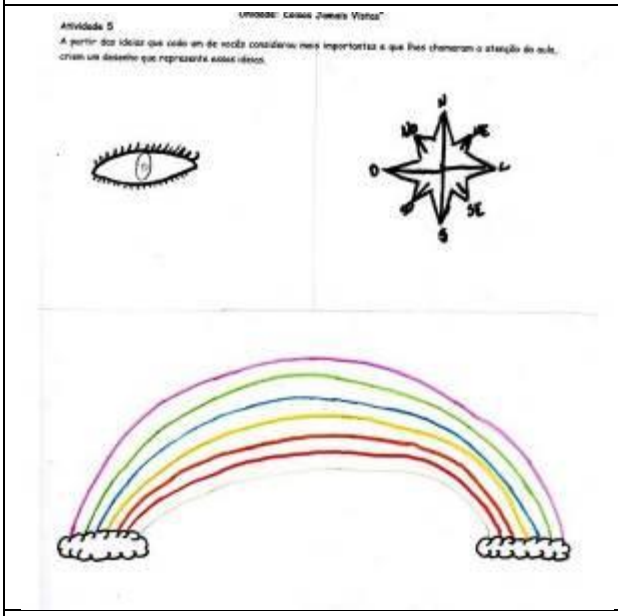
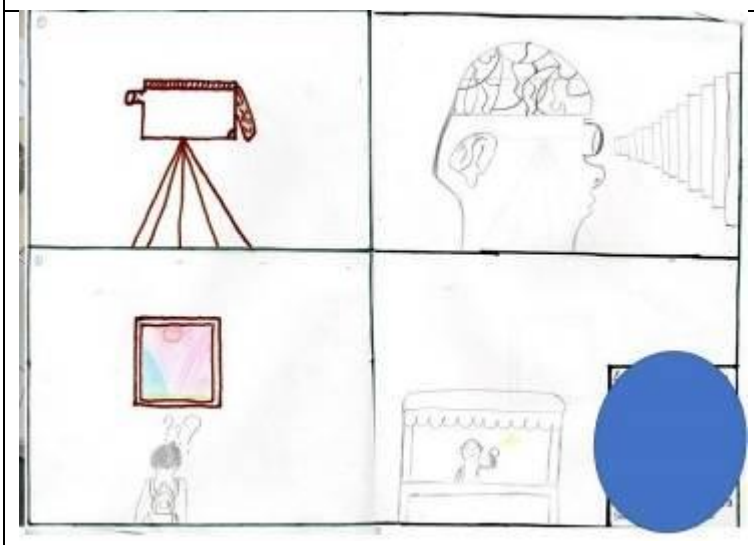
uma disciplina de Ciências esperavam por fazer atividades práticas. Mas as aulas sempre eram teóricas.

### 4.2.8. Aula 7 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 7 – Atividade Final em Grupo

O grupo de pesquisa avaliou que a última atividade da Unidade Veias Abertas trouxe dados importantes para a pesquisa, assim, essa unidade foi, também, finalizada com uma atividade com desenhos e legendas. Seguem abaixo os desenhos e justificativas dos alunos sobre as escolhas feitas pelos grupos.

**Tabela 4.15 : Respostas atividade 7 – Unidade Coisas Jamais Vistas**

| | |
|---|---|
| Grupo 1 | |
|  | Lua e constelações: *"Nós juntamos um momento em que Galileu Galilei descobre que a lua tem crateras e o momento em que os navegantes se guiavam em alto mar pelas constelações. É isso o que nosso desenho representa segundo as ideias de cada um."* |
| Grupo 2 | |
|  | Bússola: *"Para ajudar na navegação e também para a localização, etc."*<br>Prisma: *"Essa é a percebição da cor pelo prisma, bota o prisma dentro da luz branca e sai a cor do arco-íris."*<br>Olho: *"O olho serve como percebição de ver tudo errado e o cérebro deixa certo."* |
| Grupo 3 | |

| | |
|---|---|
|  | Olho: *“Nós escolhemos o olho porque simboliza a visão.”*<br>Prisma: *“Nós escolhemos o prisma porque foi o experimento do Newton.”*<br>Arco-íris: *“Nós escolhemos o arco-íris porque achamos interessante a forma dele.”* |
| Grupo 4 | |
|  | Olho: *“Desenhamos o olho por causa das doenças que temos nele.”*<br>Bússola: *“A bussola ajudava os navegantes a chegar aonde queriam.”*<br>Arco-íris *“Achamos interessante o arco íris acontecer por causa da chuva quando encontra o sol”* |
| Grupo 5 | |
|  | *“Bom nosso primeiro desenho foi de uma câmera escura. Por que? Porque a câmera escura foi uma coisa que chamou muito a atenção, porque ela era muito curiosa. Tipo, o modo de uso, o modo de fazê-la, etc. E quem trouxe essa revolução foi o árabe Al-hasan.*<br>*Bom, nosso segundo desenho é identificando uma pessoa com daltonismo. Porque o daltonismo é outra coisa bem interessante porque a pessoa com daltonismo não* |

| | |
|---|---|
| | *consegue distinguir as cores como amostra no desenho. Nosso terceiro desenho está significando o comércio de lupa que eram usadas para principalmente o comercio, a ciências e a arte. E elas serviam para refletir a luz.*<br>*Bom e nosso último e quarto é um cérebro que está representando tipo que as funções deles, começando pela visão. Porque a nossa é um dos sentidos mais importantes, no século passado e hoje em dia com essas tecnologias todas."* |

As discussões no grupo de pesquisa apontaram que, como na unidade anterior, os estudantes destacaram os artefatos destacados nas aulas. Porém, nessa atividade um dos grupos, o grupo 5, citou a contribuição árabe na construção da camara escura, ao falar de Alhazen, apontando que questões além do próprio funcionamento do artefato foram por eles consideradas.

Um dado que nos chamou a atenção foi a escolha do prisma por dois grupos, uma vez que ele foi apenas citado nas aulas da atividade 4 e apresentado aos estudantes rapidamente na atividade 6. Acreditamos que o fato de terem manipulado um prisma, mesmo sem conseguir ver seu funcionamento, foi algo que impressionou os estudantes. Considerando os comentários dos estudantes sobre a oportunidade de atividades práticas, entendemos que esse destaque do prisma é, também, uma resposta deles positiva àquelas atividades.

Diferente dos resultados da unidade anterior, nesta atividade final, houve vários registros sobre aspectos fisiológicos do corpo humano. Dos 5 grupos, 4 fizeram desenhos e textos que mencionavam o processo da visão. O grupo 2, por exemplo, citou aspectos da fisiologia da visão, destacando o processo da inversão da imagem que ocorre em nosso cérebro. Já o grupo 5, o daltonismo e o papel do cérebro durante o processo da visão.

Na unidade anterior, não houve menções ou representações sobre o sistema circulatório, apesar do grande interesse da turma pelo tema. Como já comentamos no item 4.2.1, na atividade sobre expectativas, acreditamos que o interesse pela visão seja maior devido ao fato dos estudantes conseguirem relacioná-lo mais às suas

vivências (devido aos problemas de visão, uso de óculos) do que o sistema circulatório (aspectos mais internos do corpo).

### 4.2.9 Unidade Coisas Jamais Vistas – Atividade 6– Avaliação da Unidade

De modo geral, os estudantes afirmaram que esta unidade havia sido melhor que a anterior, porque puderam fazer atividades como a montagem da câmara escura e a produção das tintas.

Quando perguntei qual atividade eles haviam gostado mais, a turma ficou dividida entre a atividade da "câmara escura" e a "das tintas". Alguns estudantes destacaram que eu devia sempre usar a atividade das imagens e que gostaram de aprender como os pintores trabalhavam. Comentaram que gostariam de ter usado o microscópio da escola, comentei que procurei bastante e quando o encontrei, no almoxarifado, as lentes estavam mofadas e não era possível utilizá-lo. Perguntaram se não assistiríamos ao filme "*Moça com brinco de pérola*" e informei a turma que havia conseguido encontrar o filme. Neste momento, um aluno me mostrou um pen drive e disse que havia conseguido o arquivo dublado do filme. A turma comemorou e combinamos a exibição do filme para a semana seguinte.

Devolvi o roteiro da atividade 1 para que marcassem as perguntas respondidas e as não respondidas. Perguntei quem gostaria de compartilhar conosco as respostas e poucos se manifestaram, falando apenas que haviam sido respondidas questões relacionadas aos problemas de visão e ao uso dos óculos.

Na aula seguinte, assistimos ao filme "*Moça com brinco de pérola*" na sala de vídeo. Os estudantes estavam bem empolgados e, antes de iniciar a exibição do filme, expliquei que o mesmo era baseado em um romance, e contava uma história com personagens reais, como o pintor Vermeer, mas que não necessariamente retratava o que havia acontecido à época. Pedi para que prestassem atenção nos quadros que apareceriam no filme, porque alguns deles haviam sido discutidos em sala. A turma assistiu atenta ao filme e quando terminou a exibição, reclamaram do final do filme, porque gostariam que a empregada tivesse um final feliz ao lado de Vermeer. Comentei que esse tipo de relação naquela época era praticamente impossível, devido a diferenças sociais entre eles. Mas eles não ficaram convencidos.

.



**Figura 4.33 – Exibição do filme “Moça com brinco de pérola”**

A discussão dos dados com o grupo de pesquisa indicou um envolvimento maior da turma nessa unidade. Os estudantes se mostraram familiarizados com a estrutura das atividades propostas, o que fez com que as atividades fluíssem melhor que na primeira unidade, fora o fato do tema ter despertado mais a atenção deles.

Os artefatos destacados no episódio histórico foram evidenciados pelos estudantes em vários momentos. Considerando os resultados da fase exploratória e as menções de que esperavam atividades práticas desde o início da disciplina de ciências, entendemos que esse destaque se refere ao caráter experimental que associam ao fazer científico. Com os dados dispostos não podemos inferir se os estudantes compreenderam o papel dos experimentos no fazer científico. Porém, podemos afirmar que as discussões históricas anteriores às atividades da câmara escura e da produção de pigmentos permitiram à professora retomar questões relacionadas às tecnologias do contexto da NCM, a partir de dificuldades encontradas pelos estudantes na execução das atividades, como a produção de pigmentos e posicionamento de lentes na câmara escura

O uso de imagens históricas mais uma vez se mostrou um caminho para trazer discussões históricas para as aulas. Os estudantes reconheciam as imagens trabalhadas na unidade anterior e muitas vezes relacionavam-nas às novas imagens apresentadas.

Novamente as questões não relacionadas ao conhecimento científico foram destacadas pelos estudantes, a partir do grande interesse na produção de pigmentos e a manipulação de instrumentos como a câmara escura pelos artistas. Além disso, as

questões relacionadas ao papel social da mulher e os espaços que lhe eram permitidos ocupar estiveram, como na unidade anterior, presentes nas discussões, bem como as discussões geradas a partir da observação das vestimentas, cabelos e adereços dos atores sociais representados nas imagens.

A partir do que foi exposto, começamos a elaborar as unidades que seriam realizadas no nono ano. A partir do interesse dos estudantes na utilização de lentes no contexto da NCM e do currículo mandatório do 9º ano, decidimos iniciar as atividades através de uma unidade que permitisse discutir as práticas e atores sociais envolvidos no estudo das lentes no NCM.

### 4.3 Unidade Outras Formas de Ver o Mundo

No nono ano do Ensino Fundamental, os estudantes da turma que trabalhamos no oitavo ano foram divididos em três turmas, pelo fato da ordem alfabética passar a ser o critério de formação das turmas. Diante do problema, decidimos, no grupo de pesquisa, realizar as atividades com as duas turmas de nono ano nas quais eu seria a professora regente, mas optamos por analisar os dados de apenas uma delas. O critério de escolha foi a turma que possuía mais estudantes que haviam sido da turma do ano anterior.

Como já dito anteriormente, esta unidade tinha como objetivo discutir o uso das lentes no NCM (séculos XVI e XVII), com o foco nos instrumentos ópticos. O planejamento inicial visava aprofundar a discussão sobre os locais, nos quais os estudos eram realizados naquele período, como as sociedades científicas. Além disso, buscamos retomar algumas questões já discutidas, como o estudo das cores, o uso de microscópio, a fim de familiarizar os estudantes novos com o debate histórico e relembrar algumas questões importantes para os estudantes do ano anterior. O tema uso de lentes era parte do conteúdo “Energia luminosa” do currículo mandatório do nono ano da rede pública estadual, a qual pertence a escola em que a pesquisa ocorreu.

Baseando-se nos resultados anteriores, decidimos manter a estrutura das atividades das unidades anteriores, apresentando apenas uma alteração na atividade final, que será explicada mais adiante.

A seguir, apresentamos uma narrativa sobre o desenvolvimento da unidade, a partir de gravações de áudio das aulas, dos registros realizados pelos estudantes durante as atividades e do diário de campo construído pela professora/pesquisadora. Novamente, o relato aqui apresentado contém o percurso feito ao longo da unidade, bem como as mudanças feitas ao longo do processo, resultantes das demandas trazidas pelos estudantes e das discussões realizadas no grupo de pesquisa. Na

tabela abaixo temos uma visão geral da versão final da unidade:

**Tabela 4.16: Versão Final das atividades da Unidade Outras Formas de Ver o Mundo**

| **Unidade Outras Formas de Ver o Mundo** | | | |
|---|---|---|---|
| *Aulas* | *Atividade* | *Objetivo* | *Tempo* |
| Aula 1 | Aula sobre expectativas | Conhecer as expectativas dos estudantes a respeito do que seria estudado | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 2 | Aula com imagens | Através de imagens produzidas no período histórico estudado, introduzir a discussão com os estudantes sobre práticas e atores sociais do contexto da NCM. | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 3 | Aula com slides | Aprofundar as discussões iniciadas nas aulas 1 e 2, através de uma aula expositiva-dialógica com a turma | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 4 | Aula com slides | Aprofundar as discussões iniciadas nas aulas 1 e 2, através de uma aula expositiva-dialógica com a turma | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 5 | Atividade Final | Conhecer a percepção dos estudantes sobre as aulas da unidade através de uma atividade com imagens e elaboração de textos. | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 6 | Avaliação da Unidade | Avaliar a unidade através da opinião dos estudantes | 2 tempos de 50 min. |

### 4.3.1 Aula 1 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 1 – Aula sobre expectativas

A atividade para conhecer as expectativas da turma foi realizada com algumas semanas de antecedência, para que pudéssemos elaborar melhor as aulas seguintes a partir das respostas dos estudantes. A dinâmica da atividade foi a mesma da Unidade Veias Abertas (Item 4.1.1). Apresentamos abaixo uma síntese das discussões de sala de aula durante a atividade, a partir dos registros de áudio das aulas e do diário de campo.

Antes de iniciar a atividade, expliquei aos estudantes novos como ocorreram as atividades nas unidades do ano anterior, quais eram os seus objetivos e falei sobre minha pesquisa. Percebi que durante o período em que os estudantes estavam fazendo a atividade, que poucos vieram à minha mesa ou pediram a minha ajuda. A maioria trocava ideias entre si, e os estudantes do ano anterior ajudavam os estudantes “novos”.

Os estudantes mostraram muita curiosidade a respeito da luz (como “funciona”, de que é formada, como é produzida). O tema lente surgiu em perguntas sobre como eram fabricadas, como funcionavam, como descobriram para que as lentes serviam (perguntas frequentes dos estudantes novos). Ainda em relação à temática das lentes, algumas perguntas diziam respeito às diferenças entre as lentes de microscópio, telescópios e dos óculos e como funcionavam os espelhos (como sabíamos se a imagem era real?).

Algumas questões presentes nas atividades de expectativas das unidades anteriores se repetiram: uma aluna (nova) questionou sobre como os estudos eram feitos sem tecnologia, e dois alunos (um deles presente no ano anterior) perguntaram a respeito de como as cores eram produzidas e como as percebíamos.

Como nas unidades anteriores, o interesse a respeito do funcionamento de equipamentos utilizados no NCM permaneceu grande, com questões sobre como foram inventados, como funcionavam. Em uma das questões, uma aluna (nova) escreveu *"Como descobriram para que as lentes serviam?"*, buscando a ideia de descoberta ou atribuir uma função ao objeto.

Outras questões como "O que esperavam encontrar quando olharam para a Lua?" e "As mulheres poderiam estudar esse assunto também?" chamaram nossa atenção: a primeira porque está relacionada novamente à ideia de descoberta, da ciência desvendando o desconhecido. A segunda por ter sido elaborada por uma aluna do ano anterior. Algumas questões relacionadas a temas tratados na unidade anterior se repetiram (visão, doenças, cegueira, uso de óculos) e a maioria dessas perguntas foram feitas por estudantes que não haviam participado das atividades no ano anterior.

Com a discussão dos dados no grupo de pesquisa, em especial, com o questionamento da aluna a respeito da participação das mulheres no estudo de óptica naquele contexto, foi decidido que na pesquisa histórica deveríamos focar atenção não nas práticas científicas relacionadas à comunicação e validação da ciência. Com isso, centramos atenção no papel das universidades e academias científicas , como espaço de comunicação de trabalhos científicos entre pares e de validação desse conhecimento. Atenção, também, foi dada à produção e uso das lentes naquele contexto.

### 5.3.2. Síntese Histórica

O Século XVII, na Europa, foi um período de intenso desenvolvimento teórico e experimental da óptica. Como vimos na síntese histórica da unidade passada, o uso de lentes já ocorria em diferentes setores da sociedade europeia, antes dos séculos XVI e XVII. Os fabricantes de óculos já haviam polido lentes de vidro convexas e côncavas, e as mesmas eram usadas como auxílio à visão desde o século XIII. Nos séculos posteriores, a Holanda se tornou uma referência na produção de lentes na Europa. Em 1608, início do século XVII, houve a solicitação de patente ao governo holandês, para um instrumento elaborado com duas lentes: uma côncava e uma convexa que colocadas nas extremidades de um tubo, podiam fazer com que coisas distantes parecessem mais próximas (BENNET, 2008; EDGERTON, 2006; VASQUEZ-

MANASSERO ; ALONSO, 2017).

Houve um desenvolvimento acelerado na produção de lunetas. Por permitirem observar coisas muito distantes, elas eram utilizadas para fins navais e militares, mas também se mostraram um instrumento importante dentro das práticas de estudo da Astronomia naquele período (BENNETT, 2016; EDGERTON, 2006). Os instrumentos sempre foram fundamentais para a prática da astronomia, mas os astrolábios, sextantes e quadrantes eram usados para auxiliar medidas e posicionamento de astros no céu. As lunetas traziam uma novidade, com elas era possível ver o até então invisível. Assim, aquele novo artefato se colocava como extensão dos sentidos (BENNETT,2016).

A notícia da construção da luneta se espalhou pela Europa, por canais diplomáticos e acadêmicos, bem como por viajantes, chegando ao conhecimento de Galileu Galilei (1564-1642), que se interessou pelo dispositivo. Ele construiu a sua própria luneta (Figura 4.34), a partir de sua experiência artesanal, dos seus conhecimentos dos princípios ópticos e da obtenção de lentes de vidro dos fabricantes de Veneza e Florença. Após testes, e muitos dispositivos criados, ele conseguiu obter uma luneta com aumento de cerca de 30x (BENNETT, 2016; EDGERTON, 2006).



**Figura 4.34 – Réplica da luneta elabora por Galileu Galilei**

Galileu apontou seu dispositivo para o céu e realizou observações até então imperceptíveis a olho nu, como manchas solares, anéis de Saturno e luas de Júpiter e as montanhas e crateras na Lua. Ele não foi o único a direcionar uma luneta para o céu naquele contexto. Nessa mesma época, o astrônomo inglês Thomas Harriot (1560-1621), com uma luneta similar à de Galileu, realizou, também, observações da

Lua. Embora os dois tenham observado o mesmo objeto (Lua), não viram a mesma coisa (BENNETT, 2016; ENDERGON, 2006).

Galileu usou do conhecimento de perspectiva e do domínio sobre o uso de claro e escuro, adquiridos na Universidade de Pádua, para ilustrar o que observou na Lua. Com a familiaridade em desenhar com perspectiva, ele identificou aquilo que observou na Lua, como sombras projetadas por montanhas e crateras, como mostrada na figura 4.35 (ENDERGON, 2006; PIMENTEL, 2007). Thomas Harriot também fez um desenho da Lua (4.36). Ele não possuía a mesma formação de Galileu em desenho e traçou a linha de demarcação entre as porções iluminadas e sombreadas da lua, com golpes curtos e irregulares, como se fosse encher uma superfície áspera, e, assim, ele viu apenas borrões (PIMENTEL, 2007; SNYDER,2015).

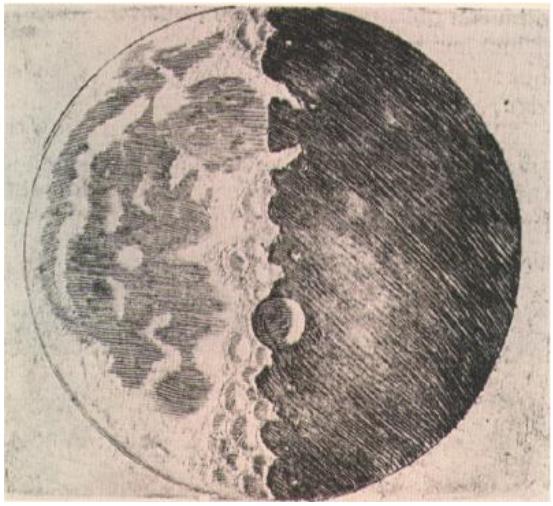


**Figura 4.35 – Ilustração da Lua elaborada por Galileu Galilei**

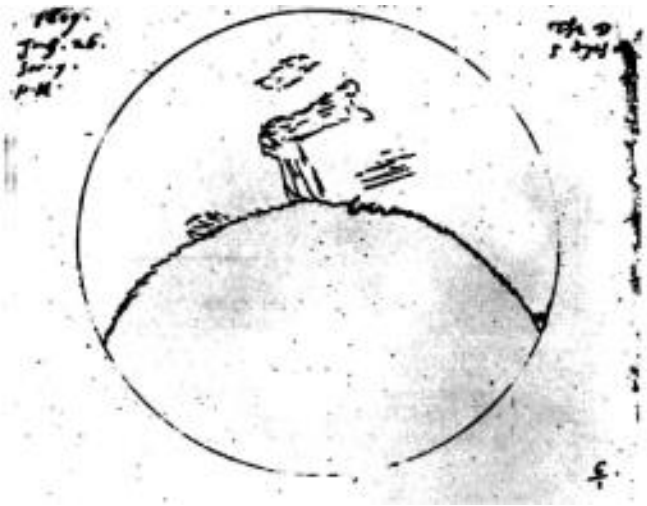


**Figura 4.36 – Ilustração da Lua elaborada por Thomas Harriot**

Do final de 1609 ao início de 1610, Galileu fez observações da Via Láctea e de outros aglomerados de estrelas com sua luneta. Em março de 1610, ele publicou suas observações e interpretações na obra *Sidereus Nuncius* (1610), o que o tornou famoso em toda a Europa (EDERGON,2006; PIMENTEL,2007). Em julho de 1610, quatro meses após a publicação do livro de Galileu, Harriot fez, com base nos desenhos de Galileu e em suas observações, novos desenhos da Lua, tentando representar as crateras, através de círculos e semicírculos (Figura 4.37).

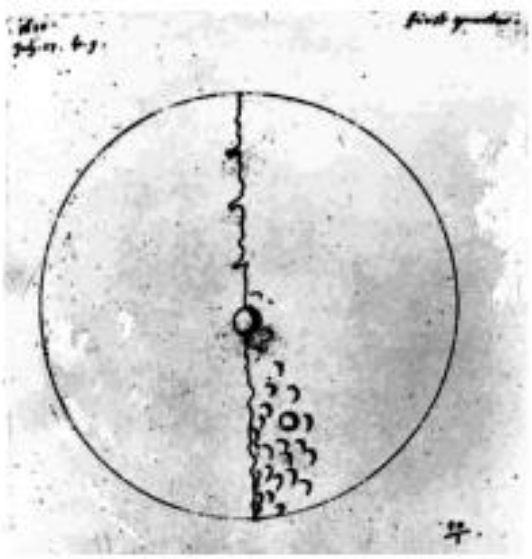


**Figura 4.37 – Ilustração da Lua elaborada por Thomas Harriot (1610)**

O uso de lunetas se popularizou ao longo do século XVII. Galileu, por exemplo, deu algumas lunetas de presente para seus mecenas e outras pessoas influentes da corte italiana. Podemos perceber essa popularização através de quadros pintados no período em que retratam as lunetas sendo utilizadas ou presentes em representações de objetos em gabinetes de curiosidades (MASON, 2012; RIOS; SOLBES, 2008; VASQUEZ -MANASSERO ; ALONSO, 2017). Mason (2012) nos traz o exemplo do quadro *La vista* (1615-1616) de José da Ribeira (1519-1652), que apresenta um homem segurando uma luneta sentado em frente a uma mesa, na qual estão dispostos objetos, como óculos (Figura 4.38).



**Figura 4.38 – *La vista* - José da Ribeira- (1615-1616)**

A produção de lentes se tornou uma prática comum com o domínio de fabricantes especializados. Os fabricantes de óculos se envolveram na produção de lunetas e microscópios, que inicialmente era um trabalho secundário, mas ao longo do século XVII se tornou a principal atribuição desta profissão (BENNETT, 2008). Ao mesmo tempo, os próprios astrônomos se envolveram na produção de lentes, em colaboração com fabricantes (BENNETT, 2008,2016).

Um dos principais problemas na utilização de instrumentos ópticos, no contexto estudado, era a aberração cromática. Fenômeno pelo qual a imagem de um ponto em uma lente é circundada por um halo iridescente, o que prejudicava a nitidez das imagens (BENNETT,2016; MANCOSU, 2008). Esse era um problema de grande interesse prático e teórico, e a tentativa de evitar a aberração cromática em telescópios levou a experimentos com lentes não esféricas (MANCOSU, 2008). O problema da aberração cromática foi algo que chamou a atenção de Issac Newton (1643-1727), que passou a se dedicar a tentativas de polimento de lentes com formas não esféricas (DARRIGOL,2012). Inspirado por trabalhos anteriores, Newton elaborou um telescópio refletor, com vistas a eliminar a aberração cromática (BENNETT,2016).

Apesar do trabalho desenvolvido com o telescópio refletor, a maior parte dos trabalhos de Newton com óptica estavam relacionados a análises relativas à luz branca e às cores. Ele realizou experimentos com prismas, buscando analisar a luz branca. Num dos experimentos ópticos que realizou, com o propósito de analisar a composição da luz branca, Newton passou um feixe de luz solar por um pequeno

orifício e o incidiu num prisma de vidro, para que a luz pudesse ser refratada para a parede oposta e observou o ponto de luz resultante. Baseando-se em seu conhecimento geométrico de refração, Newton defendeu que o ponto não tinha a forma circular que teria se todos os raios tivessem sido refratados igualmente, mas possuía uma forma alongada e exibia uma série de cores das quais Newton estimou as refrações características (DARRIGOL,2012). Realizou uma série de outros experimentos, que fez referência para descartar relações do fenômeno observado com a espessura do vidro ou o tamanho do buraco nas venezianas.

Newton realizou, ainda, um experimento no qual a luz passava através de dois prismas. O primeiro produzia um espectro colorido e o segundo era usado para estudar o desvio de cada cor. Submetidos a uma dupla refração (colocou um segundo prisma), os feixes de luz se mantiveram inalterados. A partir desses experimentos, defendeu que a luz branca era a junção de todas as cores. Importante aqui destacar que houve muitas críticas ao seu trabalho dentro da Royal Society de Londres (DARRIGOL, 2012; MANCOSU, 2008; PIMENTEL, 2007).

Newton, assim como Galileu, Hooke, Malpighi e Vesalius, desenvolveu seus trabalhos inseridos em espaços coletivos de produção de conhecimento, como as universidades, as sociedades e academias científicas (JONS, 2016; SHAPIN, 2008). Isaac Newton, por exemplo, foi professor da Universidade de Cambridge e presidente da Royal Society. As universidades na Europa surgiram ainda na Idade Média, por volta do século XI (Bolonha, 1088) e no século XV já somavam o número de 50. Estes locais eram centros para a tradução, preservação, transmissão e debate do conhecimento existente, incluindo as ciências grega e árabe (BURKE, 2000; JONS, 2016). Embora práticas como troca de cartas e intercâmbio entre estudantes fossem comuns naquele período, o conhecimento produzido nas universidades, era geograficamente e institucionalmente fragmentado (HARRIS, 2008; JONS, 2016; TAYLOR, HOYLER ; EVANS 2008;).

O papel do professor universitário não era de forma alguma estável. Para o homem de ciência moderno ocupar uma cadeira universitária poderia ser apenas um episódio em uma carreira, que incluía uma variedade de outros papéis sociais e havia um padrão moderno inicial de usar o emprego universitário, como um trampolim para posições mais desejáveis diretamente apoiadas pelo patrocínio da corte (JONS,2016; PIMENTEL,2007; SHAPIN, 2008). As universidades significavam tanto a custódia responsável do conhecimento herdado do passado quanto sua transmissão confiável para as gerações futuras e, embora um número significativo de professores assumisse a responsabilidade de se envolver em pesquisas que desafiavam as crenças ortodoxas, em nenhum lugar na Europa moderna havia tal concepção do padrão de

papel do professor (JONS, 2016; SHAPIN, 2008).

Espaços como anfiteatros de anatomias, jardins botânicos, observatórios no final dos séculos XVI e XVII estavam associados a universidades como Pádua, Leiden, Bolonha, mas muitas universidades não acompanharam o rápido desenvolvimento da filosofia natural até o século XIX e, portanto, permaneceram centros de aprendizagem e ensino, enquanto a pesquisa científica começou a florescer em outros ambientes, como nas academias e sociedades cientificas (PIMENTEL, 2007; SHAPIN,2008). De maneira alternativa ao saber escolástico que dominava a universidade, surgiram associações de médicos, naturalistas, artesãos e outros tipos de eruditos e figuras de diversas condições (PIMENTEL, 2007).

Instituições como a *Accademia dei Lincei* em Roma (1603), a *Royal Society* em Londres (1660) e a *Academie Royale des Sciences* em Paris (1666) ofereceram a possibilidade de praticar novas formas de produção de conhecimento e estudo da natureza, em novos ambientes e de construir suas próprias comunidades epistemológicas (JONS,2016). As sociedades ajudaram os seus membros a reivindicar publicamente a importância de seu trabalho, sendo os veículos pelos quais os mesmos estabeleciam redes de contato, relações sociais com pessoas influentes e garantiam de certo modo patrocínio, prestígio e atenção (PHILLIPS,2016).

Em termos de apoio, as relações entre as sociedades científicas e o poder político local eram variadas. Os membros da *Academie Royale des Sciences* em Paris desfrutaram de substanciais pensões da Coroa e se dedicaram efetivamente à extensão do poder do Estado por meio do conhecimento natural e da tecnologia reformados, já os membros da *Royal Society* de Londres recebiam pouco apoio financeiro da coroa inglesa (SHAPIN,2008).

Outra academia científica da época, a *Accademia del Cimento* (Academia do Experimento, criada em 1657), dependia diretamente da organização e do apoio financeiro de Leopoldo de 'Medici (cardeal italiano). A academia era orientada para o experimento, mas seus membros serviam ao príncipe, como participantes de uma empresa privada enraizada no clientelismo e, ainda, baseavam suas credenciais sociais na autoridade principesca. A *Accademia dei Lincei* também recebia auxílio na figura do duque Frederico Cesi (1580-1630) (MORAN,2008).

As academias se tornaram o centro de expedições de coleta de conhecimento, prêmios e redes acadêmicas com base na troca de visitas, cartas, ideias, experimentos, palestras e publicações. Os curadores de experimentos como Hooke, eram as pessoas com educação ou treinamento formal nas ciências naturais e matemáticas que preparavam experimentos a pedido dos membros da sociedade (JONS, 2016). As palestras e debates eram momentos de apresentação das ideias

obtidas através de estudos teóricos e experimentos. Havia trocas de cartas entre membros das sociedades e pesquisadores de outros locais, com trocas de materiais por exemplo. Em relação às cartas, algumas dessas sociedades passaram a aceitar membros não locais e que enviavam correspondências periodicamente. Já as publicações dos relatórios de pesquisa que apareceram nos Anais da sociedade eram descrições curtas de eventos específicos. A aprovação coletiva das sociedades e academias científicas como a *Royal Society de Londres*, a *Accademia dei Lincei* da Itália e a *Academie Royale des Sciences* da França ajudou a fortalecer a autoridade cultural desse modo nascente de produção do conhecimento científico (JONS,2016; OGILVIE, 2016; PHILLIPS, 2016).

As primeiras sociedades e academias científicas estabilizaram uma nova marca de autoria científica, que se valeu do status social de patronos nobres ou praticantes de elite para produzir novas formas de crédito intelectual. É importante ressaltar que embora se apresentassem como espaço de socialização do conhecimento científico, não há registros de mulheres (mesmo das altas classes sociais) frequentando as academias e sociedades científicas no período de sua formação (MORAN,2008; PHILLIPS,2016).

A análise da atividade da expectativa e a pesquisa histórica orientaram a seleção de imagens para as próximas atividades, de forma que buscamos selecionar imagens artísticas que representassem astrônomos e mulheres naquele contexto.

### 4.3.3. Aula 2 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 2 – Aula com quadros

A atividade com quadros produzidos por artistas do período segue a mesma dinâmica daquelas realizadas no ano anterior (item 4.1.4 e 4.2.3). Selecionamos quadros que trouxessem práticas do cotidiano dos séculos XVI e XVII, com o enfoque no uso das lentes na ciência e na arte. Para isso, selecionamos os seguintes quadros: *"O Astrônomo Copérnico conversa com Deus"* de Jan Matjeko (1872), embora seja do século XIX (fora do nosso recorte histórico), a pintura representa o astrônomo Copérnico e vários instrumentos relacionados à prática da Astronomia no contexto do NCM. O quadro "Os governadores da guilda de San Lucas de Haarlem" de Jan de Bray (1675), para discutir o uso das lentes pelos pintores e *"O Alquimista"* (1650) de Davi Teniers para discutir questões relacionadas à experimentação. Trouxemos novamente para esta atividade os seguintes quadros de Vermeer: *"O Astrônomo"* (1668), *"A leiteira"* (1660) e *"Mulher com a balança"* (1664) para retomar algumas discussões sobre o uso da câmera escura e da representação do cotidiano realizadas no ano anterior. Ao distribuir as imagens, alguns estudantes reconheceram aquelas que haviam sido utilizadas no ano anterior.

Busquei, na composição dos grupos, manter os alunos novos juntos. Importante destacar que os grupos com estudantes do ano passado desenvolveram a atividade sem muitas dúvidas, mas os grupos dos estudantes novos perguntavam sempre desconfiados o que era para fazer, se deveriam responder o que achavam mesmo sobre a imagem, se havia uma resposta certa. Após um período de observação do andamento da atividade, comecei a circular entre os grupos. Apresentamos abaixo uma síntese das discussões de sala de aula durante a atividade, a partir dos registros de áudio das aulas e do diário de campo.

**Tabela 4.17: Grupo 1 – *"O Astrônomo Copérnico conversa com Deus"***



Os integrantes do grupo perguntaram se aquela pessoa havia existido mesmo (pois haviam trabalhado com a imagem de "O geógrafo" de Vermeer no ano anterior, no qual Anthony Leeuwenhoek estava representado) e comentei que o homem do quadro representava Copérnico, um astrônomo que havia vivido no século XV-XVI, e que, naquele contexto, os astrônomos tinham um papel importante no mapeamento das constelações, no uso de aparelhos para guiar viagens como os astrolábios, bússolas e lunetas.

O grupo destacou que o que lhes chamou atenção foram as roupas e o cabelo de Copérnico, o local onde ele estava trabalhando (por parecer muito alto) e o modo como ele reagiu ao ver a luz, que poderia ser Deus, devido ao nome do quadro. Perguntaram sobre o alvo presente no quadro, mas na verdade estavam se referindo ao mapa das constelações. Aproveitei a oportunidade para explicar a importância daqueles mapas naquele contexto. Uma aluna perguntou se o modo como se estudava Astronomia naquela época era igual ao de hoje e respondi que, hoje, as observações são realizadas por telescópios maiores, com maior alcance, além de

satélites e programas de computador que ajudam a interpretar os dados e captar fotos que auxiliam no entendimento do Universo. Uma aluna chamou a atenção para o fato de Copérnico estar trabalhando sozinho, já que nos dias de hoje os cientistas trabalham em equipe (esta aluna foi a mesma que, na Aula 1, perguntou se as mulheres poderiam estudar Astronomia). Expliquei que embora estivesse retratado sozinho, os astrônomos, assim como os demais estudiosos da natureza, não trabalhavam sozinhos, estavam em redes de colaboração de materiais, informações, e que veríamos isso mais adiante nas aulas.

Na discussão coletiva, expliquei que o homem representado no quadro era Nicolau Copérnico, destacando que ele havia proposto o modelo heliocêntrico, se opondo ao modelo geocêntrico e que publicou um livro sobre o assunto, na mesma época em que Vesalius havia publicado seu tratado de anatomia (lembrando das discussões do ano anterior). Fora isso, destaquei que ele havia utilizado conhecimentos produzidos pelos árabes em seus estudos. Alguns estudantes comentaram que o quadro com os planetas e os livros haviam chamado a atenção e outros perguntaram de onde vinha a luz que estava no quadro, já que era noite, e um aluno respondeu que poderia ser Deus dando inspiração para fazer o seu trabalho. Outros chamaram a atenção para os instrumentos presentes no local em que Copérnico estava e perguntaram se era com esses instrumentos que ele fazia suas "experiências" (pesquisas) sobre o Sol e respondi que sim.

**Tabela 4.18: Grupo 2 – *"Mulher com a balança"***



Esse era um grupo formado só por meninas. Aquelas que foram minhas alunas no ano anterior lembraram não apenas do quadro, mas de Vermeer e do filme "Moça

com o Brinco de Pérola”. Elas perguntaram se a mulher estava grávida, e respondi que sim, e que ela era a esposa do pintor e estava posando para o marido. Comentei que havíamos visto isso no filme exibido no ano anterior e as que assistiram começaram a comentar partes do filme, lembrando do fato da esposa do pintor sempre aparecer grávida ou com um bebê no colo. Em resposta a elas, comentei da relação entre ela e Vermeer, que ela possuía mais posses que ele e que o ateliê era na casa deles, no andar de cima e que naquela época, as mulheres tinham realmente muitos filhos. Uma aluna perguntou por que ela usava as roupas e o adereço na cabeça, e eu respondi que isso era representado pela classe social a qual ela pertencia, e que esse adereço na cabeça era comum nas mulheres da Holanda naquela época. Comentei que os tecidos coloridos eram mais caros e tê-los significava que a pessoa era de status social mais elevado.

Na discussão coletiva, as roupas chamaram atenção da maioria dos estudantes que se pronunciaram. Alguns estudantes perguntaram por que a mulher estava trabalhando mesmo grávida. Comentei que as mulheres naquela época, trabalhavam até o final da gravidez, e que não havia nenhum tipo de lei, caso precisassem parar de trabalhar, assim como os empregados que adoeciam também. Que essas legislações de proteção às gestantes e aos trabalhadores eram conquistas recentes. Eles ficaram surpresos com o comentário e começaram a falar todos ao mesmo tempo sobre o assunto, alguns ressaltaram sobre pessoas da família e conhecidas que estavam em casa depois de terem seus filhos e expliquei sobre como funcionava a licença maternidade.

**Tabela 4.19 : Grupo 3 – *“O Alquimista”***



O quadro despertou muito interesse dos integrantes do grupo (estudantes do ano anterior e novos). Eles fizeram vários questionamentos a respeito do que os alquimistas faziam, perguntando se era realmente como nas histórias que contavam, se transformavam tudo em ouro, se eram bruxos (fazendo referência aos livros e filmes de Harry Potter). Discuti com eles a respeito das imagens criadas sobre os alquimistas e que eles eram estudiosos que buscaram produzir ou isolar substâncias, que haviam descrito muitos elementos químicos, mas que não usavam a mesma nomenclatura que usamos hoje.

Quando questionei por que o artista havia pintado aquele quadro, as opiniões se dividiram entre duas respostas: o alquimista ter pedido para ser retratado pelo pintor, ou artista queria mostrar como era a profissão de alquimista e como se estudava química “antigamente”. Um aluno perguntou quem era o rapaz mais jovem no quadro e expliquei que provavelmente era um aprendiz, jovens que aprendiam o ofício e muitas vezes moravam com o seu tutor, durante esse tempo de aprendizado. Tomei como exemplo Vermeer e Leeuwenhoek que foram aprendizes de pintores e comerciantes de tecido quando jovens.

Na discussão coletiva, comentei sobre o papel do alquimista naquele contexto e que hoje temos uma ideia diferente de quem eram os alquimistas e o que faziam. Um aluno perguntou quem era o menino com o senhor do quadro e eu, como fizera no grupo, destaquei sobre a formação de jovens naquele contexto. Alguns estudantes perguntaram por que o alquimista tinha livros e respondi que, através dos livros, o conhecimento produzido na época era registrado e comunicado. Perguntaram como as pessoas conseguiam os livros, e afirmei que provavelmente compravam ou recebiam de alguém, ou tinham acesso (mesmo que restrito) às bibliotecas. Relembrei também que, naquela época, a maioria das pessoas era analfabeta e que não tinham acesso aos livros, apesar dessa época ser conhecida pela ampliação de horizontes e de conhecimento. Uma aluna perguntou como eles usavam os livros nas descobertas e eu expliquei que os estudiosos partiam de conhecimentos prévios, geralmente registrados em livros ou tratados, para guiar seus estudos. Nesse momento, relembrei a discussão da prática da dissecação pública e a utilização de livros naqueles eventos. A turma ficou curiosa sobre os instrumentos que apareciam no quadro e comentei sobre alguns dos utensílios usados para separar substâncias.

**Tabela 4.20: Grupo 4- *"Os governadores da guilda de San Lucas de Haarlem"***



Os estudantes comentaram sobre a roupa e cabelos dos pintores. Um aluno do ano anterior chamou atenção para o fato das roupas pretas terem aparecido em outros quadros trabalhados no oitavo ano. Respondi que esta era uma vestimenta comum para o grupo social ao qual pertenciam os pintores, médicos, produtores de tecidos. Uma aluna perguntou o que eles faziam na guilda, se ficavam conversando sobre outros pintores e expliquei o que era uma guilda. Um aluno questionou se os quadros que apareciam na parede eram dos próprios pintores e respondi que provavelmente sim, mas não havia como saber.

Na discussão coletiva, alguns estudantes perguntaram o que era uma guilda e respondi, fazendo uma correspondência com os sindicatos atuais. Uma aluna perguntou por que usavam todos a mesma roupa e porquê de cor preta? E retomei a questão da vestimenta estar relacionada ao status social. Uma aluna comentou *"as mulheres tinham que andar com o cabelo preso e os homens podiam usar cabelo comprido?"*, e comentei que eram os costumes daquela época e que a Holanda (onde o quadro foi pintado) ainda oferecia uma certa liberdade para as mulheres. Ainda sobre a vestimenta uma aluna perguntou se as pessoas ricas usavam sempre o mesmo tipo de roupa e eu respondi que de uma maneira geral sim, que como hoje, reconhecemos o status social de uma pessoa pela grife das roupas que elas usam e os estudantes começaram a comentar sobre o que as mães falavam sobre o preço das roupas e celulares dos patrões. Comentei ainda que o pintor Jan de Bray havia se colocado no quadro, o que era muito comum na época, citando o exemplo de Vermeer e de Rembrandt com seus autorretratos e que, em alguns casos, seriam os personagens do quadro que olhavam para o espectador. Uma aluna perguntou se era

o mesmo caso do quadro Lição de Anatomia que haviam visto no ano anterior e eu disse que naquele caso era diferente, que o homem que olhava para o observador não era Rembrandt, apesar de ele ter esse hábito de se retratar em quadros.

**Tabela 4.21: Grupo 5- *"O Astrônomo"***

| |
|---|
|  |
| Os integrantes (estudantes novos) comentaram sobre as roupas e os cabelos do homem no quadro. Além disso, perguntaram por que o globo terrestre no quadro era diferente do que eles haviam visto na escola. Comentei que as representações do globo terrestre foram se alterando ao longo do tempo e que estão sempre mudando porque são atualizadas devido às mudanças geográficas que ocorrem. Um aluno questionou se o astrônomo não deveria estar usando uma luneta e respondi que a observação era apenas uma das etapas do trabalho de um astrônomo, realizar cálculos, consultar mapas eram também parte deste trabalho. |

Na discussão coletiva de "*O Astrônomo"* de Vermeer, os estudantes ficaram curiosos a respeito do globo terrestre e dos demais objetos presentes no quadro, como o mapa na parede. Retomei a importância dos astrônomos naquele contexto, no estudo das constelações e planetas devidos as navegações e que o conhecimento da Astronomia era fundamental para isso, bem como o uso de aparelhos como a bússola e o astrolábio, como já havíamos visto no ano anterior. Falei também que o quadro foi pintado na Holanda, importante rota de comércio da época.

**Tabela 4.22: Grupo 6 - *"A leiteira"***



Os integrantes (estudantes novos) comentaram sobre as cores da roupa da mulher representada, bem fortes e bonitas. Duas alunas perguntaram se aquela mulher era realmente empregada do artista e respondi que poderia ser, uma vez que o ateliê do pintor era em sua própria casa e ele poderia utilizar de criados como modelos para suas obras, assim como utilizou sua esposa em alguns de seus quadros. Quando perguntei sobre porque o quadro havia sido pintado, um aluno respondeu que o artista queria retratar as condições de trabalho de sua empregada. Já uma aluna, disse que o artista queria retratar o cotidiano das mulheres daquela época.

Na discussão coletiva, destaquei que o autor do *"A Leiteira"*, era Vermeer, lembrando que ele pintou também *"Mulher com a balança*" e "*O Astrônomo*". Os estudantes perguntaram se a mulher retratada era empregada do artista e se ela foi obrigada a posar para o quadro. Respondi que não havia como saber, mas que naquela época a relação entre empregados e patrões era diferente de hoje, era uma relação mais servil, muitas vezes o corpo dos empregados era também entendido como propriedade do patrão. Eles ficaram bastante incomodados com essa colocação, todos fazendo comentários ao mesmo tempo. Depois de se acalmarem, alguns estudantes perguntaram sobre a origem do leite, se era consumido diretamente da vaca, e eu disse que provavelmente sim, porque naquela época era comum criar animais para o próprio consumo.

Na análise dos dados no grupo de pesquisa, indicou-se que os estudantes que participaram da pesquisa no ano anterior não apenas reconheceram as imagens já utilizadas, mas nas discussões fizeram referências às atividades e discussões que ocorreram no oitavo ano. Como no oitavo ano, os estudantes estabeleciam relações

com o seu cotidiano, durante as discussões, comparando as situações representadas com suas vivências. Por exemplo, no quadro "*A leiteira*", eles fizeram paralelo entre o modo de trabalho da moça representada no quadro e de suas mães que também eram empregadas domésticas.

Como no ano anterior, o papel da mulher na sociedade também foi um ponto recorrentemente ressaltado, principalmente, pelas alunas. Importante destacar que a seleção das imagens visou trazer essa questão para o debate. O acesso aos espaços, as roupas e as condições de trabalho foram questões que geraram bastante comoção da turma e as alunas trouxeram questões a respeito das condições de trabalho da mulher hoje e das condições de direitos, como licença maternidade, possibilitando discussões de movimentos feministas e de mudanças da posição das mulheres na sociedade.

Assim como nas unidades anteriores, a questão das roupas dos personagens retratados e das cores usadas pelos pintores foi ressaltada pelos estudantes. Os estudantes comentaram que as cores eram muito bonitas e vivas para quadros produzidos há mais três séculos. Outro elemento que apareceu novamente foi o interesse pela tecnologia do período, como os instrumentos de trabalho e os livros presentes nas imagens (como eram obtidos, construídos).

Com base nessa análise, decidimos retomar o estudo das cores, já debatido na Unidade Coisas Jamais Vistas. Além disso, ao identificarmos uma maturidade maior nos argumentos e na escrita (apesar das muitas dificuldades ainda presentes), decidimos modificar a dinâmica da atividade final da unidade, como será explicado mais adiante.

### 4.3.4 Aula 3 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 3 – Aula com Slides – Dia 1

Como nas unidades anteriores, para esta atividade foi elaborado um conjunto de aulas expositivas-dialógicas, com o objetivo de aprofundar as discussões sobre o estudo das lentes nos séculos XVI e XVII que surgiram nas atividades anteriores.

Iniciei então a projeção dos slides localizando-os, espacial e temporalmente, na Europa dos séculos XVI e XVII, comparando o mapa atual com um mapa do período citado, ressaltando que, nesse período, o Brasil era colônia de Portugal. Fizemos uma revisão sobre o que já havia sido discutido no ano anterior, para dar uma visão geral sobre os assuntos discutidos para os estudantes novos.

Falamos novamente da importância da Astronomia nas navegações e sobre a exploração da flora e da fauna, com exemplares sendo retratados, relatados e aclimatados nas diferentes colônias e Europa para fins comerciais. Discutimos sobre o tráfico negreiro da África para o Brasil, e que estávamos próximo a um dos locais de

chegada desses escravos, no bairro do Pilar, que tem um patrimônio histórico deteriorando. Alguns estudantes, que haviam visitado o lugar, comentaram sobre o cemitério que existe na igreja e expliquei que naquela época pessoas eram enterradas na igreja, daí a maioria das igrejas mais antigas possuírem cemitérios, como a de Magé, cidade vizinha.

Falei do papel das universidades na difusão do conhecimento e apresentei algumas universidades europeias mais antigas e perguntaram se no Brasil naquela época havia universidades, respondi que o Brasil era colônia e não era permitido que houvesse universidades aqui e que a primeira universidade aqui foi fundada com a vinda de D. João VI para o Brasil, já no século XIX. Ao citar a Universidade de Pádua, discutimos o modelo heliocêntrico proposto por Copérnico (que era professor nesta universidade), a publicação do seu livro e a utilização do conhecimento árabe na elaboração desse modelo. Relembramos rapidamente os estudos de Harvey nesta universidade, que havíamos discutido no ano anterior.

Ainda tratando sobre os espaços de produção de conhecimento científico no contexto histórico estudado, destaquei o papel das academias científicas, como funcionavam, as diferenças de financiamento entre elas, quem eram seus integrantes e como novos integrantes conseguiam assento nelas. Durante a discussão, uma aluna perguntou por que as mulheres não podiam integrar as academias, respondi que o papel social da mulher naquele período era cuidar da casa e dos filhos, e que as academias não eram consideradas espaços para as mulheres frequentarem. Outra aluna perguntou se as mulheres aceitavam essa questão, e comentei que, naquela época, era um pensamento socialmente aceito, e que muitas mulheres até poderiam se revoltar e querer estudar, mas precisavam da autorização dos pais ou maridos para estudar em casa e acompanhá-los nas pesquisas. Mas, mesmo nesses casos, elas não levavam o crédito pela ajuda e participação nas pesquisas.

Começamos a discutir o uso de lentes no período para diferentes atividades. Apresentei o histórico do uso de instrumentos de lentes, destacando o microscópio, estudado no ano anterior, as práticas de produção e polimento das lentes e os problemas que eram enfrentados por aqueles que utilizavam os instrumentos ópticos (como má formação da imagem, falta de nitidez ou tamanho pequeno e do fenômeno de aberração cromática).

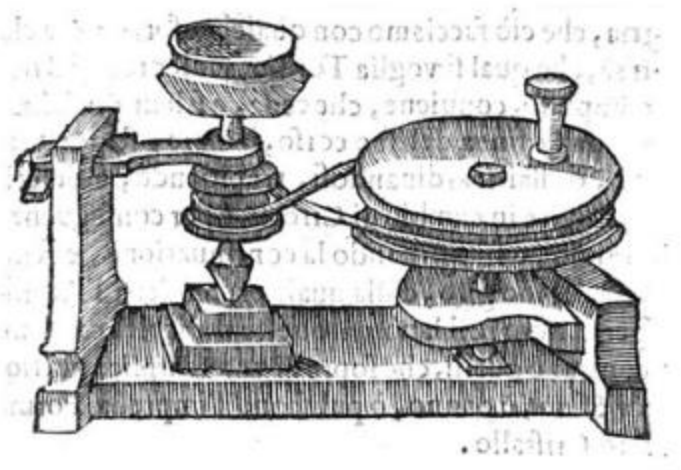


**Figura 4.39 – Imagem de um aparelho de moldar e polir lentes – Século XVII**

Usei o exemplo da luneta elaborada por Galileu Galilei para demonstrar a montagem desses instrumentos e sua utilização militar e científica. Apresentei as imagens da lua produzidas por Galileu e Thomas Harriot (Figuras 4.35, 4.36 e 4.37) e discuti as duas formas de representar o observado. Alguns estudantes comentaram que o desenho de Harriot era esquisito e parecia que estava errado, quando comparado ao de Galileu. Eu respondi que não poderíamos considerar o desenho de Harriot como errado, porque ele apenas não havia utilizado as mesmas técnicas de Galileu, devido à sua formação acadêmica, destacando a diferença entre nossos desenhos e os feitos por pessoas que estudaram desenho.

Para discutir a temática do currículo mandatório, óptica, apresentei alguns dos fenômenos ópticos que já eram conhecidos e estudados, como a reflexão, a refração e a dispersão da luz (dando o exemplo do arco-íris). Passamos, então, a discutir quem eram alguns estudiosos da luz naquela época, como Isaac Newton, Robert Boyle, Robert Hooke e Christian Huygens, destacando que eles estavam todos dialogando de alguma maneira sobre seus estudos e que Newton, Boyle e Hooke estavam na Inglaterra e faziam parte da mesma sociedade científica, a *Royal Society*, e Huygens, na Holanda, estudava a luz e que eles estavam em contato com outros estudiosos, seja através das academias científicas ou da troca de cartas ou dos livros publicados.

Discutimos os estudos de Newton sobre o telescópico, sua defesa da ideia de luz com natureza corpuscular e apresentei alguns dos experimentos realizados por ele e por pesquisadores anteriores a ele, ressaltando que as descrições desses experimentos estavam registradas em livros. Discutimos o contexto da Inglaterra naquela época, pós-reforma Anglicana, que valorizava o conhecimento científico com o rompimento da Igreja Católica, atraindo artesãos, cientistas, com suas universidades e academias de ciências.

Comentei que Newton estudou e foi professor na Universidade de Cambridge e presidente da Royal Society de Londres, e que nos dois locais teve contato com vários professores, estudiosos de diferentes áreas, apresentando e discutindo seus trabalhos e que isso foi muito importante para o trabalho que realizou. Apresentei os livros que Newton publicou, *Principia* e *Opticks*, ambos lançados com o patrocínio da Royal Society. E falamos de Huygens e de sua defesa da luz se comportar como uma onda, e uma aluna perguntou se algum deles estava certo, respondi que naquela época a proposta corpuscular foi a mais aceita e expliquei rapidamente a questão da dualidade onda-partícula.

### 4.3.5. Aula 4 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 3 – Aula com Slides – Dia 2

Iniciei a aula revisando o que havia sido tratado no encontro anterior, para discutir os estudos de Newton sobre a luz branca. Apresentei os experimentos de Newton com os prismas, destacando que ele realizou aqueles experimentos com base em pesquisadores anteriores a ele, e, também, os cálculos matemáticos e estudos realizados após os experimentos. Além disso, chamamos a atenção para o fato de que os resultados obtidos por Newton foram discutidos e publicados nos Anais da Royal Society.

Retomamos a discussão sobre o uso de lentes no século XVII, voltando nosso olhar para a Holanda, de onde vinham as melhores lentes produzidas naquele período. Falamos sobre o país ser uma importante rota comercial e um grande centro cultural da Europa, atraindo muitos filósofos, artistas, pesquisadores, que encontraram liberdade para realizar seus trabalhos, diferente de outros locais na Europa.

Nesse momento, retomei as discussões do ano anterior sobre as câmaras escuras. Os estudantes comentaram sobre a montagem da câmara escura realizada no ano anterior e aproveitei para discutir o aprimoramento da mesma ao ser utilizada com lentes (relembramos os resultados das câmaras construídas com lentes e sem lentes na atividade citada – item 4.2.7). Um estudante comentou sobre um vídeo que ele havia assistido no canal “Manual do Mundo” em que o apresentador ensinava a fazer uma câmara escura e que era possível fazer fotos a partir dela. Respondi que já havia visto o vídeo e que as fotos eram possíveis, porque filme fotográfico era inserido na câmara construída e que a mesma era montada de maneira diferente. Os demais estudantes pediram para que pudéssemos construir essa também e falei que poderíamos tentar montá-las após as provas, nas aulas antes das férias.

Destaquei, novamente, a importância do polimento para a fabricação de boas lentes e um aluno perguntou se as lentes eram produzidas assim até hoje e expliquei que a partir do século XIX a produção de lentes deixou de ser artesanal e passou a ser

industrial, em larga escala e automatizado e que hoje em dia, os principais produtores de lentes estão na Alemanha. Discutimos os principais tipos de lentes (divergentes e convergentes), suas características e a sua combinação em instrumentos como os microscópios e lunetas. Aproveitei o tema e relembrei os microscópios elaborados por Hooke e por Leeuwenhoek, microscópios composto e simples (comparei a produção e o funcionamento e alcance dos dois). Os estudantes perguntaram como eles faziam para fazer as observações e expliquei novamente.

Ao retornar aos exemplos da luneta elaborada por Galileu, um estudante perguntou como a luneta era utilizada para fazer as observações e busquei responder fazendo relações com as imagens discutidas em sala. A partir da pergunta de uma aluna sobre o que se sabia sobre a Lua na época de Galileu, expliquei um pouco sobre os problemas que Galileu teve com a Igreja Católica. Alguns estudantes questionaram se os microscópios e as lunetas apresentadas ainda existiam, e eu falei que encontrávamos poucos exemplares originais e algumas réplicas em museus da Europa (eles ficaram um pouco chateados porque queriam ver esses objetos de perto).

Finalizamos a aula discutindo os fenômenos de reflexão e absorção no processo de percepção das cores. Uma aluna perguntou como funcionava a luz negra e expliquei. Também conversamos sobre os espelhos, seus diferentes tipos e usos. Terminamos a aula falando sobre o daltonismo e a cegueira com os estudantes fazendo perguntas sobre o assunto.

Assim como observado nas unidades anteriores, os estudantes participaram de maneira significativa da aula, fazendo perguntas sobre os temas discutidos, trazendo exemplos do seu cotidiano. Os estudantes do ano anterior mantiveram o padrão de participação e os estudantes novos participaram bastante, sentindo-se à vontade para trazer contribuições para as discussões realizadas.

### 4.3.6 Aula 5 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 4 – Atividade Final

A dinâmica desta atividade final foi modificada em relação às anteriores. Ao invés de produzir desenhos e pequenos textos, apresentei 20 imagens usadas ao longo das aulas (Apêndice 1) e pedi aos estudantes, divididos em duplas e trios, que escolhessem de 3 a 5 dessas imagens que sintetizassem suas impressões sobre os temas da unidade. Com base nas imagens escolhidas, eles deveriam responder ao roteiro (Figura 4.40), sintetizando as principais questões tratadas na unidade.

**Roteiro - Atividade 4**

Atividade em grupo -Instruções:

- Os integrantes do grupo devem observar as imagens expostas na sala de aula.
- Cada grupo deverá escolher entre 3 e 5 imagens.
- Assinale as imagens escolhidas no roteiro.
- Todos e todas as integrantes do grupo devem comentar e discutir as questões presentes nesse roteiro;
- Você pode utilizar as anotações do roteiro 3 para realizar a atividade.
- Escrever as ideias das (dos) integrantes do grupo no espaço indicado. Lembrando que a escrita deve ser a mais clara possível.

1) A partir da escolha das imagens, explique com suas próprias palavras, as principais ideias e assuntos discutidos durante as aulas da unidade. Como o grupo acha que as imagens escolhidas mostram os pontos mais importantes discutidos em sala?

2) Como os estudos sobre a óptica eram realizados no período estudado? Fale sobre as pessoas que participavam dos estudos e práticas neste período.

3) Através das imagens escolhidas, escreva sobre o que o grupo achou mais interessante nas ideias apresentadas na aula. Explique o porquê das escolhas feitas.

**Figura 4.40 – Roteiro Atividade 4 – Unidade Outras Formas de Ver o Mundo**



**Figura 4.41 – Imagens utilizadas na Atividade 4 – Unidade Outras Formas de Ver o Mundo**



**Figura 4.42 –Atividade 4 – Unidade Outras Formas de Ver o Mundo**

A turma realizou a atividade com entusiasmo. Das 20 imagens, apenas 2 não foram escolhidas por nenhuma dupla/trio (Gabinete de Curiosidades e o quadro *O Alquimista*). A imagem mais escolhida foi "*Lição de Anatomia do Dr. Nicolai Tulp*", quadro de Rembrandt, presente em 6 dos 10 textos, seguida da imagem da bússola e da lua de Galileu, ambos presentes em 5 textos. A imagem do microscópio construído por Robert Hooke foi escolhida em 4 grupos, assim como o quadro "*Narciso*" (1597-1599) de Caravaggio (1571-1610).

Os temas presentes nas respostas podem ser divididos em algumas temáticas gerais, presentes na tabela abaixo:

**Tabela 4.23 : Respostas atividade 4 – Unidade Outras Formas de Ver o Mundo**

| Temáticas | Exemplos – excertos das respostas |
|---|---|
| *Relação com o cotidiano* – os estudantes fizeram relações entre os instrumentos utilizados nos séculos XVI-XVII e os aparelhos atuais. O grupo 5 comparou o funcionamento do microscópio construído por Robert Hooke com o microscópio eletrônico, destacando que hoje em dia, o microscópio geralmente é utilizado em laboratórios de pesquisas. Ainda neste sentido, o grupo 10 comparou o uso da | *"O microscópio era uma forma de ver as coisas mais de perto, por exemplo, os vírus que colocam na lâmina do microscópio para observarmos melhor. Mas agora ele é mais utilizado em laboratórios de pesquisas e o mais utilizado é o eletrônico" (Grupo 5 – Questão 1)*<br><br>*"Mas antigamente não era assim, tinha* |

| | |
|---|---|
| bússola ao uso do GPS atualmente, em relação à capacidade de se orientar utilizando essas tecnologias. | *duas maneiras de se guiar no mar e em terra firme: podíamos usar a bússola ou olhar as estrelas. Mas a bússola era o GPS do passado" (Grupo 10- Questão ')* |
| *Fenômenos ópticos* - a imagem que discutia o fenômeno óptico da reflexão era o quadro "Narciso" de Caravaggio. Três grupos (4,6 e 10) fizeram a referência entre a imagem e o fenômeno da reflexão. Um grupo (1) contou com detalhes a lenda de Narciso (que havia sido comentada na aula), mas não fez relação com o fenômeno da reflexão. | *"A história de Narciso não era real, mas fazia muito sentido, porque naquela época não tinha espelhos e as pessoas olhavam seus reflexos na água" (Grupo 9– Questão 1)* |
| *Práticas* – as práticas científicas apareceram com frequência nas respostas. Dentre os exemplos temos:<br><br>O uso dos instrumentos, como a bússola, os microscópios e a observação da Lua.<br><br>A dissecação pública foi uma das práticas mais discutidas nos textos: os estudantes chamaram a atenção para as pessoas pagarem para assistir à dissecação e sobre de quem eram os corpos utilizados nesses eventos.<br><br>A construção de equipamentos como a luneta de galileu e os microscópios também apareceram nas respostas.<br>O uso de livros para obter conhecimentos na construção do conhecimento também foram citados pelos grupos. | *"Antigamente, naquela época, os anatomistas estudavam os corpos de animais e de bandidos, eles abriam os corpos para estudar melhor" (Grupo 1- Questão 1)*<br><br>*"É porque Galileu fez um desenho quase perfeito da lua e deu a sensação de profundidade" (Grupo 8- Questão 3)*<br><br>*"Thomas Harriot de uma forma mais simples desenhou a lua, pois acredita-se que ele ainda não conhecia os sombreados que tornava a figura mais real" (Grupo 2- Questão 1)*<br><br>*"Era difícil obter a cor azul, pois era mais difícil de pigmentar" (Grupo 2- Questão 1)*<br><br>*"John Vermeer produzia pigmentos azuis,* |

| | |
|---|---|
| O registro das observações também foi uma prática mencionada. Um grupo citou o exemplo de Thomas Harriot, afirmando que ele desconhecia os sombreados como Galileu e que seu desenho era mais simples.<br>Um trabalho muito citado foi o de produção de pigmentos, representada por uma cena do filme "*Moça com brinco de pérola"* e citaram a dificuldade de produzir o pigmento azul. Um fato nos chamou a atenção, foi a resposta de um grupo que achou interessante o modo gentil como o patrão tratava a empregada nesta imagem. | *nem todo pintor tinha, porque eram muito caros" (Grupo 4 Questão 1)*<br><br>*"A leiteira - Achamos interessante porque a pessoa que pintou, pintou uma empregada e isso é bem legal, e estranho ao mesmo tempo" (Grupo 7- Questão 1)* |
| Os locais de produção de conhecimento também foram citados, como as residências, universidades e academias científicas. Os 6 grupos que citaram esses locais mencionaram o fato de que não era permitido a presença de mulheres nesses espaços. | *"Algumas pessoas estudavam em casa e outras tinham lugares específicos" (Grupo 7- Questão 2)*<br><br>*"Eles (cientistas) também estudavam nas universidades, eles iam lá para discutir e trocar ideias." (Grupo 4 Questão 1)*<br><br>*"As mulheres não podiam fazer parte das sociedades cientificas." (Grupo 2- Questão 2)* |
| *Atores sociais* – os pesquisadores discutidos em sala foram os mais citados na resposta dos grupos, sempre relacionados aos seus objetos de pesquisa (microscópios, luz, prisma, luneta).<br><br>Os árabes foram citados por 2 grupos, como responsáveis por trazer a bússola | *"As mulheres não podiam participar da sociedade cientifica, somente os homens científicos" (Grupo 4- Questão 2)*<br><br>*"As mulheres eram proibidas de estudar a ciência ou trabalhar com isso. Algumas escreviam livros e colocavam nomes de homens para não ser descobertas" (Grupo 7- Questão 2)* |

| | |
|---|---|
| da China e por produzir equipamentos que auxiliaram a navegação.<br><br>Os condenados à morte que tinham seus corpos dissecados, também apareceram como aqueles que de alguma forma participaram dessa produção de conhecimento.<br>As mulheres também foram citadas como proibidas de ocupar os espaços de produção do conhecimento. | *"Antigamente as pessoas criminosas eram condenadas à morte, e os corpos deles eram abertos em público que compravam ingressos para poder assistir" (Grupo 4 Questão 1)* |
| *Construção coletiva do conhecimento*- em alguns roteiros o aspecto coletivo da construção do conhecimento foi demonstrado através do exemplo do intercâmbio entre os árabes e a Europa através dos equipamentos trazidos e criados por eles. Também há citação aos conhecimentos dos gregos que guiaram os estudos do corpo humano, e o fato do conhecimento de Newton sobre a óptica teve como base outros estudos já existentes. Ainda sobre Newton, um grupo cita a prática de ir à universidade discutir suas ideias. | *"A bússola vem da China e foi trazida pelo povo árabe e servia como um mapa para as pessoas se localizar de acordo com: norte, sul, leste e oeste" (Grupo 3- Questão 1)*<br><br>*"O estudo da óptica não surgiu do zero, foi feito com base em outros estudos já existentes" (Grupo 4- Questão 2)* |

Destaca-se que as respostas dos estudantes trouxeram vários dos elementos trabalhados na unidade. Embora os temas relacionados aos conteúdos científicos tenham sido os mais referenciados, as questões não científicas, continuaram, como observamos nas unidades anteriores, sendo destacadas. As relações entre patrões e empregados também foram questões que suscitaram reflexões dos estudantes, talvez por se relacionarem com o cotidiano das mães que são empregadas domésticas.

Observamos que as situações que hoje são consideradas injustas, como a falta de acesso das mulheres a locais como as academias científicas e o uso de corpos de criminosos para as dissecações foram recorrentes em várias respostas. A prática da

dissecação foi destacada por alguns grupos, mesmo tendo sido esse um tema trabalhado no oitavo ano.

Assim como nas unidades anteriores, a prática da manipulação de prismas, bússolas, microscópios e lunetas é referenciada pelos estudantes nas aulas e nos textos finais, possibilitando a discussão de que existia tecnologia naquele período.

### 4.3.7 Unidade Outras Formas de Ver o Mundo – Atividade 5– Avaliação da Unidade

Na última aula da unidade, devolvi os roteiros da atividade 1 (item 4.3.1) e realizamos em conjunto uma avaliação da unidade. De uma maneira geral, os estudantes consideraram suas sentenças e perguntas respondidas e comentaram que gostaram das atividades desenvolvidas, principalmente da atividade final. Os estudantes “novos” comentaram que gostaram do fato de poderem expressar suas opiniões nas aulas, sem precisar dizer a “resposta certa”. Os estudantes reclamaram por não termos realizado nenhuma atividade prática nesta unidade.

A discussão dos dados com o grupo de pesquisa indicou um envolvimento maior da turma nessa unidade. Os estudantes do ano anterior se mostraram familiarizados com a estrutura das atividades propostas, e os estudantes novos não apresentaram dificuldades em participar do que era proposto, o que fez com que as atividades fluíssem de maneira satisfatória.

Novamente a prática de construção, elaboração e manipulação dos instrumentos foi um elemento bastante citado pelos estudantes durante as atividades. Os espaços de produção e difusão de conhecimento como as academias cientificas despertaram o interesse e suscitaram discussões sobre o acesso a esses locais, principalmente quando discutimos que nem todos conseguiam participar das academias cientificas ou estudar nas universidades, por exemplo.

O uso de imagens históricas mais uma vez se mostrou um caminho para trazer discussões para as aulas. A atividade final suscitou reflexões interessantes por parte dos estudantes, a partir das conexões que estabeleciam entre as imagens e os temas tratados durante as aulas.

A partir do que foi exposto, começamos a elaborar a última unidade que seria realizada. A partir do currículo mandatório do 9º ano, e do interesse dos estudantes sobre o acesso de mulheres aos espaços científicos, optamos em discutir a temática da eletricidade medicinal, tema que nos permitirá discutir aspectos relacionados ao estudo da eletricidade atrelado ao estudo do corpo humano e a atuação das mulheres na produção do conhecimento cientifico.

## 4.4 Unidade Corpos Elétricos

A unidade “Corpos Elétricos” teve por objetivo discutir o estudo da eletricidade medicinal, no século XVIII, campo que analisava os efeitos da eletricidade no corpo humano. Optamos por aumentar o nosso recorte temporal devido à demanda dos estudantes em discutir o papel das mulheres na ciência e encontramos neste período alguns registros importantes a este respeito. O tema da eletricidade medicinal foi discutido dentro do conteúdo “propriedades elétricas da matéria” presente no currículo mandatório do nono ano da rede pública estadual a qual pertence a escola em que a pesquisa ocorreu.

Baseando-se nos resultados da unidade anterior, planejamos atividades desta unidade, que segue a mesma estrutura da unidade anterior. A seguir, a partir de gravações de áudio das aulas, dos registros realizados pelos estudantes durante as atividades e do diário de campo construído pela professora/pesquisadora, apresentamos uma narrativa sobre o desenvolvimento da unidade. Lembramos que o relato apresentado contém o percurso feito ao longo da unidade, bem como as mudanças que ocorreram ao longo do processo, resultantes das demandas dos estudantes que foram levadas e discutidas no grupo de pesquisa.

Na tabela abaixo temos uma visão geral da versão final da unidade:

**Tabela 4.24: Versão Final das atividades da Unidade Corpos Elétricos**

| **Unidade Corpos Elétricos** | | | |
|---|---|---|---|
| *Aulas* | *Atividade* | *Objetivo* | *Tempo* |
| Aula 1 | Aula sobre expectativas | Conhecer as expectativas dos estudantes a respeito do que seria estudado | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 2 | Aula com imagens | Através de imagens produzidas no período histórico estudado, introduzir a discussão com os estudantes sobre práticas e atores sociais do contexto da NCM. | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 3 | Aula com slides | Aprofundar as discussões iniciadas nas aulas 1 e 2 através de uma aula expositiva-dialógica com a turma | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 4 | Aula com slides | Aprofundar as discussões iniciadas nas aulas 1 e 2, através de uma aula expositiva-dialógica com a turma | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 5 | Atividade Final | Conhecer a percepção dos estudantes sobre as aulas da unidade através de uma atividade com imagens e elaboração de textos. | 2 tempos de 50 min. |
| Aula 6 | Avaliação da Unidade | Avaliar a unidade através da opinião dos estudantes | 2 tempos de 50 min. |

### 4.4.1 Aula 1 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 1 – Aula sobre expectativas

A atividade sobre as expectativas dos estudantes foi realizada como nas unidades anteriores. A partir das gravações de áudio, e das anotações do diário de

campo, foi possível observar que os estudantes apresentaram muitas questões relacionando a eletricidade ao corpo humano, como por exemplo *“Por que levamos choque?”*, *“Por que a eletricidade pode matar?”*. Durante a discussão coletiva, alguns estudantes questionaram se existia eletricidade no corpo humano, qual seria a sua origem e como ela (eletricidade corporal) havia sido “descoberta”.

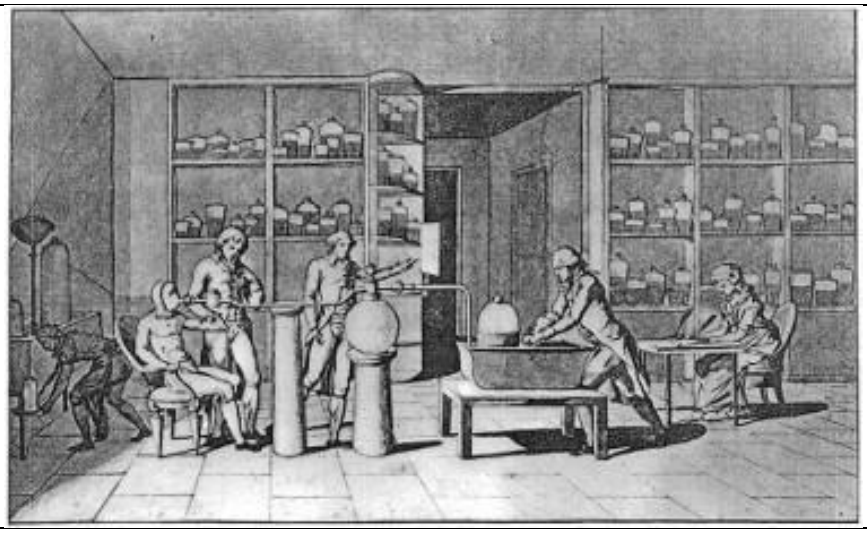
Muitas perguntas diziam respeito ao cotidiano dos estudantes. Questões relacionadas ao uso da energia elétrica nas residências, como a eletricidade é produzida e chega até as casas, o que é a corrente elétrica, a interação de metais e água na condução da eletricidade, são alguns exemplos dos temas que surgiram nas sentenças/perguntas da turma. Como observado nas unidades anteriores, os estudantes perguntaram sobre quem havia descoberto a eletricidade e criado os equipamentos que utilizam a eletricidade, como os estudos com a eletricidade eram realizados no contexto histórico destacado.

Os dados obtidos nesta atividade foram discutidos no grupo de pesquisa, em especial, o interesse dos estudantes sobre o efeito da eletricidade no corpo humano. A partir desse dado, buscamos elaborar as atividades que apresentassem e possibilitassem discussões sobre diferentes aspectos do estudo da eletricidade medicinal e, baseando-se em dados da unidade anterior sobre a presença feminina nos espaços de produção do conhecimento científico, procuramos dar atenção também a este tema no processo de elaboração das demais atividades da unidade. Com base nessas expectativas, planejamos as aulas seguintes com base nos trabalhos de Jardim (2019) e Jardim e Guerra (2017, 2018).

### 4.4.2 Aula 2 (2 tempos de 50 minutos) - Atividade 2 – Atividade com imagens

Esta atividade seguiu a mesma dinâmica da atividade descrita no item 4.1.4 da Unidade Veias Abertas. Em relação à seleção das imagens, houve uma mudança no critério de escolha: optamos por utilizar ilustrações presentes nas descrições de experimentos científicos elaborados naquele contexto, com o intuito de discutir como os experimentos eram realizados e trazer discussões sobre a participação feminina na ciência da época. Selecionamos as seguintes ilustrações para a atividade: *“Experimentos de Lavoisier sobre a respiração – Século XVIII”, “Experimentos de Galvani (1737-1798)”, “Experimentos de Mesmer (1734- 1815)”, “Experimentos de Giovanni Aldini (1762-1834)”, “Experimento do menino voador - Stephen Gray (1666-1736)”* e *“O Beijo Elétrico – Século XVIII”.* A seguir, apresentamos uma síntese das discussões realizadas durante a atividade, a partir de gravações de áudio das aulas e do diário do campo construído pela professora/pesquisadora.

**Tabela 4.25: Grupo 1 - Experimentos de Lavoisier sobre a respiração**

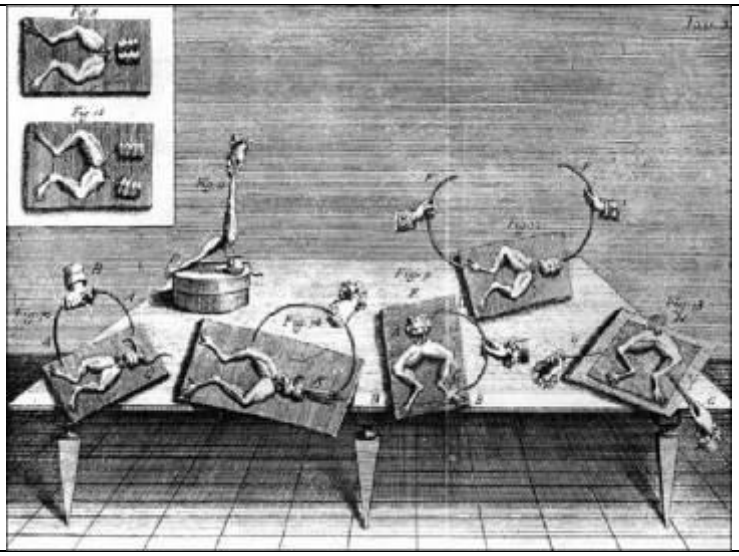
| |
|---|
|  |
| As integrantes do grupo comentaram que o homem parecia estar nu e perguntaram sobre a campânula utilizada no experimento. Além disso, perguntaram quem era a mulher representada na imagem, sobre o que ela estava escrevendo e comentaram que mulheres não poderiam ter essas profissões naquele período. Expliquei que a mulher retratada era a esposa de Lavoisier, Anne-Marie e que era ela quem fazia as anotações durante os experimentos. Comentei que, no século XVIII, diferente do século XVII, encontramos várias mulheres participando dos experimentos, geralmente como ajudantes de seus maridos, pais ou irmãos. |

Na discussão coletiva, apresentei a imagem para a turma e comentei que Lavoisier, o condutor do experimento, era coletor de impostos e, devido a renda obtida com esse ofício, ele comprava equipamentos e realizava experimentos em sua casa, em seu laboratório particular. Um aluno perguntou se o homem sentado na cadeira estava sem roupa e expliquei que estava sem blusa e com uma calça justa, vestimenta comum da época. Apresentei alguns dos experimentos sobre respiração que Lavoisier desenvolveu.

Várias questões surgiram sobre a mulher retratada na imagem e expliquei que era a esposa de Lavoisier, sobre o fato de Anne Marie ter se casado quando tinha 14 anos e Lavoisier, 27, o que gerou muitos comentários. Expliquei que aquela era uma prática comum na época e a partir do comentário de uma aluna *"ainda bem que hoje em dia não é assim",* expliquei que ainda existem locais em que este tipo de casamento é permitido e que no Brasil para que um casamento de menor de idade ocorra é necessário autorização dos pais (deixando claro quando se trata de casamento com registro civil). Falei do papel de Anne Marie nos experimentos e nas leituras de cartas e tradução de textos em inglês para Lavoisier, que era francês e não

dominava o idioma. Chamei a atenção que, embora retratada nas imagens, ela não recebia créditos pelo seu trabalho, apesar de ter tido um papel fundamental na divulgação destes experimentos.

**Tabela 4.26: Grupo 2 - Experimentos de Galvani**

| |
|---|
|  |
| As integrantes fizeram vários questionamentos sobre os resultados dos experimentos, se foram bons resultados e o que acontecia com as rãs quando a eletricidade passava pelo seu corpo. Expliquei como o experimento era realizado, destacando a contração muscular das patas da rã. As alunas questionaram se outros animais eram usados nesses experimentos, e respondi que sim, como cachorros, cavalos e que veríamos uma imagem deste tipo de experimento ainda naquela aula. |

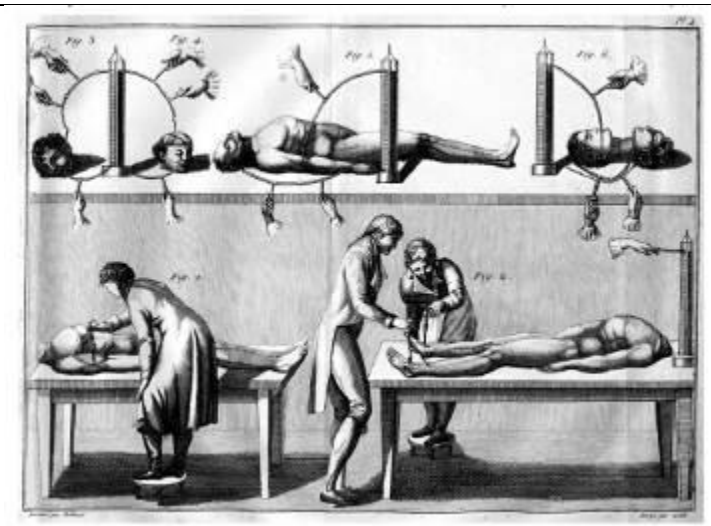
Na discussão coletiva, um aluno perguntou se a mesa da imagem foi produzida para o experimento, pois parecia diferente das mesas comuns e comentei que muitos pesquisadores elaboravam ou encomendavam aparelhos para seus experimentos e que Galvani era médico e pesquisava a eletricidade para fins medicinais, como vários médicos de sua época. Alguns estudantes também comentaram sobre a presença de mãos na imagem e expliquei que o objetivo das imagens era divulgar os experimentos, mas que sua produção era cara, e que as mãos serviam como indicadores do que as pessoas deveriam observar na descrição do experimento. Também destaquei sobre efeitos da eletricidade nos músculos, dando o exemplo do eletrochoque utilizado na fisioterapia.

**Tabela 4.27: Grupo 3 - Experimento de Mesmer**

| |
|---|
|  |
| Os integrantes do grupo ficaram curiosos em saber por que a mulher representada na imagem estava se sentindo mal e porque o homem estava com um pé na mesa amarrado por um fio. Também comentaram sobre o número de pessoas ao redor da mesa. Destaquei que, na época, acreditava-se que o magnetismo poderia curar algumas doenças e que, muitas pessoas doentes eram submetidas a esses experimentos, na maioria das vezes sem sucesso e até piorando o seu estado. |

Na discussão coletiva, quando expliquei a tentativa de cura pelo magnetismo, um aluno perguntou se eles conseguiam medir a eletricidade que passava pelo corpo da pessoa naquele momento e respondi que tinham uma noção dessas quantidades, mas nem sempre eram experimentos seguros.

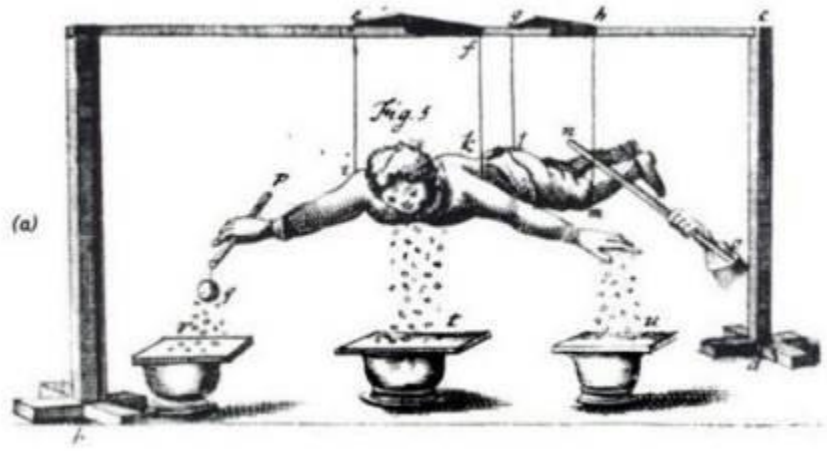
**Tabela 4.28: Grupo 4 - Aldini e experimentos para ressurreição**

| |
|---|
|  |
| Neste grupo, os integrantes ficaram impressionados com os corpos apresentados sem cabeça. Também comentaram que as cabeças no alto da imagem |

| |
|---|
| pareciam estar flutuando e, como no outro grupo, perguntaram por que as mãos apareciam sozinhas na imagem e de quem eram aqueles corpos que estavam sendo utilizados nos experimentos. Comentei que as mãos indicavam elementos importantes do experimento, para orientar a leitura da ilustração e que os corpos utilizados pelo experimentador, Aldini, eram, em sua maioria, de criminosos condenados à morte. |

Durante a discussão coletiva, os estudantes questionaram, novamente, sobre de quem eram os corpos estudados e se outros animais eram utilizados nesses experimentos. Destaquei que cachorros, raposas e cavalos eram utilizados por Aldini e por outros pesquisadores da eletricidade. Comentei que, na época, acreditava-se que a eletricidade poderia gerar vida e até ressuscitar pessoas e citei o exemplo do livro Frankenstein de Mary Shelley que contava uma história baseada nesta ideia. Ressaltei que, nos experimentos, eles perceberam que quanto mais recente era a morte, mais reativos eram os corpos à eletricidade. Ao falar da origem dos corpos utilizados por Aldini e da prática de palestras com experimentos, alguns alunos estabeleceram paralelo com as dissecações públicas que discutimos no ano anterior, destacando que os corpos estudados eram de homens brancos.

**Tabela 4.29: Grupo 5 - Experimento do menino voador - Stephen Gray**

| |
|---|
|  |
| O grupo perguntou se era um experimento para testar a elaboração de um aparelho que faria as pessoas voarem no futuro (acreditamos que essa ideia surgiu a partir do título da imagem). Quando expliquei que a ilustração era sobre um experimento de eletricidade, ficaram surpresos e fizeram muitas perguntas. Não perguntaram sobre a origem do menino representado no experimento, apenas queriam saber qual papel ele desempenhava naqueles estudos. |

Na discussão coletiva, alguns estudantes questionaram a origem do menino

presente no experimento. Comentei que as crianças que participavam desses experimentos públicos eram moradores de orfanatos ou eram muito pobres, nesse caso, elas participaram dos experimentos em troca de alguma ajuda financeira. A turma ficou agitada com a informação e muitos questionaram se ninguém denunciou o que havia comentado. Respondi que na época, não havia a proteção da infância como vemos na maioria dos países atualmente e que o estatuto da criança e adolescente do Brasil e até a ideia de infância, que temos hoje, são muito recentes. Comentei rapidamente sobre quem eram as crianças que estavam nos orfanatos naquela época e uma aluna trouxe o exemplo de filmes que havia visto e que a crianças eram colocadas numa roda e empurrada para dentro do orfanato. Essa questão mexeu muito com a turma e continuaram fazendo comentários a respeito das crianças utilizadas nos experimentos, mesmo depois que terminamos de comentar a imagem do menino voador.

**Tabela 4.30: Grupo 6 - Beijo elétrico**

| |
|---|
|  |
| Neste grupo, as integrantes apresentaram muitas questões sobre o nome da imagem e sobre a máquina que representada. Expliquei o objetivo do experimento e o funcionamento da máquina. As integrantes comentaram que o homem e a mulher que estavam se beijando poderiam ser um casal de namorados que optou por participar do experimento. Falei um pouco sobre as palestras com experimentos e seu objetivo de divulgação das ideias científicas. |

Apesar da agitação da turma com a imagem e nome atribuído a ela (Beijo elétrico), não houve muitos comentários e perguntas a respeito da mesma. As questões estavam relacionadas ao funcionamento da máquina que gerava eletricidade

para o beijo e alguns estudantes compararam este experimento com o apresentado na imagem do menino voador, no sentido de quem eram as *"cobaias"* (palavras deles), que neste caso eram adultos e não crianças (também comentaram sobre o fato dos adultos terem a opção de participar, diferente do que foi colocado na discussão da imagem anterior). Discuti, brevemente, sobre as palestras com experimentos e sua importância na divulgação científica da época.

Os dados foram discutidos no grupo de pesquisa, e observamos que as imagens suscitaram muitas discussões sobre o uso dos corpos no estudo da eletricidade, principalmente o uso de pessoas vivas, como crianças e mulheres, o que possibilitou trazer reflexões sobre as relações de poder presentes na elaboração destes experimentos e a proteção (ou falta dela) a esses atores que serviam de "cobaias", fazendo relações com o que observamos atualmente.

Como observado na unidade anterior, as questões relacionadas ao papel da mulher na sociedade estava sempre presente nas discussões, seja sobre a questão do casamento ou da mulher em locais de produção do conhecimento científico.

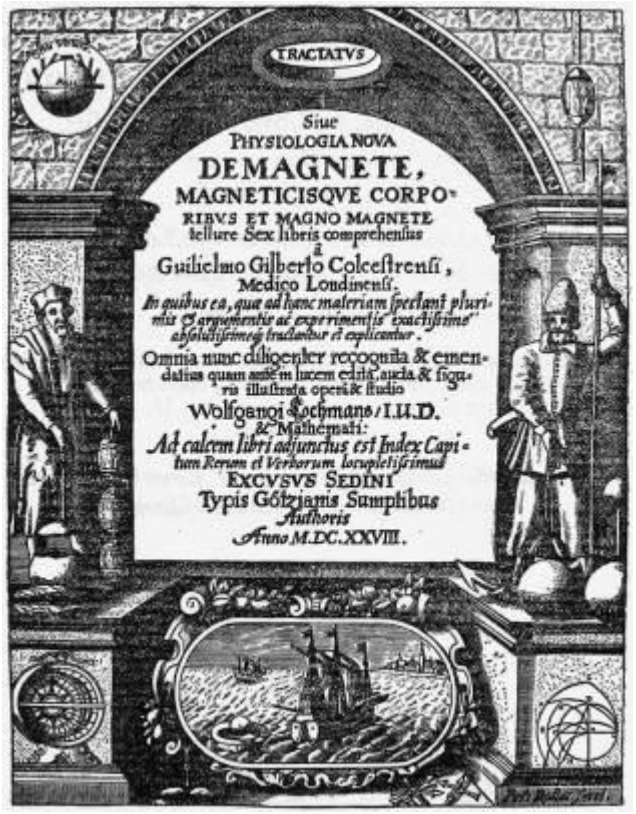
Em relação às imagens utilizadas, o modo como os experimentos de Galvani foram representados despertou muito interesse dos estudantes e possibilitou discutir novamente as práticas de produção de imagens dentro do recorte histórico. Com base nessa análise, decidimos retomar estes aspectos nas aulas da atividade 3, que será descrita a seguir.

### 4.4.3 Aula 3 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 3 – Aula com Slides – Dia 1

Nesta atividade, assim como nas outras unidades, foi elaborado um conjunto de aulas expositivas-dialógicas, com o objetivo de aprofundar as discussões sobre o estudo da eletricidade medicinal nos séculos XVII e XVIII que surgiram nas atividades anteriores. Iniciamos a aula relembrando os temas discutidos na unidade anterior, o contexto em que os estudos ocorreram, os experimentos e os locais de produção de conhecimento como as universidades, as sociedades científicas.

Discutimos, então, as primeiras observações sobre os fenômenos elétricos registrados por Tales de Mileto, através das observações do âmbar e os estudantes comentaram que a professora de matemática também havia falado sobre ele. Comentei com a turma que existem registros da utilização da eletricidade animal desde o Egito Antigo e que geralmente era utilizado para tratar a doença chamada gota. Chamei a atenção para o fato de o magnetismo já ser conhecido há muito tempo e ter sido a base do funcionamento das primeiras bússolas construídas pelos chineses, com as magnetitas (neste momento, relembramos a chegada das bússolas na Europa, através dos árabes).

Falamos sobre os estudos de William Gilbert (1540-1603), médico da família real da Inglaterra, e seu interesse no uso medicinal da eletricidade. A partir da apresentação do livro *De magnete* (1600) *e dos* registros de experimentos que realizou para entender a eletricidade dos materiais, discutimos os tipos de eletrização conhecidos: eletrização por atrito (dando como exemplo o atrito entre o algodão e vidro) o primeiro descrito por Gilbert, a eletrização por contato e por indução.


TRACTATVS

Siue

PHYSIOLOGIA NOVA

DEMAGNETE,

MAGNETICISQVE CORPO-

RIBVS ET MAGNO MAGNETE

tellure Sex libris comprehenſis

a

Guilielmo Gilberto Colcestrensi,

Medico Londinensi.

In quibus ea, quæ ad hanc materiam spectant pluri-

mis & argumentis ac experimentis exactissime

absolutissimeq; tractantur & explicantur.

Omnia nunc diligenter recognita & emen-

datiora quam antè in lucem edita, aucta & figu-

ris illustrata opera & studio

Wolfgangi Lochmans I.U.D.

& Mathematis.

Ad calcem libri adjunctus est Index Capi-

tum Rerum et Verborum locupletissimus

EXCVSVS SEDINI

Typis Gótzianis Sumptibus

Authoris

Anno M.DC.XXVIII.

**Figura 4.43 –Livro De magnete – William Gilbert (1600)**

Neste momento, os estudantes comentaram sobre situações do cotidiano, contando sobre choques que levaram por excesso de eletricidade estática. Apresentei uma imagem de uma máquina eletrostática, seu funcionamento e utilizei como exemplo a máquina de Otto von Guerick (1602-1686), inspirada pelos trabalhos de Gilbert sobre a eletricidade.

Chamei a atenção da turma que os estudos sistematizados sobre os fenômenos elétricos começaram a se popularizar, na Europa, a partir do século XVIII e que, esses estudos, como os de óptica no século XVII, eram realizados em espaços como as universidades e academias científicas, mas também no ambiente doméstico e através de palestras de demonstração de experimentos.

Falamos sobre as substâncias condutoras de eletricidade, a partir dos experimentos de Stephen Gray e suas aplicações. Alguns estudantes começaram a

trazer exemplos de situações do cotidiano, perguntando se poderiam tomar um choque. Discutimos a chamada Lei de Dufay e a sua proposta de que a eletricidade seria uma espécie de fluido (vítreo seria positivo, resinosa, negativa). Chamamos a atenção da turma para o fato de Dufay ser membro da *Academie des Sciences des Paris* e retomei as discussões sobre as academias científicas, a importância delas, como era o acesso a esses espaços. Tomamos como exemplo Dufay, para destacar sua trajetória na academia científica e como o status alcançado o levou a trabalhar nos jardins do palácio de Versailles.

Finalizei a aula, apresentando a República das Letras, de acordo com Jardim (2017) e Jardim e Guerra (2018), e, assim, ressaltei que esta era uma rede virtual restrita de trocas de correspondências, que permitiam trocas de informações sobre experimentos, sementes e exemplares. Destaquei, também, o caráter hierárquico da comunidade virtual e os modos de acesso à mesma.

A partir da exposição da figura 4.44, discutimos a troca de cartas de Voltaire com seus colegas de república de diferentes locais do mundo. Um aluno perguntou por que tem cartas de Voltaire em locais como a África, e comentei que poderia ser com algum conhecido que estava lá pesquisando. Outro aluno perguntou se era preciso ser rico para fazer parte da República das letras e se existiam negros nestas correspondências. Comentei que não eram conhecidas pessoas negras participantes dessa rede naquele contexto.




**Figura 4.44 –Rede de correspondências de Voltaire**

### 4.4.4 Aula 4 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 3 – Aula com Slides – Dia 2

Iniciamos a aula revisando os assuntos tratados no encontro anterior e sobre o contexto da Holanda do século XVII, para destacar a Universidade de Leiden e introduzir o tema sobre capacitores.

A partir da discussão da construção e funcionamento da garrafa de Leiden, discutimos o conceito de circuito elétrico (JARDIM, GUERRA, 2018) e apresentei paralelos com os aparelhos eletrônicos presentes na sala de aula. Apresentei os circuitos em série e em paralelo e o papel dos interruptores neste circuito. Falei das palestras e exposições utilizadas para divulgar ideias científicas e os experimentos realizados, através da imagem do beijo elétrico, discutido na atividade 2.

Apresentei as ideias defendidas por Benjamin Franklin (que era estadunidense) e que este fazia parte da República das Letras e mostramos novamente um gráfico mapeando as cartas que ele trocou com a Europa, destacando as poucas correspondências com mulheres. Uma aluna questionou o fato de mulheres corresponderem-se com cientistas, porque na época, elas não podiam participar desse tipo de rede, uma vez que tinham que cuidar da família. Chamei a atenção para a fala desta aluna e introduzi a discussão sobre a educação feminina no século XVIII e a ideia de que as mulheres de classe social elevada deveriam ser educadas e estudar várias disciplinas (incluindo as disciplinas científicas) para se tornarem boas donas de casa e mães.

Destaquei que geralmente aquelas mulheres eram educadas em casa por tutores e citei o exemplo de Laura Bassi (1711-1778) e as condições que permitiram que ela chegasse a se tornar doutora. Mas que, mesmo com esses privilégios, ela não era aceita em determinados espaços por ser mulher.



**Figura 4.45- Laura Maria Caterina Bassi (Bolonha: 1711- 1778)**

Discutimos sobre o papel dessas mulheres na produção do conhecimento científico no século XVIII, principalmente nas áreas da botânica e da eletricidade, ressaltando que eram áreas que  as mulheres podiam trabalhar em casa, ressaltando que a prática de manipulação das espécies, era considerada algo menor. Apresentei o exemplo de Emilie du Châtelet (1706-1749) e sua produção científica, as traduções que ela realizou do inglês para francês. Uma aluna perguntou se as mulheres aceitavam essas imposições e restrições e comentei que não temos muitos registros sobre mulheres que se opuseram àquelas situações, e que a maioria acabava acatando as regras sociais. Falamos também de Lavoisier e o papel de sua esposa Anne Marie nos experimentos e traduções de textos e leituras de cartas em inglês para Lavoisier que não dominava a língua inglesa.

Apresentei os trabalhos de Luigi Galvani sobre a eletricidade animal e seus experimentos utilizando rãs para entender o efeito da eletricidade nos músculos, fazendo a comparação para os seres humanos. Exibi, então, uma imagem de Lucia Galvani, esposa dele, destacando que há registros que ela participou da execução daqueles experimentos (Figura 4.46).

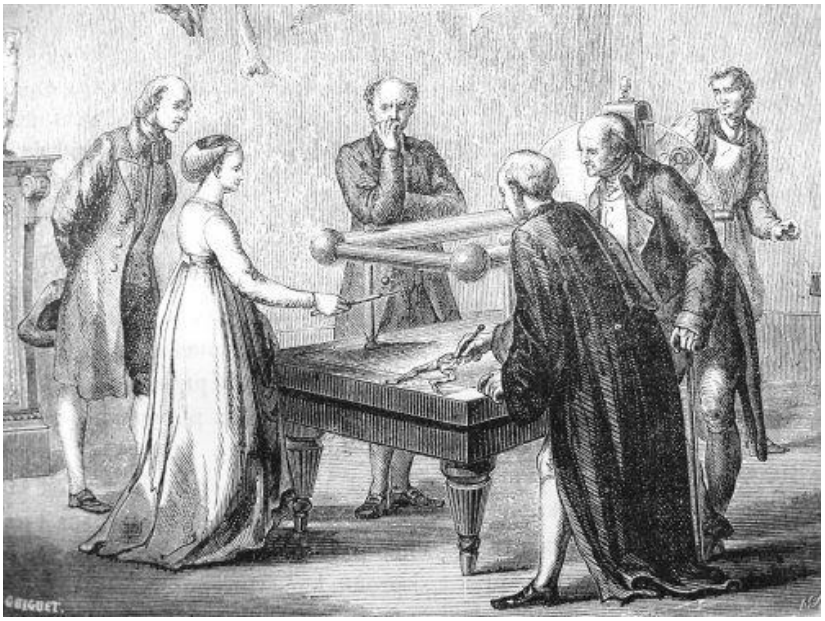


**Figura 4.46- Lucia Galvani participando de experimentos com Galvani e seu pai**

Retomamos a discussão sobre a eletricidade medicinal no século XVIII, e tratamentos de doenças, como a melancolia. Comentei, novamente, que a ideia de que a eletricidade poderia gerar vida deu origem a várias histórias de ficção a esse respeito, sendo Frankenstein a mais conhecida. Ressaltei que a autora, Mary Shelley, costumava assistir a essas seções de experimentos com o pai. Aproveitei o momento

e exibi um trecho da primeira adaptação para o cinema de Frankenstein de 1940 para a turma. A cena retrata o momento em que a descarga elétrica faz com que a criatura ganhe vida.

Finalizamos a aula discutindo os choques elétricos e neste momento alguns estudantes citaram o exemplo de um episódio do seriado “Chaves” em que todos os personagens ficam de mãos dadas devido a um choque por causa de um fio desencapado. Conversamos sobre o que fazer em uma situação parecida com a do seriado. Um aluno comentou sobre vídeos no youtube que havia assistido e que ensinava a escapar dessas situações. A partir das discussões sobre o choque, discutimos o funcionamento dos desfibriladores e finalizamos a aula.

O tema eletricidade gerou bastante participação dos estudantes , que fizeram muitas perguntas ao longo das aulas. Assim como os temas discutidos na unidade sobre visão, observamos que a eletricidade é algo muito presente no cotidiano dos estudantes, o que pode ter causado um envolvimento maior nas discussões desta unidade.

### 4.4.5 Aula 5 (2 tempos de 50 minutos) – Atividade 4 – Atividade Final

Com base na discussão no grupo de pesquisa sobre os resultados da atividade final da unidade anterior, optamos por repetir o mesmo modelo para a atividade final da unidade (Fig.4.40) . As imagens selecionadas encontram-se no apêndice 2.



**Figura 4.47- Imagens utilizadas na  Atividade 4 – Unidade Corpos Elétricos**



**Figura 4.48 - Atividade 4 – Unidade Corpos Elétricos**

Das 25 imagens apresentadas, apenas 13 foram escolhidas pelas duplas/trios. A imagem mais escolhida foi aquela que representava uma pedra de âmbar, presente em 7 dos 11 textos, seguida das imagens da Garrafa de Leiden e do experimento do menino voador, ambos presentes em 5 textos. As demais imagens escolhidas estavam distribuídas em 1 ou 2 roteiros.

Os temas presentes nas respostas podem ser divididos em algumas temáticas gerais, presentes na tabela abaixo:

**Tabela 4.31 : Respostas atividade 4 – Unidade Corpos Elétricos**

| Temáticas | Exemplos – excertos das respostas |
|---|---|
| *Relação com o cotidiano* – os estudantes fizeram relações entre as discussões realizadas em sala e o seu cotidiano. Um exemplo foi o fato de citar características do âmbar presentes em filmes como "Jurassic Park", presentes nos roteiros dos grupos 2 e 11. | *"O âmbar é uma resina elétrica conhecida também na época dos dinossauros" (Grupo 2 – Questão 1)*<br><br>*"Achamos interessante sobre o âmbar, como ele foi feito ou achado e porque tem tipo um mosquito dentro..." (Grupo 11- Questão 3)*<br><br>*"Escolhemos por ser algo que aparece em Jurassic Park " (Grupo 9– Questão 3)* |

| | |
|---|---|
| *Práticas* – as práticas científicas apareceram com bastante frequência nas respostas:<br><br>A prática de trocas de correspondências, através da Republica das cartas foram citadas. Como exemplos, o grupo destacou o caráter de produção de conhecimento através da troca de informações. O grupo 11 destacou a demora da troca de correspondências, devido à distância entre os componentes da república.<br><br>As observações feitas por Tales de Mileto, a respeito do efeito do âmbar no contato com os pelos de ovelhas foram citadas em algumas respostas.<br><br>A utilização de equipamentos como a máquina eletrostática, a garrafa de Leiden e o uso do peixe elétrico para tratar doenças também foram citados.<br>Os experimentos de William Gilbert, Stephen Gray e Benjamin Franklin e do beijo elétrico apareceram em algumas respostas. | *"Na República das Cartas achamos interessante como eles se comunicavam. Sabe-se quanto tempo demorava para chegar uma carta? A carta era enviada de navio?" (Grupo 11 – Questão 3)*<br><br>*"O beijo elétrico era uma máquina que era usada para fazer um experimento. Ao lado tinha uma mulher que estava sendo carregada por esta máquina através do beijo, seu amigo recebia o choque" (Grupo 8– Questão 1)*<br><br>*"Peixes elétricos- eram usados para amenizar a dor. Era só colocar em cima do lugar desejado, que diminuía a dor" (Grupo 3– Questão 1)*<br><br>*"Também que Tales de Mileto descobriu que quando as ovelhas chegavam perto de uma certa árvore que continha uma resina chamada âmbar, os pelos das ovelhas se arrepiavam e quando se afastavam diminuíam" (Grupo 6– Questão 3)*<br><br>*"Estudos eram feitos através de experimentos com rãs, peixes elétricos e outros" (Grupo 6 – Questão 2)*<br>*"Achamos interessante as enguias elétricas produzem mais eletricidade do que outro animal do mundo" (Grupo 6 – Questão 3)*<br><br>*"A garrafa de Leiden transmite cargas elétricas, que são concedidas pelas* |

| | |
|---|---|
| | *máquinas eletrônicas" (Grupo 1 – Questão 1)*<br>*"Máquina eletroestática – achamos bastante cansativo por ficar girando a esfera" (Grupo 2– Questão 3)*<br><br>*"Pessoas pagavam para ver experimentos com eletricidade" (Grupo 11 – Questão 3)*<br><br>*"Os experimentos com choque, usando o menino, tipo que como um imã" (Grupo 7 – Questão 1)* |
| Locais: Os locais de produção de conhecimento também foram citados, como os estudos realizados em casa, nas universidades e academias científicas.<br>O acesso a esses locais também foi discutido pelos grupos citados | *"As universidades de Cambridge e Bolonha, as maiores universidades da época. Nas universidades só podia ter homens, mulheres não eram permitidas, e também só podia entrar por indicação ou se tivesse feito algo inovador" (Grupo 11 – Questão 2)*<br><br>*"Universidade de Bolonha- geralmente para entrar, era através de provas. Nessa universidade se formou Galvani e outros que estudavam a eletricidade" (Grupo 4– Questão 1)*<br><br>*"Sociedades cientificas- Em alguns casos, para entrar na academia, era necessário ser indicado ou apresentado por outra pessoa." (Grupo 5– Questão 1)* |
| *Atores sociais* – os pesquisadores discutidos em sala foram os mais presentes na resposta dos grupos, | *"Sociedades cientificas- as mulheres que participavam das sociedades cientificas geralmente eram esposas de membros* |

| | |
|---|---|
| sempre relacionados aos seus objetos de pesquisa.<br><br>As mulheres, também, foram citadas e suas restrições de acesso aos espaços de produção de conhecimento também foram citados pelos alunos<br>As crianças utilizadas por Stephen Gray, também, apareceram quando falaram do experimento deste cientista ( e da falta de cuidado dele com as crianças, na palavra dos estudantes) | *da academia" (Grupo 5– Questão 1)*<br><br>*"Emilie du Chatelet, que era namorada de Voltaire, se dedicava muito a ciência" (Grupo 6– Questão 2)*<br><br>*"As mulheres da época traduziam as cartas para seus maridos, que eram cientistas" (Grupo 5 – Questão 3)*<br><br>*"O grupo achou interessante o experimento de Stephan Grey, que fez um experimento com as crianças daquela época, sem se preocupar com o que iria acontecer" (Grupo 8– Questão 3)* |
| ●*Construção coletiva do conhecimento*- em alguns roteiros o aspecto coletivo da construção do conhecimento. O intercâmbio entre os árabes e a Europa através dos equipamentos trazidos e criados por eles. Também há a citação aos conhecimentos dos gregos que guiaram os estudos do corpo humano, e o fato do conhecimento de Newton sobre a óptica ter como base outros estudos já existentes. Ainda sobre Newton, um grupo cita a prática de ir à universidade discutir suas ideias. | *"Tudo começou quando Tales de Mileto descobriu uma resina da árvore que se chamava âmbar e daí outros pesquisadores foram criando máquinas para estudar a eletricidade" (Grupo 8– Questão 2)*<br><br>*"A República das Cartas eram trajetos que as cartas das pessoas que estudavam fenômenos discutiam experimentos que eles faziam e seus resultados. Achei importante porque assim vemos que de uma forma ou de outra, eles estudavam "juntas" e assim conseguiram "descobrir" várias coisas." (Grupo 1 – Questão 1)* |

Assim como observado na unidade anterior, as respostas da questão 1 foram as mais elaboradas pelos estudantes, contendo mais informações. Nas demais questões (2 e 3), encontramos respostas que citaram apenas os nomes dos pesquisadores discutidos nas aulas, ou apenas tópicos.

Observamos que as respostas dos estudantes trouxeram vários dos elementos trabalhados na unidade. O elevado número de grupos que citaram Tales de Mileto chamou nossa atenção, uma vez que o caso do âmbar, foi apenas citado no início das aulas da atividade 3, mas, de alguma maneira, foi algo marcante para os estudantes.

A discussão sobre a construção coletiva do conhecimento e dos locais de produção do conhecimento científico também foram citadas, incorporando os exemplos debatidos em sala, como a República das Cartas. Os atores na produção deste conhecimento também foram bastante citados nas respostas, como as pessoas utilizadas nos experimentos.

Assim como observado nas unidades anteriores, os temas relacionados a participação feminina na sociedade, o acesso aos locais de produção de conhecimento cientifico e a manipulação de equipamentos surgiram novamente nas respostas dos estudantes.

### 4.4.6 Unidade Corpos Elétricos – Atividade 5– Avaliação da Unidade

Na última aula, os roteiros da atividade 1 (item 4.4.1) foram devolvidos para a turma que comentou que suas perguntas foram respondidas ao longo da unidade, que haviam gostado das atividades e discussões, mas ressaltaram que desejavam ter feito alguma experiência e que não teriam mais oportunidade de fazer experimentos, pois o ano letivo estava terminando e no ano seguinte não seriam mais alunos da escola.

A discussão dos dados com o grupo de pesquisa indicou que o tema da eletricidade medicinal gerou uma mobilização semelhante àquela observada na unidade que tratava do tema visão. Como naquela unidade, a turma trouxe muitas questões sobre o cotidiano, a partir da discussão dos estudos realizados no século XVIII.

Ao atender a demanda sobre a discussão do papel da mulher na produção do conhecimento cientifico, aumentamos nosso recorte temporal, o que possibilitou trazer alguns exemplos de mulheres que realizavam práticas como experimentos, traduções, correspondência e, mais do que isso, discutir as condições que permitiam a essas mulheres terem a possibilidade de acessar redes de contato e locais como universidades. Também foi importante discutir com os estudantes as restrições que estas mesmas mulheres sofriam ao desenvolver suas tarefas, como a ausência de seus nomes em trabalhos produzidos por seus pais, irmãos ou maridos.

O uso de seres humanos vivos em experimentos sobre eletricidade também gerou muito debate durante as atividades e foi possível trazer a discussão para os dias atuais ao tratar das políticas de proteção a crianças, por exemplo, existentes atualmente.

Finalizamos aqui o relato dos dois anos de atividades desenvolvidas na parte empírica de nossa pesquisa. No próximo capítulo, apresentaremos uma síntese dos resultados e as considerações finais deste trabalho, buscando responder à pergunta de pesquisa.

# 5. À Guisa de Conclusão: Uma Tentativa de Síntese

Este capítulo, juntamente ao capítulo anterior, tem por objetivo construir subsídios para responder à pergunta de pesquisa: "*quais elementos em relação ao processo de construção da ciência e suas práticas são elencados por estudantes do Ensino Fundamental a partir do estudo histórico do corpo humano, baseado no aporte historiográfico da História Cultural da Ciência*?".

O relato apresentado no capítulo anterior, através do diário de campo, traz respostas à nossa pergunta de pesquisa. Porém, entendemos que ao optarmos por um relatório de pesquisa que permitisse ao leitor entender os caminhos seguidos nos dois anos de pesquisa, acabamos por apresentar as respostas num caminho complexo. Por conta disso, resolvemos nos arriscar em elaborar uma síntese. Esta tentativa de síntese está dividida em quatro temáticas, que dizem respeito a elementos que, no nosso olhar, se apresentaram de forma mais enfática ao longo dos dois anos de atividades. Embora apresentados de modo separado, estas temáticas se entrelaçam e dialogam entre si ao longo desta discussão.

## 5.1 Como o trabalho científico é realizado

Nas atividades desenvolvidas em sala de aula ao longo de toda a pesquisa, os estudantes colocaram perguntas, como: "quem descobriu...?", "quem foi o primeiro a ...?", "quem deu o nome de ...?", "quem inventou ...?". Essas perguntas encontradas tanto nas falas, quanto nos textos produzidos por eles, indicam que aqueles estudantes procuravam por um(a) autor(a) para as ideias, teorias, experimentos, observações de fenômenos discutidas durante as aulas. Entendemos que esta necessidade de encontrar um autor/pai para as produções cientificas está muito atrelada ao que os estudantes entendem/esperam da ciência que lhes é apresentada ao longo dos anos escolares.

Ao mesmo tempo em que essas autorias foram procuradas, os estudantes, através de suas falas e questionamentos, apontaram para a ideia do trabalho coletivo na construção do conhecimento cientifico. Desde a atividade da fase exploratória, encontramos nos textos explicativos sobre os desenhos elaborados destaques de que os cientistas trabalham em equipe. Nossos dados apontam que esta percepção do trabalho coletivo ganhou complexidade à medida que as unidades avançavam, pois os estudantes incorporaram os exemplos trazidos nas aulas em suas falas para discutir a produção da ciência.

Embora buscassem um autor/criador para os conceitos estudados, os

estudantes parecem ter compreendido que a ciência é feita coletivamente com a participação de diferentes atores sociais. Isto porque em diferentes momentos eles resgataram questões como: a produção do conhecimento em instituições como universidades e sociedades científicas, a circulação do conhecimento através de objetos e de encontros de culturas.

Em nossa análise, os estudantes apresentam uma espécie de tensão entre seus entendimentos de como o conhecimento científico é produzido. Este resultado dialoga com resultados de pesquisas que mostram que, embora os jovens incorporem representações estereotipadas sobre a ciência, com aquelas apresentadas em livros didáticos, seriados, filmes e desenhos animados, eles apresentam ideias e argumentos que vão além destas representações, apontando para uma visão menos estereotipada sobre o trabalho dos cientistas (CARVALHO; MASSARI; ROUET, 2019; CARVALHO *et al.*, 2020; MASSARANI *et al.*, 2021). Apesar de reconhecermos que ao longo dos dois anos da pesquisa os estudantes construíram suas representações sobre a ciência por diferentes caminhos (WALLS, 2012), defendemos que as aulas de ciências, a partir da abordagem histórica realizada, proporcionaram aos estudantes um espaço para discutir diferentes aspectos sobre a produção científica, trazendo exemplos desta construção coletiva.

## 5.2 Atores: Quem sofreu, quem se beneficiou com a ciência?

A temática atores sociais participantes da construção do conhecimento científico trouxe elementos relacionados ao gênero e ás questões étnico raciais para compor os resultados da pesquisa. A questão do gênero permeou as discussões ao longo dos dois anos de pesquisa. Ela se fez presente nas atividades sobre as expectativas dos estudantes, nas discussões sobre as pinturas e ilustrações de experimentos, nas aulas expositivas-dialogadas, ou seja, as questões relacionadas ao papel da mulher na sociedade e à presença/ausência das mulheres nos espaços domésticos e público foram problematizadas pelos estudantes ao longo das aulas.

Observamos que elementos relacionados à discussão do gênero foram trazidos desde a fase exploratória, quando alunas desenharam cientistas mulheres, com aparência semelhante à delas. Esses resultados reforçam os encontrados por Walls (2012), quando o autor aponta que em sua pesquisa os estudantes se representaram nos desenhos que produziram.

No oitavo ano, a discussão sobre gênero girou em torno, principalmente, da participação das mulheres no contexto histórico estudado nos trabalhos domésticos, nos cuidados coo corpo feminino, assim como atenção foi dada às curandeiras e mulheres associadas à bruxaria. Importante destacar que os estudantes, ao longo

dessa discussão, trouxeram questões relacionadas aos seus cotidianos. Já no nono ano, desde a atividade das expectativas, surgiu a discussão sobre espaços que as mulheres poderiam ocupar ou já ocupavam no contexto histórico estudado. Entendemos que a abordagem histórica realizada possibilitou debater as questões levantadas pelos estudantes, promovendo indagações, trazendo exemplos, que eles incorporaram ao trazer esses elementos para as aulas de ciências. Assim como na discussão do tema anterior, percebemos um ganho de complexidade no modo como os elementos relacionados ao gênero foram apontados pelos estudantes ao longo da pesquisa.

Em relação às questões étnico-raciais, percebemos que este foi um elemento que apareceu de maneira mais expressiva ao longo das discussões do oitavo ano, mas que não teve a mesma repercussão no decorrer das atividades no nono ano. Na atividade com as fotos dos cientistas, procuramos promover reflexões sobre o que os levou a indicar se a pessoa da foto era ou não cientista, com vistas a questionar o estereótipo de cientista como homem branco. Ao longo das aulas do oitavo ano, surgiram questões que remetem a questões étnico raciais, como as discussões em torno ao quadro O nascimento de Maria em que as alunas problematizaram o fato de todas as mulheres serem brancas, apesar de algumas parecerem empregadas domésticas. Da mesma forma, na discussão do quadro Os dois africanos os estudantes questionaram a vestimenta e aparência dos retratados, perguntando sobre se aqueles eram homens escravos. A questão da escravidão também se fez presente nas aulas expositivas-dialogadas, quando discutimos as grandes navegações. No nono ano, ao contrário, não observamos problematizações ou inserções dos estudantes sobre os papeis sociais ou espaços ocupados por negros/indígenas nestes períodos, como foi observado quando nos referíamos as mulheres.

Como Carlone e Johnson (2007) afirmam, o reconhecimento é fundamental para que a construção da identidade ocorra. Assim, sob a perspectiva da identidade podemos analisar que as questões de gênero geraram mais reconhecimento por parte dos estudantes, do que as questões raciais. Assim, apoiados na literatura que indica que as identidades podem ser múltiplas e, inclusive, contraditórias (HALL, 2014; VARELAS *et al*., 2019), entendemos que nossos resultados indicam que, nas discussões sobre ciência promovidas ao longo das aulas, a busca por um igual se deu de maneira mais acentuada no campo do gênero do que no racial. Como já dito, as alunas representaram cientistas mulheres nos seus desenhos da fase exploratória, muitas parecidas fisicamente com elas, apesar da cor da pele não ser representada naquele contexto.

Em nossa análise, estes resultados podem estar relacionados às diferentes

narrativas que são apresentadas aos estudantes através dos espaços fora do ambiente escolar, como seriados, filmes, desenhos (WALLS, 2012; WOOD *et al.*, 2020). Nesses espaços, encontramos mais mulheres em papeis de cientistas/médicas , como "*The Big Bang Theory", "Greys Anatomy*", do que outras etnias, como negros. No entanto, até quando temos personagens de outras etnias, estas geralmente são orientais e indianos, reforçando a ideia de que estes grupos seriam mais reconhecidos como construtores do conhecimento cientifico do que as pessoas negras.

Além disso, as imagens históricas que levamos às aulas pouco representavam personagens negros. Utilizamos na maioria das vezes, imagens produzidas na Europa e, apenas uma aparecia pessoas negras (Os dois africanos) e as imagens não europeias utilizadas retratam povos árabes. Ao mesmo tempo, durante as aulas, trouxemos muitas imagens que apresentavam mulheres em diferentes situações, espaços e contextos, buscando atender as demandas que surgiram dos estudantes sobre o papel da mulher naquele recorte histórico. Entendemos que de alguma forma, isso contribuiu para que a questão racial não se apresentasse de forma intensa quanto às relacionadas ao gênero. Isso sugere que as imagens têm um papel importante no tensionamento a respeito de imagens sobre a ciência e no levantamento de questões a serem discutidas em sala de aula.

É, também, importante destacar o fato dos estudantes se interessarem muito pelo papel dos árabes na construção do conhecimento científico, o que poderia ter amplificado discussões étnico raciais, entretanto, isso não ocorreu. Um fato interessante é que os estudantes não reconhecem os árabes como africanos. Isso nos faz refletir sobre como o continente africano é apresentado nas aulas de Ciências e, apoiados em Verrangia (2016), apontar que é importante combater e superar as visões simplistas e distorcidas sobre o continente africano e suas contribuições para a ciência.

### 5.3 Sustentações materiais à ciência ou Práticas Experimentais

Em relação à sustentação material à ciência, podemos destacar que o uso da tecnologia foi algo sempre destacado pelos estudantes. Nas primeiras atividades de pesquisa, os estudantes assinalavam que não havia tecnologia no recorte histórico, devido ao fato de relacionarem tecnologia a aparelhos eletrodomésticos de seu cotidiano. Durante as atividades, em que os instrumentos utilizados nos estudos de anatomia e de astronomia foram apresentados, os estudantes demonstraram muito interesse em saber como as tecnologias apresentadas funcionavam, como eram construídas e, quem havia construído, elaborado ou descoberto para o que "serviam".

As práticas relacionas à manipulação dos corpos (humanos e não-humanos)

foram elementos trazidos pelos estudantes durante as atividades. Referências à prática de dissecação aparecem tanto na produção oral quanto na escrita dos estudantes. Mesmo tendo sido esse tópico discutido mais profundamente na unidade Veias abertas, os estudantes continuaram dando ênfase à abertura dos corpos ao longo de toda a pesquisa. É interessante notar que além de promover debates sobre as invisibilidades no estudo do corpo humano, o estudo sobre as dissecações possibilitou discutir outras práticas importantes na construção do conhecimento cientifico, como por exemplo, o registro e a transmissão de conhecimentos através dos livros.

Durante as atividades, os estudantes sempre se mostraram curiosos a respeito dos livros que eram utilizados pelos estudiosos na época estudada. Quando um livro aparecia em uma imagem, era sempre alvo de questionamentos, sobre quem o havia escrito, qual o seu conteúdo. Desde as primeiras atividades da unidade Veias Abertas, foi possível analisar que os estudantes conferiam importância aos livros no processo de transmissão do conhecimento e como suporte teórico para as práticas experimentais. Já os tratados de anatomia suscitaram outras questões, como, por exemplo, de quem eram os corpos estudados, como esses corpos eram representados. Assim como destacavam as presenças e ausências nestas representações e estudos.

Outro elemento trazido pelos estudantes durante as atividades foram os locais de acesso e produção de conhecimento. Eles trouxeram questões sobre as universidades, academias, bibliotecas, laboratórios e o que era produzido nesses locais, reconhecendo-os como espaços em que a ciência era produzida coletivamente. Os estudantes também problematizaram o acesso a esses locais, ou seja, os meios de acessar universidades e sociedades e as restrições feitas a mulheres e pessoas não pertencentes as camadas sociais mais influentes da época.

### 5.4 Questões não científicas/domésticas

Neste tópico consideramos questões não relacionadas à prática cientifica sobre o estudo do corpo humano, mas que permearam as discussões em sala de aula ao longo das atividades de pesquisa. Em grande parte das imagens apresentadas, os estudantes levantavam questões sobre as roupas das pessoas representadas nas imagens, o que nos possibilitou discutir as relações sociais e de poder a partir das perguntas trazidas por eles.

Observamos também que questões relacionadas ao trabalho doméstico sempre surgiam durante as aulas. Como já dito, a discussão em torno ao quadro “O Nascimento de Maria” gerou debates, quando os estudantes problematizaram a

presença de empregadas brancas nos quadros e com as discussões sobre os quadros “A leiteira” de Vermeer e o filme “Moça com Brinco de pérola”, os estudantes trouxeram elementos relacionados à relação entre o patrão e a empregada naquele contexto. Acreditamos que este interesse sobre as empregadas pode estar relacionado às suas vivencias cotidianas, uma vez que, muitas mães destes estudantes trabalham como domésticas e, de alguma maneira, estas discussões possibilitaram refletir sobre as rotinas de suas mães, gerando conexão com o tema.

Ainda neste sentido, a produção de cores e o trabalho dos pintores também geraram muito interesse dos estudantes. Durante a pesquisa, em vários momentos, os estudantes traziam elementos relacionados à percepção de cores, à prática de produção de pigmentos e quadros. De acordo com nossa análise, embora a prática de dissecação tenha sido um elemento trazido de modo frequentes pelos estudantes, foi o trabalho dos pintores e não dos médicos que se sobressaíram nas discussões em sala de aula. Acreditamos que, assim como no caso das empregadas, houve uma conexão dos estudantes com a prática dos pintores, apontando para a busca pelo igual. Acreditamos que os estudantes, se reconheceram mais próximos dos pintores do que dos estudiosos do corpo humano.

A partir do que foi exposto, podemos afirmar que a pesquisa histórica, a partir de um viés da História Cultural da Ciência, mostrou-se uma ferramenta importante para promover em sala de aula um espaço de discussão a respeito da produção do conhecimento científico. O estudo das práticas científicas permitiu o surgimento de questões como, por exemplo, “quem fazia?”, “o que fazia?”, e possibilitou aos estudantes refletirem que a construção do conhecimento sobre o corpo humano é feita com apagamentos, invisibilidades e relações de poder, conhecendo a complexidade e os limites presentes na produção de qualquer conhecimento.

Dentre as atividades realizadas durante a pesquisa, destacamos o trabalho com imagens. A utilização das imagens cientificas ou artísticas produzidas no NCM despertou o interesse dos estudantes para discussões sobre os elementos ali representados, como as roupas, o modo dos cabelos, a presença de instrumentos ou como as pessoas estavam retratadas (poses). Da mesma forma possibilitaram discussões sobre os corpos estudados e os modelos usados para construir os Atlas de anatomia, que tornava invisível o corpo de mulheres e negros naquela época e como essas representações refletem nos corpos estudados nos livros didáticos atuais. Assim, foi possível compreender que o corpo humano estudado nas aulas de ciências não parece representar os corpos dos estudantes, potencializando discussões sobre identidade e reconhecimento.

O uso de imagens despertou o interesse dos estudantes e ajudou a superar as dificuldades de alfabetização que muitos deles apresentavam, motivando-os a participarem das discussões sobre o conteúdo. Também mostrou que é possível utilizar imagens não apenas sobre um conteúdo científico, mas que estas, também, podem ser uma ferramenta importante para discutir ciência como cultura e tem potencial para levantar discussões históricas sobre a produção científica nas aulas de ciências.

Os resultados deste estudo indicam contribuições para a área da educação científica no sentido de destacar que a definição de uma contribuição historiográfica pode ajudar a escapar de temas históricos, factuais e biográficos gerais. Nossos resultados sugerem que o aporte historiográfico da HCC nos permitiu trabalhar com os alunos e alunas que o conhecimento científico é construído em um espaço-tempo específico.

Por outro lado, a discussão das práticas científicas permitiu exemplificar como as técnicas desenvolvidas por diferentes atores sociais naquele contexto foram fundamentais para o estudo do corpo humano, e como alguns participantes dessas práticas científicas foram invisibilizados a partir dessas práticas científicas, reforçando o caráter cultural da ciência. Assim, os resultados reforçam pesquisas **(**GANDOLFI ; FIGUEIRÔA, 2016; JAGGER, 2018**;** JARDIM, 2019) que indicam que a definição de um aporte historiográfico é importante para escapar de temas históricos generalistas e apresentar questões sobre a produção científica que se relacione com as expectativas dos estudantes e com questões identitárias.

A abordagem histórica possibilitou, ainda, trazer discussões relacionadas ao contexto dos estudantes, mostrando que a HCC pode ser um caminho para superar questões relacionadas a não identificação e reconhecimento dos estudantes em aulas de Ciências. É importante notar que não pretendemos generalizar os resultados obtidos, uma vez que entendemos que eles variam de acordo com o contexto educacional em que as investigações são realizadas.

De acordo com Valentin, Sousa e Carvalho (2016), o processo educacional pode possibilitar aos indivíduos aprender a contextualizar a sua própria realidade, vista como resultado de processos socioeconômicos culturais históricos e raciais que são socialmente construídos. Assim, nossos resultados dialogam com pesquisas como de Dawson *et al.* (2014) e Barton *et a.l* (2013) que destacam a importância de valorizar as identidades dos estudantes em atividades que tratam sobre a ciência. No entanto, embora seja importante trazer mais diversidade para as aulas de ciências, é importante discutir esta diversidade, os contextos e condições que permitiram determinados atores chegarem ao reconhecimento, para escapar de um discurso

meritocrático.

Finalmente, afirmamos que esta pesquisa gerou dados que podem servir de subsídios e temas para pesquisas futuras, em diferentes aspectos, como aqueles relacionados às questões identitárias, ao uso de imagens e à utilização da HCC nas discussões sobre a ciência.

# Referências


ADAMSON G. The labor of Division: Cabinetmaking and the production of knowledge. In: SMIHT, P., MEYERS, A.R.W., COOK, H.J. ***Ways of Making and Knowing: The Material Culture of Empirical Knowledge*****, Broad Graduate** Center, 2014.

AIKENHEAD, G. **Science education for everyday life: evidence-based practice**. New York: Teachers College Press, 2006.

AIKENHEAD, G. What is STS teaching? In: SOLOMON, J.; AIKENHEAD, G. **STS education: international perspectives on reform** (p.169-186). New York: Teachers College Press, 1994.

ALCANTARA, M.C.; BRAGA, M.A. Elementos histórico-culturais para o ensino dos instrumentos ópticos. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** , v.34, n.1, p.109-130, 2017.

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (whole) science. **Science Education**, v.95,n.3, p. 518–542, 2011.

AMARAL, P. **Hereditariedade e Natureza da Ciência: O uso da abordagem histórico filosófica no Ensino Fundamental.** Dissertação de Mestrado – CEFET/RJ – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca,2015.

AMARAL, P., GUERRA, A. Pangênese e a Hereditariedade: Uma Abordagem Histórico-Filosófica no Ensino Fundamental. **Alexandria (UFSC),** v.10, n.1 p.143-167, 2017.

AMR, S. S; TBAKHI, A. Arab and Muslim Physicians and Scholars. **Ann Saudi Med** v. 27, n. 5, p. 385–387, 2007.

ANDRÉ, M. Formação de professores: a constituição de um campo de estudos. **Educação**, v.33, n.3, p. 174-181, 2010.

ARCHER, L.; DEWITT, J., ; OSBORNE, J. Is science for us? Black students' and parents' views of science and science careers. **Science Education***,* v, 99, n.2*, p.*199–237,2015.

ARCHER, L.; GODEC, S.;CALABRESE BARTON, A.; DAWSON, E.; MAU, A.; PATEL, U. Changing the field: A Bourdieusian analysis of educational practices that support equitable outcomes among minoritized youth on two informal science learning programmes. **Science Education**. v.105, n.1, p. 166– 203,2021.

AULER, D. Enfoque ciência-tecnologia-sociedade: pressupostos para o contexto brasileiro. **Ciência & Ensino**, n.1, p. 1-20, 2007.

AUSUBEL, D. P., NOVAK, J. D., & Hanesian, H. **Psicologia educacional**. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AUSUBEL, D.P. **Retenção e aquisição de conhecimentos: uma perspectiva cognitiva**. Lisboa: Plátano, 2003.

ÁVILA, C. Veias Abertas: **O estudo do corpo humano no Ensino**

**Fundamental, a partir de uma abordagem histórico-cultural.** Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2017.

AVRAAMIDOU, L. “I am a Young immigrant woman doing physics and on top of that I am Muslim”: Identities, intersections, and negociations. **Journal of Research in Science Teatching.** v.57, n.3, p.311-341, 2019a.

AVRAAMIDOU, L. Stories we live, identities we build: How are elementary teachers' science identities shaped by their lived experiences? ***Cultural Studies of Science Education****,* v.14, n.1 *p.*, 33–59, 2019b.

AVRAAMIDOU, L. Science identity as a landscape of becoming: rethinking recognition and emotions through an intersectionality lens. **Cultural Studies of Science Education**, v.15, p.323-345,2020.

AVRAAMIDOU, L. Identities in/out of physics and the politics of recognition. **Journal of Research in Science Teaching**. p.1-49,2021a.

AVRAAMIDOU, L. ; SCHWARTZ, R. Who aspires to be a scientist/who is allowed in science? Science identity as a lens to exploring the political dimension of the nature of science. **Cultural Studies of Science Education**. n.16, p.337–344, 2021b.

BACKES,J.L.Comunidades de Identidades afrodescendentes: comunidades éticas que resistem ao individualismo .In: COELHO, W.N.B., OLIVEIRA, J.M. **Estudos sobre relações étnico-raciais e educação no Brasil**, Editora Livraria da Física, 2016.

BAKHTIN, M. **Marxismo e Filosofia da Linguagem***.* São Paulo, Hucitec, 1999.

BARDIN, L. **Análise de Conteúdo**. Lisboa, Edições 70, 2006.

BENNETT, J. The Mechanical Arts. In: PARK, K., DASTON, L. **Cambridge History of Science: Early Modern**. Cambridge, University Press, 2008.

BENNETT, J. Telescopes. In: Lightman, B. **A Companion to the History of Science**, Oxford: Welley Blackwell, 2016.

BENOIT, P.; MICHEAU, F. O intermediário árabe In: SERRES, Michel (Org.). **História das ciências**. 1998.

BLEICHMAR, D. The Geography of Observation: Distance and Visibility in Eighteen-Century Botanical Travel. In: DASTON, L.; LUNBECK, E*.* **Histories of scientific observation**. University of Chicago Press. 2011.

BLEICHMAR, D. **Visible empire : botanical expeditions and visual culture in the Hispanic Enlightenment** . University of Chicago Press, 2012.

BOGDAN, R.C.; BIKLEN, S.K. **Investigação Qualitativa em Educação***.* Porto: Porto Editora, 1994.

BOUSTANI, F. **A circulação do sangue: entre Oriente e Ocidente, a história de uma descoberta**. Rio de Janeiro, Editora UFRJ, 2018.

BRADZINSKI C, HERMEL, E.E.S, A representação da genética e da evolução através de imagens utilizadas em livros didáticos de Biologia. **Ensaio Pesquisa em Educação**

**em Ciências** *(Belo Horizonte)*, v.*17, n.* 2, p. 434-454, 2015.

BRICKHOUSE, N. W. Bringing in the outsiders: reshaping the sciences of the future, **Journal of Curriculum Studies**, v.26, n.4, p.401-416, 1994.

BRICKHOUSE, N. W., LOWERY, P., SCHULTZ, K. What kind of a Girl Does Science? The Construction of School Science Identities. **Journal of Research in Science Teaching**, V. 37, n.5, p. 441-458, 2000.

BRICKHOUSE, N. W. Embodying Science: A Feminist Perspective on Learning. **Journal of Research in Science Teaching**, v.38, n.3, p. 282-95, 2001.

BRICKHOUSE, N., PORTER, J.T. Young Women's Scientific Identity Formation in an Urban Context **Journal Of Research In Science Teaching**, v. 38, n. 8, p. 965–980,2001.

BROOK, T. **O Chapéu de Vermeer – O século XVII e o começo do mundo globalizado.** Editora Record, 2012.

BROWN, B. A. Discursive identity: Assimilation into the culture of science and its implications for minority students. **Journal of Research in Science Teaching***,* v.41, n.8, p.810–834, 2004.

BROWN, B., MANGRAM, C., SUN, K., CROSS, K., RAAB, E. Representing racial identity: Identity, race, the construction of the African American students. **Urban Education,** v. 52, n**.**2, p.170– 206, 2016.

BURKE, P. **O que é História Cultural?**- Rio de Janeiro: Zahar, 2008.

BURKE, P. **Testemunha Ocular: O uso de imagens como evidencia histórica**. São Paulo, Editora Unesp, 2016.

BURKE, P., HSIA, R.P. **A tradução cultural nos primórdios da Europa Moderna**. Editora Unesp, 2007.

CALABRESE BARTON A, KANG H, TAN E, O'NEILL TB, BAUTISTA-GUERRA J, BRECKLIN C. Crafting a Future in Science: Tracing Middle School Girls' Identity Work Over Time and Space. **American Educational Research Journal**. v.50, n.1, p.37-75, 2013.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D.; CARVALHO, A.M.P.; PRAIA, J.; VILCHES, A. **A necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulo: Cortez, 2005.

CAMPBELL, D. R.; STANLEY, J. C. **Delineamentos experimentais e quase-experimentais de pesquisa**. São Paulo: EPU/EDUSP,1963.

CARDINOT, D.C. **Relações socioculturais e práticas cientificas nos processos de institucionalização e profissionalização da Ciência no Brasil durante a segunda metade do século XX.** Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2020.

CARLONE, H.B., JOHNSON, A. Understanding the science experiences of successful women of color: Science identity as an analytic lens. **Journal of Research in Science Teaching***,* V. 44, n.8, p. 1187-1218, 2007.

CARLONE, H.B., SCOTT, C.M., LOWDER, C. Becoming (less) scientific: A longitudinal study of students' identity work from elementary to middle school science. **J Res Sci Teach,** v.51, p. 836-869, 2014.

CARUSO, F.; MOREIRA, R. **O livro, o espaço e a natureza: ensaio sobre a leitura do mundo, as mutações da cultura e do sujeito**. Editora Livraria da Física, 2017.

CARVALHO, V.B. ; MASSARANI, L. ; MACEDO-ROUET, M. . Ciência, televisão e adolescentes: um estudo comparativo entre França e Brasil. **Educação e Pesquisa** , v. 45, p. 1-21, 2019.

CARVALHO, V. B.de et al. Ciência na TV: percepções de adolescentes de três cidades brasileiras. **História, Ciências, Saúde-Manguinhos**, v. 27, n. 4, p.1187-1206,2020.

CASSIANI, S. Pode o ensino de Ciências e Biologia contribuir para a justiça social? Entre colonialidades e pedagogias decoloniais? In: FERRERIA, M.S.; CHAVES, S.N., AMORIM, A.C.R., GASTAL, M.L.A., BASTOS, S.N.D. **Vidas que ensinam o ensino da vida**. Editora Livraria da Física, 2020.

CHAMBERS, D. W.Stereotypic images of scientists: The draw-a-scientist test. **Science Education**, 56, 255–265, 1983.

CHANSIGAUD, V. Scientific Illustrators. In: Lightman, B. **A Companion to the History of Science**, Oxford: Welley Blackwell, 2016.

CHAPMAN, A.; FELDMAN, A. Cultivation of science identity through authentic science in an urban high school classroom. **Cultural Studies of Science Education**, - V. 12, n.2, pp 469–491,2017.

CHARLESTON, L.J.; ADSERIAS, R.P.; LANG, N.M.; JACKSONS, J.F.L. Intersectionality and STEM: The Role of Race and Gender in the Academic Pursuits of African American Women in STEM. **Journal of Progressive Policy & Practice** – v. 2 – n. 3, 2014.

CHIARELLO, M. Sobre o nascimento da ciência moderna: estudo iconográfico das lições de anatomia de Mondino a Vesalius . **Scientiae Studia**, v.*9*, n.2, p.291-371, 2011.

CONCEIÇÃO, A.C.L.; ARAS, L.M.B. Por uma ciência e epistemologias feministas: avanços, dilemas e desafios. **Muitas Vozes**, v.2, n.1, p. 115-128, 2013.

COUTINHO, F. A. SOARES, A. G. BRAGA, S. A. de M. CHAVES, A. C. L. COSTA, F. de J. Análise do valor didático de imagens presentes em livros de Biologia para o Ensino Médio**. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.10, n.3, não paginado, 2010.

DARRIGOL, O. **A History of Optics: from Greek antiquity to the Nineteenth Century**. Oxford University Press, 2012.

DASTON, L.; GALISON, P. **Objectivity.** Brooklyn. NY: Zone Books, 2007.

DASTON, L.; LUNBECK, E. **Histories of scientific observation**. University of Chicago Press. 2011.

DAWSON, E. “Not Designed for Us”: How Science Museums and Science Centers Socially Exclude Low-Income, Minority Ethnic Groups. **Science Education**, v. 98, p.981-1008, 2014.

DAWSON,E. ARCHER,L., SEAKINS,A.,GODEC,S., DEWITT,J., KING,H., M. ADA, ,EFFROSYNI, N. Selfies at the science museum: exploring girls’ identity performances in a science learning space, **Gender and Education**, v.32, n.5, p.664-681, 2020.

DE LA FUENTE FREYRE, J. A. **La biología en la Antigüedad y en la Edad Media.** Salamanca: Universidad de Salamanca, 2002.

DIKOVITSKAYA, M. **Visual Culture: the study of the Visual after the Cultural turn**. Massachusetts, MIT Press, 2005;

EDGERTON, S. Y.: Brunelleschi’s mirror, Alberti’s window, and Galileo’s ‘perspective tube’. **História, Ciências, Saúde** – Manguinhos,v. 13, (supplement), p. 151-79, 2006.

ERICKSON, F. Qualitative methods in research on Teaching. In: WITTROCKK, M. **Handbook of Research on Teaching**, New York, McMillan,1986.

ERICKSON, F. Qualitative Research Methods for Science Education. In: FRASER, BJ; TOBIN, KG; MCROBBIE, CJ (orgs.) **Second International Handbook Of Science Education.** Springer, p.1451-1469, 2012.

FARIA, C., FREIRE, S., GALVÃO, C., REIS, P., FIGUEIREDO, O. "Como trabalham os cientistas?": potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. **Ciência & Educação (Bauru)***,* v. 20, n. 1, p. 1-22, 2014.

FEDERICI, S. **O calibã e a bruxa: mulheres, corpo e acumulação primitiva**. São Paulo, Elefante, 2017.

FEDERICI, S. **Mulheres e caças às bruxas** . São Paulo, Boitempo,2019.

FERNANDES, L., BARBOSA, R.A construção social dos corpos periféricos**. Saúde e Sociedade**, v. 25, n. 1, pp. 70-82, 2016.

FERREIRÓS, J.¿Un doble vínculo? Reflexiones sobre historia, ciencia y cultura. **Arbor**, *186*(743), 425–433, 2010.

FIGUEREDO, P.S., SEPULVEDA, C.A.S. Religião e Ciência: o que as interações discursivas nos mostram sobre os desafios de um ensino de biologia dialógico. **Investigações em Ensino de Ciências** ,v.23 , n.2, p.228-255, 2018.
.
FINDLEN, P. Sites of Anatomy, Botany and Natural History. In: PARK, K., DASTON, L. **Cambridge History of Science: Early Modern**. Cambridge, University Press, 2006.

FLICK, U. **Introdução à Pesquisa Qualitativa**. Ed. Bookman e Artmed. 2009.

FORD, M. J. Educational implications of choosing “practice” to describe science in the next generation science standards. **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1041-1048, 2015.

FOUREAUX, G., SÁ, M.A., SCHETINO, L.P.L., GUERRA, L.B., SILVA, J.H. O ensino-aprendizagem da anatomia humana: avaliação do desempenho dos alunos após a

utilização de mapas conceituais como uma estratégia pedagógica. **Ciência &. Educação***,* Bauru, v. 24, n. 1, p. 95-110, 2018.

FREELY, J**. Light from the East How the Science of Medieval Islam Helped to Shape the Western World**. Great Britain: I. B. TAURIS, 2011.

GANDOLFI, H.E. Different people in different places: Secondary school students'knowledge about History of Science. **Science & Education**, v.27, pp.259-297, 2018.

GANDOLFI, H.E., FIGUEIROA, S.F.M. La enseñanza de química desde las geociencias: la minería colonial y sugerencias para el trabajo interdisciplinario **REXE. Revista de Estudios y Experiencias en Educación, v.**15, n. 28, p.181-196, 2016.

GAVROGLU, K. Uma categoria historiográfica extraordinariamente útil: A prática científica, In: **O Passado das Ciências como História**, Ed. Kostas Gavroglu, p. 207-231, 2007

GEE, J. P. Identity as an analytic lens for research in education. **Review of Research in Education***, v.25,p.* 99–125, 2000.

GEERTZ, C. **As interpretações das culturas**. Rio de Janeiro: Guanabara, 2008

GOELLNER, S.V. A produção cultural do corpo. In: LOURO, G.L.; FELIPE, J.; GOELNNER, S.V. **Corpo, Gênero e Sexualidade – um debate contemporâneo na educação**. Editora Vozes, 2013.

GUERRA, A.; BRAGA, M., REIS, J. C. History and Philosophy of Science through Three Axes: A Case in Modern Physics**. Proceedings of 12th Biennal Conference International History, Philosophy, Science Teaching group**, Pittsburgh, EUA, 2013.

GUERRINI, The human experimental subject. In: LIGHTMAN, B. **A companion to the History of Science**. Oxford, Wiley Blackwell, 2016,

GURGEL, I. PIETROCOLA, M., WATANABE, G. The role of cultural identity as a learning fator in physics: a discussion through the role of Science in Brazil. **Cultural Studies of Science Education** V.11, n. 2, p. 349-370, 2014.

HALL,S. **Quem precisa de identidade?** In: SILVA, T.T. **Identidade e diferença: A perspectiva dos Estudos Culturais**. 15ª Ed. Petrópolis, Editora Vozes, 2014;

HALL,S. A **Identidade Cultural na pós-modernidade**. 12ª ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2015.

HALL,S. **Cultura e Representação.** Editora Apicuri, 2016.

HARDING, S. **Objectivity & Diversity: another logic of scientific Research**. University of Chicago Press, 2015.

HARRIS, S.J. Networks of Travel, Correspondence, and Exchange**.** In: PARK, K., DASTON, L. **Cambridge History of Science: Early Modern**. Cambridge, University Press, 2008.

HERNANDEZ, F. **Catadores da cultura visual: proposta para uma nova narrativa educacional***. P*orto Alegre, Editora Mediação, 2007.

HOCKNEY, D. **O Conhecimento Secreto**, Cosac & Naif, 2002.

JAGER, I. T. **Discutindo gênero com mulheres privadas de liberdade: um olhar da História Cultural da Ciência para o desenvolvimento da botânica nos séculos XVIII e XIX**. Dissertação (Mestrado em Ciência, Tecnologia e Educação – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2018.

JARDIM, W.T. **Experimentos Históricos e o ensino de Física: agregando reflexões históricas e contemporâneas através da História Cultural da Ciência**. Tese de Doutorado, Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2019.

JARDIM, W. T. ; GUERRA, A . República Das Letras, Academias e Sociedades Científicas no Século XVIII: A Garrafa De Leiden e a ciência no ensino. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física** , v. 34, p. 774-797, 2017.

JARDIM, W. T., GUERRA, A. Práticas científicas e difusão do conhecimento sobre eletricidade no século XVIII e início do XIX: possibilidades para uma abordagem histórica da pilha de volta na educação básica. **Revista Brasileira de Ensino de Física** 2018, v. 40, n. 3, 2018.

JARDINE, B. Microscopes In: . In: Lightman, B. **A Companion to the History of Science**, Oxford: Welley Blackwell, 2016.

JONS, H. Modern Schools and University. In: Lightman, B. **A Companion to the History of Science**, Oxford: Welley Blackwell, 2016.

JONES, C.A., GALISON, P. **Picturing Science, Producing Art.** Routledge, 2013.

KLESTINEC, C.**Theaters of Anatomy: Students, teachers and traditions of dissection in Renaissance Venice**, New York, John Hopkins, 2011.

KNAUSS, P.O desafio de fazer História com imagens: arte e cultura visual .**Art Cultura***,* Uberlândia, v. 8, n. 12, p. 97-115, jan.-jun. 2006.

KUSUKAWA, S. Picturing the book of nature : image, text, and argument in sixteenth-century human anatomy and medical botany. **The University of Chicago Press**, 2012.

LANE, N. The unseen world: reflections on Leeuwenhoek (1677) 'Concerning little animals' **Phil. Trans. R. Soc. B**, v. 370, n. 1066, 2015.

LAYRARGUES, P.P. Muito além da natureza: educação ambiental e reprodução social. In: LOUREIRO, C.F.B.; LAYRARGUES, P.P. ; CASTRO, R.S. **Pensamento complexo, dialética e educação ambiental***.* São Paulo: Editora Cortez,2011.

LEE, S., KIM, H-B. Exploring Secondary Students' Epistemological Features Depending on the Evaluation Levels of the Group Model on Blood Circulation. **Science & Education**, v. 23, n. 5 p. 1075-1099, 2014.

LEE, Y.-J. Identity-based research in science education. In B. Fraser, K. Tobin, & C. McRobbie (Eds.), **Second international handbook of science education** (pp. 35–46). Dordrecht: Springer, 2012.

LEFF, E. **Saber ambiental: sustentabilidade racionalidade, complexidade,**

**poder**. Rio de Janeiro: Vozes,2002.
LIVINGSTONE, D. **Putting Science in its place: Geographies of Scientific Knowledge,** Chicago, The University Chicago Press, 2003;

LÓPEZ-MANJÓN, A.; POSTIGO, Y. Análisis de las imágenes del cuerpo humano en libros de texto españoles de primaria. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, v, 32, n.3, p 551-570, 2014.

LOUREIRO, C. F. B. **Educação, ambiente e sociedade. Problematizando conceitos em Educação Ambiental.** Serra: Companhia Siderúrgica de Tubarão,2004.

LOURO, G.L. **Gênero, Sexualidade e Educação: Uma perspectiva pós-estruturalista**. Petrópolis, Cortez, 2014.

LUDKE, M.; ANDRÉ, M. E. D. A. **Pesquisa em educação: abordagens qualitativas**. São Paulo: EPU, 2013.

LYONS, J. **A casa da sabedoria: como a valorização do conhecimento pelos árabes transformou a civilização ocidental**. Rio de Janeiro, Editora Zahar, 2011

MACEDO, E. Esse corpo de Ciências é o meu? In: MARANDINO, M., SELLES, S.E., FERREIRA, M.S., AMORIM, A.C. **Ensino de Biologia: Conhecimentos e valores em disputa**. Eduff, Niterói, 2005.

MANCOSU, P. Acoustics and Optics In: PARK, K., DASTON, L. **Cambridge History of Science: Early Modern**. Cambridge, University Press, 2008.

MANDRESSI, R. Dissecações e anatomias. In: CORBIN, A., COURTINE, J.J., VIGARELLO, G. **História do Corpo 1: Da Renascença às Luzes**. Petrópolis, Editora Vozes,2012.

MARANDINO, M.; SELLES, S. E.& FERREIRA, M. S. **Ensino de Biologia: histórias e práticas em diferentes espaços educativos**. São Paulo: Cortez, 2009.

MARCAIDA,J.R., PIMENTEL, J. Naturalezas vivas ou muertas? Ciencia, arte y colecionismo em el Barroco español. **Acta-Artis : Estudis D'art Modern**. n.2, 2014.

MARTINS, R. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. **Filosofia e História da Biologia**, v. 6, n. 1, p. 105-142, 2011.

MASSARANI, L. CASTELFRANCHI, Y., FAGUNDES, V., MOREIRA, I. (Coord)**O que os jovens brasileiros pensam da ciência e da tecnologia : pesquisa realizada pelo Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Comunicação Pública da Ciência e Tecnologia** (INCT-CPCT) Rio de Janeiro : Fiocruz/COC; I NCT-CPCT, 2021.

MASON, P. El catalejo de Ribera. Observaciones sobre La Vista de la primera serie de Los cinco sentidos. **Boletín del Museo del Prado**, XXX(48), 50-61,2012.

MATTHEWS, M.R. Science, Worldviews and Education: an introduction. **Science & Education**, n.18, 641-666 ,2009.

MCCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v.17, n.2-3, p.249-263,2008.

MELI, D.B., **Mechanism, Experiment, Disease : Marcelo Malpighi and**

**Seventeenth-Century Anatomy.** Baltimore, John Hopkins, 2011a;

MELI, D.B. The color of blood: between sensory experience and epistemic significance. In: DASTON, L.; LUNBECK, E. **Histories of scientific observation**. University of Chicago Press. 2011b.

MENESES, U. T. B. Fontes visuais, cultura visual, História visual. Balanço provisório, propostas cautelares. **Revista Brasileira de História**, São Paulo, v. 23, n. 45, p.11-36, 2003.

MIRZOEFF, Nicholas. **An Introduction to Visual Culture**. London and New York: Routledge, 1999.

MITCHELL, W.J.T. Showing seeing: a critique of visual culture. **Journal of Visual Culture**, v. 1, n. 2, p. 165-181, 2002.

MODY, C. C. M. Scientific Practice and Science Education. **Science Education**, v. 99, n. 6, p. 1026–1032, 2015.

MONTEIRO, R.H.. Cultura Visual: definições, escopo, debates. **Domínios da Imagem**, Londrina, Ano I, n. 2, p. 129-134,2008.

MONTEIRO, C. Pensando sobre História, Imagem e Cultural. **Patrimônio e memoria** - *São Paulo, Unesp*, v. 9, n. 2, p. 3-16, 2013.

MORAES, R. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v.9, n.2, p. 191-211, 2003.

MORAES, V.R.A., GUZZETTI,R.A., Percepções de alunos do terceiro ano do Ensino Médio sobre o corpo humano. **Ciência & Educação (Bauru)** v.22 no.1,p.253-270, 2016.

MORAN,B.T. Courts and Academies. In: PARK, K., DASTON, L. **Cambridge History of Science: Early Modern**. Cambridge, University Press, 2008.

MOREIRA, M.A. **Teorias de aprendizagem**. Porto Alegre: Editora Pedagógica e Universitária,1999.

MOURA, C; GUERRA, A . História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 16, p. 725-748, 2016.

MOURA, C. B., JAGER, I. T., GUERRA, A. Teaching about sciences in/for the global south: lessons from a case study in a Brazilian classroom. In: Hagop Yacoubian; Lena Hansson.(Org.). **Nature of Science and Social Justice** (pp. 137–155). Chamonix: Springer, 2020.

NEVES, R. F. ; CARNEIRO-LEAO, A. M. A. ; FERREIRA, H. S. . A imagem da célula em livros de biologia: uma abordagem a partir da teoria cognitivista da aprendizagem multimídia. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 21, p. 94-105, 2016.

NYHART, L. K. (2016). Historiography of the History of Science. In: Lightman, B. (ed) **A Companion to the History of Science** (7-22), Oxford: Welley Blackwell, 2016.

OGILVIE, B. Correspondence networks. In: Lightman, B**. A Companion to the History of Science**, Oxford: Welley Blackwell, 2016

PARK, K. **Secrets of Women: gender, generation and the origins of human dissection.** New York, New Books, 2010.

PEIRANO, M. **A favor da etnografia**. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 1995.

PHILLIPS,D. Academies and Societies. In: Lightman, B. **A Companion to the History of Science**, Oxford: Welley Blackwell, 2016

PIMENTEL, J. La revolución científica. **História de Europa**, Autores: Miguel Artola Gallego, Martín Almagro Gorbea, Julio A. Pardos Martínez, v. 2, p. 163-238, 2007.

PIMENTEL, J. O qué es la História Cultural de la Ciencia? **ARBOR Ciência, Pensamiento y Cultura** CLXXXVI, n. 743, p. 417-424, 2010.

PINHÃO, F., MARTINS, I. Cidadania e Ensino De Ciências: questões para o debate. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte**, v. 18, n. 3, pp. 9-29, 2016.

PORTER, R. **Cambridge - História da Medicina**. Rio de Janeiro, Revinter, 2008.

PORTER, R., VIGARELLO, G. Corpo, Saúde e Doenças. In: CORBIN, A., COURTINE, J.J., VIGARELLO, G. **História do Corpo 1: Da Renascença às Luzes**. Petrópolis, Editora Vozes,2012.

QUEIROZ, T. G. B.; SILVA, D. F.; MACEDO, K. G. & BENITE, A.M. C. Estudo de planejamento e design de um módulo instrucional sobre o sistema respiratório: o ensino de ciências para surdos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v.18, n.4, p.913-930,2012.

REBOLLO, Regina Andrés. A Escola Médica de Pádua: medicina e filosofia no período moderno. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro v. 17, n. 2, p. 307–331, 2010.

REBOLLO, R. A. **William Harvey e a Descoberta da Circulação do Sangue**. 1. ed. São Paulo: UNESP, 2013.

REGO, S. C. R. ; GOUVEA, G. . Imagens na disciplina escolar Física: possibilidades de leitura. **Investigações Em Ensino De Ciências** , v. 18, p. 127-142, 2013

REISS, M.J., TUNNICLIFFE, S.D. Students' Understandings of Human Organs and Organ Systems, **Research in Science Education** v.31: p.383–399, 2001.

RIBEIRO, G., SILVA, J. L. Discutindo o Processo de Criação Científica por meio de uma Abordagem Histórica da Anatomia Humana em um Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v.19, p.67–94, 2019.

RIBEIRO, G.; FERREIRA, R.; BONFIM, C.; SANTOS, C. Sexualidade nos livros didáticos: análises e proposições baseadas em aspectos imagéticos. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 12, n. 1, p.99-122, 2019.

RIFKIN, B.A., ACKERMAN, M.J., FOLKENBERG, J. **Human anatomy: a visual**

**hisstory from the Renaissance to the digital era**. New York. Abrams 2006.

RÍOS, R.E. Y SOLBES, J. La ciència de la pintura, la pintura de la ciència. **Mètode,** v.57, p.48-62,2008.

ROMERO REVERON, R. Marcello Malpighi (1628-1694), Founder of Microanatomy. **Int. J. Morphol.**, Temuco , v. 29, n. 2, p. 399-402,2011.

ROSSI, P. **O Nascimento da Ciência Moderna na Europa**. EDUSC, 2001.

RUDOLPH, J.L.; HORIBE, S. What do we mean by science education for civic engagement? **Journal of Research in Science Teaching** v. 53, n. 6, p. 805–820, 2016.

SANTANA, M.C.S; WALDHELM, M.C.V. Abordagem da Sexualidade Humana em Livro Didático de ciências – desvelando os bastidores de uma proposta. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v.2, pp.2-20, 2009.

SANTOS, S.P. Experiências de pessoas trans: um problema de saúde para o ensino de Biologia? In: In: FERRERIA, M.S.; CHAVES, S.N., AMORIM, A.C.R., GASTAL, M.L.A., BASTOS, S.N.D. **Vidas que ensinam o ensino da vida**. Editora Livraria da Física, 2020.

SANTOS, F. M. T. & GRECA, I.M. Metodologias de pesquisa no ensino de ciências na América Latina: como pesquisamos na década de 2000. **Ciência & Educação**, v.19, n.1, p. 15-33, 2013.

SANTOS, S. P. ; SILVA, E. P. de Q. Experiências de pessoas trans: corpo, gênero, sexualidade o ensino de biologia. In: TEIXEIRA, P. P.; OLIVEIRA, R. D. V. L.; QUEIROZ. G. R. P. C. **Conteúdos cordiais**: **Biologia sem mordaça para uma escola sem mordaça**. 1. ed. Editora Livraria. São Paulo, 2019.

SARDELICH, M. L. Leitura de imagens e cultura visual: desenredando conceitos para a prática educativa. **Educar em Revista**, v. 22, n. 27, p. 203-219, 2006.

SAUNDERS, J.B.D.C., O'MALLEY, C.D. **Ilustrações e comentários de trabalhos anatômicos. Esboço de uma biografia de Vesalius**. São Paulo, Ateliê Editorial, 2002

SAWDAY,J. **The body emblazoned: dissection and the human body in Renaissance** *Culture*. New York, Routledge, 1995

SCHAMA, S. **O desconforto da riqueza**: **a cultura holandesa na época de ouro**. São Paulo: Companhia das Letras, 1992.

SHANAHAN, M.C. Identity in science learning: exploring the attention given to agency and structure in studies of identity**, Studies in Science Education**, v.45, n.1, p. 43-64, 2009.

SHAPIN, S. The man of Science. In: PARK, K., DASTON, L. **Cambridge History of Science: Early Modern**. Cambridge, University Press, 2008.

SILVA, E.P.Q. Quando o corpo é uma (des)construção cultural. In: MARANDINO, M., SELLES, S.E., FERREIRA, M.S., AMORIM, A.C**. Ensino de Biologia: Conhecimentos e valores em disputa**. Eduff, Niterói, 2005.

SILVA, H.C., ZIMMERMANN, E., CARNEIRO, M.H.S., CASSIANO, W.S. Cautela ao usar imagens em aulas de Ciências. **Ciência & Educação (Bauru)**, v.12, n.2, pp.219-233, 2006.

SILVÉRIO, F. F.; MOTOKANE, M. T. O corpo humano e o negro em livros didáticos de Biologia. **Revista Contexto & Educação**, v. 34, n. 108, p. 26–41, 2019.

SIMPSON, D.Y.; BEATTY A. E.; BALLEN, C. J. Teaching between the lines: Representation in Science Textbooks. **Trends in Ecology & Evolution**, v.36, n.1, p.4-8, 2021.

SMITH, P. Art, Science, and Visual Culture in Early Modern Europe. **Isis**, Vol. 97, n. 1, p. 83-100, 2006.

SNYDER, L. J. **Eye of the Beholder**. New York: W. W. Norton & Company Ltda, 2015.

SOUZA, M.S. **Escavando o passado da cidade: histórica política da Cidade de Duque de Caxias**. APPH-CLIO, 2014.

STURKEN,M., CARTWRIGHT,L. **Practices of Looking** - An Introduction to Visual Culture.Oxford University Press, 2018.

TAYLOR, P.J., HOYLER, M., EVANS, D.M. A Geohistorical Study of 'The Rise of Modern Science': Mapping Scientific Practice Through Urban Networks, 1500–1900. **Minerva,** v.46, n.391, 2008.

TEIXEIRA, P. M. M.; MEGID NETO, J. A Produção Acadêmica em Ensino de Biologia no Brasil – 40 anos (1972–2011): Base Institucional e Tendências Temáticas e Metodológicas. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 17, n. 2, p. 521–549, 2017.

THIOLLENT, M. **Metodologia da pesquisa-ação**. 7. ed. São Paulo: Cortez, 2011.

TOSSATO, C. R. A função do olho humano na óptica do final do século XVI . **Scientiae Studia**, v. 3, n. 3, p. 415-441, 2005.

TOSSATO, C. R. Os fundamentos da óptica geométrica de Johannes Kepler. **Scientiae Studia**, v. 5, n.4 , pp. 471-499, 2007.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e pesquisa**, v. 31, n. 3, 2005.

TRIVELATO, S.L.F. Que corpo/ser humano habita nossas escolas? In: MARANDINO, M., SELLES, S.E., FERREIRA, M.S., AMORIM, A.C. **Ensino de Biologia: Conhecimentos e valores em disputa**. Eduff, Niterói, 2005.

TUCKER, J. The Historian, the Picture, and the Archive .**Isis,** Vol. 97, n. 1, p. 111-120, 2006.

VALENTIM, S.S., SOUZA, F.A., CARVALHO, J.M. Afro-brasileiros(as), Ensino Superior e as disparidades no acesso às áreas de ciência e tecnologia. In: COELHO, W.N.B., OLIVEIRA, J.M. **Estudos sobre relações étnico-raciais e educação no Brasil**, Editora Livraria da Física, 2016.

VARELAS, M.; MENIG, E.; WILSON, A.; KANE, J. Intermingling

of identities: a Black student in a middle-school Science class. Culture Studies of **Science Education**, v. 15, p. 695-722, 2020.

VÁZQUEZ MANASSERO, M., ALONSO, A.V. Ciencia Y Arte Se Encuentran: El Caso Del Telescopio De Galileo. **Enseñanza De Las Ciencias: Revista De investigación Y Experiencias didácticas,** Vol. 35, n.º 3, p. 195-1,2017.

VENEU, A., FERRAZ, G., REZENDE, F. Análise de discursos no Ensino de Ciências: considerações teóricas, implicações epistemológicas e metodológicas. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**.v. 17, n. 1 p.126-149, 2015.

VERRANGIA, D. Criações docentes e o papel do ensino de Ciências no combate ao racismo e a discriminações. **Educ. foco, Juiz de Fora**, v. 21 n. 1, p. 79-103,2016.

VESALIUS, A. De humani corporis fabrica. In: SAUNDERS, J.B.D.C., O'MALLEY, C.D. **Ilustrações e comentários de trabalhos anatômicos. Esboço de uma biografia de Vesalius**. São Paulo, Ateliê Editorial, 2002.

VIANNAY, C.V.C., SELLES, S.L.E., Produção Acadêmica Sobre O Ensino Do Corpo Humano Nas Disciplinas Escolares Ciências E Biologia. **Revista da SBEnBio** - Número 9, 2016.

VIDEIRA, A. A. P. Historiografia e história da ciência. Escritos. **Revista da Casa de Rui Barbosa**, v. 1, p. 111-58, 2007.

VILELA, M.L. Finalidade das "Ciências" no segundo segmento do ensino fundamental: um debate em diálogo com questões curriculares. In: AYRES, A., CASSAB,M., TAVARES, D.L. **Ao longo de toda a vida: conhecer, inventar, compreender o mundo.** Editora Prismas, 2016.

VILELA, M.L., SELLES, S.L.E., Corpo Humano E Saúde Nos Currículos Escolares: Quando As Abordagens Socioculturais Interpelam A Hegemonia Biomédica E Higienista. Bio-grafía. **Escritos sobre la Biología y su enseñanza** V. 8, n.15. p. 113–121,2015.

WADE-JAIMES, K., SCWARTZ, R. "I don't think it's science:" African American girls and the figured world of school science. **Journal of Research in Science Teaching,** v.56, p. 679-706, 2018.

WALLS, L. Third Grade African American Students' Views of the Nature of Science. **Journal Of Research In Science Teaching** Vol. 49, n. 1, pp. 1–37 ,2012.

WIILLIANS, H.A. **Anatomias: uma história cultural do corpo humano**. Rio de Janeiro, Editora Record, 2016.

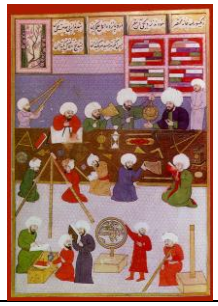
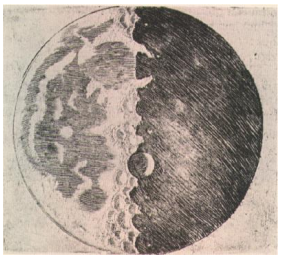
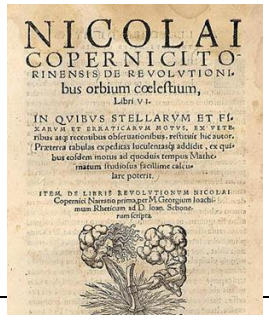
WISE, N. Making Visible. **Isis**, V.97, n.1, pp. 75-82, 2006.

WOOD, S.; HENNING, J.A.; CHEN, L.; McKIBBEN, T.; SMITH, M. L.; WEBER, M.; ZEMENICK, A.; BALLEN, C., J. A scientist like me; demographic analysis of biology textbooks reveals both progress and long-term lags. **Proceedings of The Royal Society B**, v.287, n.1929, p.1-8, 2020.

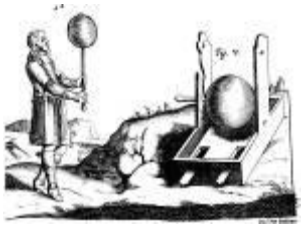
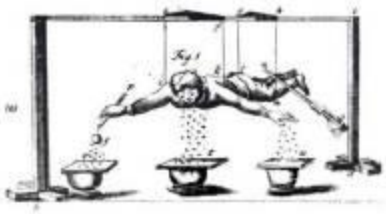
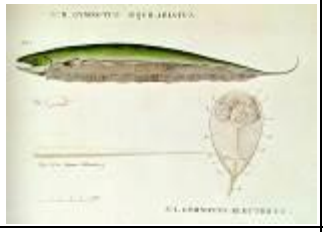
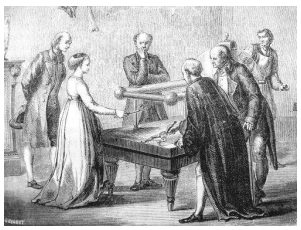
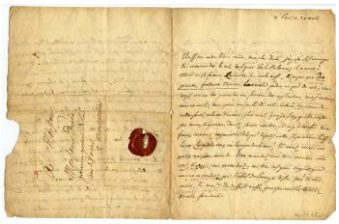
WORDWARD, K. Identidade e diferença: uma introdução teórica e conceitual. In: SILVA, T.T. **Identidade e diferença: A perspectiva dos Estudos Culturais**. 15ª Ed. Petrópolis, Editora Vozes, 2014;

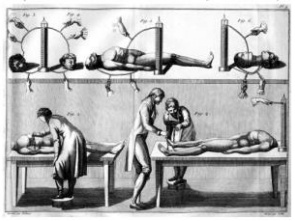
# Apêndices

## Apêndice 1 - Imagens utilizadas na Atividade Final da Unidade Outras Formas de Ver o Mundo

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1  | 2  | 3  | 4  |
| 5  | 6  | 7  | 8  |
| 9  | 10   | 11  | 12  |
| 13  | 14  | 15  | 16  |
| 17  | 18  | 19   | 20  |

**Apêndice 2 - Imagens utilizadas na Atividade Final da Unidade Corpos Elétricos**

| | | | |
|---|---|---|---|
| 1<br> | 2<br> | 3<br> | 4<br> |
| 5<br> | 6<br> | 7<br> | 8<br> |
| 9<br> | 10<br> | 11<br> | 12<br> |
| 13<br> | 14<br> | 15<br> | 16<br> |
| 17<br> | 18<br> | 19<br> | 20<br> |

| | | | |
|---|---|---|---|
| **21**  | **22**  | **23**  | **24**  |

**Apêndice 3** – **Artigos Analisados na Revisão Bibliográfica (Capítulo 1)**

ALMEIDA, M.N., PEREIRA, T.M., ALMEIDA, A.C.M., FREITAS, C.C.C., FARIA, A.C.O. O Rio Pomba sob o olhar dos alunos do ensino fundamental, segundo segmento, em duas escolas municipais de Santo Antônio de Pádua/RJ. **Ensino, Saúde e Ambiente***,* v.10,n.2,p.16-38, 2017.

AMARAL, P., GUERRA, A. Pangênese e a Hereditariedade: Uma Abordagem Histórico-Filosófica no Ensino Fundamental. **Alexandria (UFSC),** v.10, n.1 p.143-167, 2017.

*AMARAL,A.Q., SILVA,M.A., MIGUEL,K.S., LIMA,D.M., CUTCHMA ,T. R.* Educação ambiental no contexto da educação básica **R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa***,* v. 11, n. 3, p. 65-79, 2018.

ANTUNES, A.M., CRUZ, V.R.M., FARIA, J.C.N.M. Uso de recursos audiovisuais em sala de aula para sensibilização da comunidade escolar contra as drogas psicotrópicas. **Ensino, Saúde e Ambiente***,* v.4, n.3,p.93-105, 2011.

ARAÚJO, D.P.F., SANTOS, M.P.B. Aquecimento global: uma proposta de metodologia de ensino de ciências aplicada em um colégio do município de Niterói, estado do Rio de Janeiro. **Ensino, Saúde e Ambiente***,* v. 3,n.2,p.38-49, 2010.

BARBOSA, L. U.; LOPES, C. S. C. L.; SOUSA, B. S. A. DE; FOLMER, V. O silêncio da família e da escola frente ao desafio da sexualidade na adolescência. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 12, n. 2, 2019.

BERGMANN, M., PEDROZO, C. S. Explorando a bacia hidrográfica na escola: contribuições à Educação Ambiental. **Ciência & Educação (Bauru),** v.*14*,n.3, p.537-553, 2008.

BERGQVIST, L.P., PRESTES, S. B. S. Kit paleontológico: um material didático com abordagem investigativa. **Ciência & Educação (Bauru)**, v.*20*,n.2, p.345-357, 2014.

BERNARDES, L.S., SOARES, L.P., SANTOS, N.M.L.S., COSTA, F.J., & TORQUETTI, C.G. Uso de metodologias alternativas no ensino de ciências: um estudo realizado com o conteúdo de serpentes. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 9,n.1,p.63-76, 2016.

BESERRA, J.G., BRITO, C.H. Modelagem didática tridimensional de artrópodes, como método para ensino de ciências e biologia. **Revista brasileira de ensino de ciência e tecnologia**, v.5,n.3, p.70-88, 2012.

BORTOLUZZI, L.Z., & COUTINHO, R.X. Conhecimento de estudantes sobre o uso de agrotóxicos para o produtor, consumidor e meio ambiente. **Ensino, Saúde e Ambiente***, v.*10,n.1,p.163-174, 2017.

BOSSLER, A. P.; BAPTISTA, M.; FREIRE, A. M. V. & NASCIMENTO, S. S. O estudo das vozes de alunos quando estão envolvidos em atividades de investigação em aulas de Física. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v.*11,n.2*, p.354-372, 2012

BRITO, A.A., MASSONI,N.T. Astronomia, ludicidade, enculturação científica: um projeto de extensão voltado a crianças e jovens com indicadores de altas habilidades . **Alexandria (UFSC),** v.12, n.1 p.111-32, 2019.

BRUM, L.M., AZAMBUJA, C.R., CARPILOVSKY, C.K., & SCHETINGER, M.R.C. Concepções sobre bem-estar físico de escolares dos anos finais do ensino fundamental **Ensino, Saúde e Ambiente***, v.*5,n.3,p.55-68, 2012.

CARLOS, H. C.; MARIANI BRAZ, R. M.; GOMES, S. A. O. Atividade lúdica sobre parasitose intestinal para surdos e deficientes auditivos. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 12, n. 1, 2019.

CARVALHO JÚNIOR, E. R.; TOMACHUK, C. R. Mudanças comportamentais observadas em alunos do ensino fundamental em relação ao descarte de resíduos com aprendizagem ativa. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 11, n. 1, 2018.

CASANOVA, M. P. & ALVES, J. M. Metas de realização e autoconceitos de estudantes de ciências em contexto de ensino com pesquisa. **Ciência & Educação (Bauru),** v.*19*,n.4, p.823-839,2013.

CEZAR, F.B., SILVA, A.A., FERRAZ, D.F., & JUSTINA, L. A.D. Ensino por investigação em aulas de ciências: reconstrução de ideias dos alunos sobre fluxo de energia. **Ensino, Saúde e Ambiente***, v.*9,n.3,p.21-43, 2016.

COSTA, A. P. M.; REATEGUI, E. B.; EPSTEIN, D.; MEYER, D. D.; LIMA, E. G. & SILVA, K. H. Emprego de um software baseado em mineração de texto e apresentação gráfica multirrepresentacional como apoio à aprendizagem de conceitos científicos a partir de textos no Ensino Fundamental. **Ciência & Educação (Bauru),** *v.23*,n.1, p.91-109,2017.

COSTA, S. Ensino de bacteriologia sob uma abordagem ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA) na educação básica. **Ensino, Saúde e Ambiente***, v.*9,n,3,p.310-334, 2016.

COTRIM-GUIMARÃES, I. M. A.; OLIVEIRA, A. C.; FERREIRA, L. C. Perfil de estudantes do distrito de brejo do Amparo- Januária (MG) quanto ao consumo e conhecimento sobre qualidade da água: uma análise com vistas à promoção da saúde na escola. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 11, n. 1, 2018.

DA SILVA, M. S.; COSTA, S. Ensino de zoologia nas aulas de ciências a partir da aprendizagem significativa crítica. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 11, n. 1, 2018.

FEJES, M.; MORITA, E. M.; SANTOS-GOUW, A. M.; MARTINELLI, I. & YOSHITAKE, A. M. Contribuições de um encontro juvenil para a enculturação científica. *Ciência & Educação (Bauru)*, *18*(4), 769-786, 2012.

FELICETTI, S.A., SANTOS, S.A. O desenvolvimento de pesquisa escolar em astronomia utilizando o computador e a internet: uma experiência na educação básica buscando a aprendizagem significativa. **R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa**, v. 11, n. 3, p. 408-427,2018.

FERREIRA, C. & MEIRELLES, R. M. S. Avaliação da metodologia participativa na elaboração de um jogo: uma forma de trabalhar com a transversalidade construindo conhecimento e contribuindo para a promoção da saúde. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v.*15*, n.2, p.275-292, 2015.

FILHO, F.B., ANDRADE,M. A.B.S. Noções de Estudantes a respeito dos Aspectos da Natureza da Ciência e de uma Investigação Científica. **Alexandria (UFSC),** v.12, n.1 p.303-330, 2019.

FRAGA PINHEIRO, R.; ROCHA, M. Contribuição de uma sequência didática no ensino de ciências para combate ao Aedes aegypti. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 11, n. 3, 2019.

GALIETA, T., ALÍPIO, A.C.N. Os diferentes processos avaliativos no ensino de ciências: quais são as interpretações dos alunos? **R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa,** v. 11, n. 1, p. 50-72,2018.

***GALLE,L.A.V., RAMOS,M.G.*** Estudo das demandas presentes nas perguntas formuladas pelos estudantes do ensino fundamental sobre o tema "alimentos" **R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa**, v. 11, n. 2, p. 520-536, 2018.

*GOES SILVA,A.R.G., PAIXÃO,J.F.* Estuário ou maré? Diálogos entre saberes empíricos e científicos nas aulas de ciências na comunidade de Jiribatuba, Vera Cruz-Ba. **R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa**, v. 11, n. 2, p. 169-188, 2018
.
GRIMES, C., RONCHI, D.L., HIRANO, Z.M.B. Prática pedagógica diferenciada nos processos de ensinar e de aprender em parasitologia. **Ensino, Saúde e Ambiente,** v.6,n.1,p.89-100,2013.

GROTO, S. R., MARTINS, A. F. P. Monteiro Lobato em aulas de ciências: aproximando ciência e literatura na educação científica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v.*21,n.1*, p. 219-238, 2015.

*JESUS, T.S., PAGAN,A.A. ROCHA,F.T.* Desempenho escolar em ciências: adequação de um sistema de avaliação para estudantes com transtornos da aprendizagem. **R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa**, v. 12, n. 2, p. 1-18, 2019.

LAGO, L., ORTEGA, J. L., MATTOS, C. A lua na mão: mediação e conceitos complexos no ensino de Astronomia. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v. 20,2018.
***LAGO, L.G., ORTEGA, J.L.N.A., MATTOS, C.R.*** A investigação científica-cultural como forma de superar o encapsulamento escolar: uma intervenção com base na teoria da atividade para o caso do ensino das fases da lua **Investigações em Ensino de Ciências ,**v.24 , n.1, p.239-260, 2019.

*LIZ,A.M.J.,MACHADO,C.J., SILVEIRA,R.M.C.G.*Ilha interdisciplinar de racionalidade em torno da gravura “Mad dog” de Thomas Lord Busby: um estudo sobre a raiva. **R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa**, v. 12, n. 1, p. 409-425, 2019.

LOPES, G. S. F.; OLIVEIRA, J. DA S.; BERTON, A.; CARVALHO, E. T. DE. Refrigerante: uma temática de incentivo no processo de ensino aprendizagem na disciplina de Ciências. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 12, n. 2, 2019.

LUNA, T. A Pesquisa como ferramenta pedagógica para o ensino em saúde na educação básica: relato de experiencia com estudantes do 8º ano. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 12, n. 1, 2019.

LUZ, M., & OLIVEIRA, M. Identificando os nutrientes energéticos: uma abordagem baseada em ensino investigativo para alunos do Ensino Fundamental. **Revista**

**Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, *v.8,n.2*,2011.

MORAES , V.R.A., TAZIRI,J. A motivação e o engajamento de alunos em uma atividade na abordagem do ensino de ciências por investigação**. Investigações em Ensino de Ciências** – V.24 ,n.2, p. 72-89, 2019.

MOREIRA, C.S., PEDRANCINI, V.D. Concepções iniciais dos alunos do oitavo ano do ensino fundamental sobre a fosfoetanolamina. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia***, v.*10, n.1, p.31-42,2017.

MOROZESK, M., COELHO, G. Lixo Eletrônico "Uso e Descarte": uma proposta de intervenção em uma Escola Pública de Vitória-ES. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências,** v.*16*,n.2, p.317-338, 2016.

MOTA, A.E.M., MEDEIROS,M.D.F., MOTOKANE, M.T. Práticas e movimentos epistêmicos na análise de resultados de uma atividade prática experimental investigativa. **Alexandria (UFSC),** v.11, n.2 p.337-359, 2018.

*MULINE, L.S., GOMES, A.G., AMADO, M.V., CAMPOS, C.R.P.* Jogo da "trilha ecológica capixaba": uma proposta pedagógica para o ensino de ciências e a educação ambiental através da ludicidade. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia***, v.*6,n.2, p.183-195,2013.

MUNDIM, J, V.; & SANTOS, W, L, P. Ensino de ciências no ensino fundamental por meio de temas socio científicos: análise de uma prática pedagógica com vista à superação do ensino disciplinar. **Ciência & Educação (Bauru)**, v.*18*,n.4, p.787-802,2012.

NASCIMENTO, C. P., ANJOS, M.B., VASCONCELOS, S.M.R. Pesquisa-ação e triangulação metodológica na investigação de percepções de um grupo de alunos da educação básica sobre o ambiente. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**v. 20, 2018.

NUNES, R. DA S.; FERREIRA, M. V. R.; GALIETA, T. Jogo "Repensando a cidade": integração de temas socioambientais sob a perspectiva do enfoque CTS. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 11, n. 1, 2018.

OLIVEIRA, T. R. M.Encontros possíveis: experiências com jogos teatrais no ensino de ciências. **Ciência & Educação (Bauru),** v.*18*, n.3, p.559-573,2012.

PALÁCIOS, C., DAL´FARRA, R., & GELLER, M.. Concepções sistêmicas na educação ambiental: uma experiência com alunos do ensino fundamental. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, v.*11*,n.1, p.211-229,201.

PERTICARRARI, A.; TRIGO, F. R.; BARBIERI, M. R. & COVAS, D. T. O uso de textos de divulgação científica para o ensino de conceitos sobre ecologia a estudantes da educação básica. **Ciência & Educação (Bauru)**, *v.16,n.2*, p.369-386,2010.

POERSCH, K.M., KLIEMANN, B.C.K., & LIMA, B.C.T. Reflexões sobre o trabalho com sexualidade no ensino fundamental: desafios e possibilidades. **Ensino, Saúde e Ambiente***, v.*8, n.2,p.37-49, 2015.

QUEIROZ, T. G. B.; SILVA, D. F.; MACEDO, K. G. & BENITE, A.M. C. Estudo de planejamento e design de um módulo instrucional sobre o sistema respiratório: o ensino de ciências para surdos. **Ciência & Educação (Bauru)**, v.*18*, n.4,p. 913-

930,2012.

ROCHA, K.S.V., LEITE, S.Q.M. Uma prática de educação ambiental para discutir sustentabilidade no manguezal de Nova Almeida do estado do Espírito Santo. **Ensino, Saúde e Ambiente***, v.*10,n.1,p.218-237,2017.

*ROSA, C.T.W., CAVALCANTI, J., PEREZ, C.A.S.* **Unidade de ensino potencialmente significativa para a abordagem do sistema respiratório humano: estudo de caso**. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia***, v.*9, n.3,p. 203-225, 2016.

RUI, H. M. G., LEONOR, P. B., LEITE, S. Q. M., AMADO, M. V. Uma prova de amor: o uso do cinema como proposta pedagógica para contextualizar o ensino de genética no ensino fundamental. **Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia**,v.6, n.2, p.268-280,2013.

SANTANA, A.R.A. Learning about invertebrates, outdoors: effects of teaching program outside the school premises in Brazil.**R. bras. Ens. Ci. Tecnol., Ponta Grossa**, v. 11, n. 1, p. 360-372, 2018.

SANTOS, G. S. DOS; DE OLIVEIRA, M. DE F. A. Jogo como recurso didático para o ensino de nutrição: Na trilha dos nutrientes. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 11, n. 3, 2019.

SCHEUNEMANN, C. M. B.; LOPES, P. T. C. Alimentação humana no ensino de ciências em uma perspectiva multidimensional: concepções de alunos do ensino fundamental. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 12, n. 3, 2019.

SCHROEDER, E., FERRARI, N., MAESTRELLI, S. Construção dos conceitos científicos em aulas de ciências: a teoria histórico-cultural do desenvolvimento como referencial para análise de um processo de ensino sobre sexualidade humana. **Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia***, v.3*,n.1, p.21-49,2010.

SCHULZ, M.; DECCACHE-MAIA, E. O uso didático de texto de Divulgação Científica nas escolas: discutindo o consumo de antibióticos. **Ensino, Saúde e Ambiente**, v. 12, n. 2, 2019.

SILVA, D. DOS S., ABÍLIO, F. J. P. (2014). Percepção discente, escola e cidadania: diálogos entre meio ambiente e educação ambiental em uma escola pública da capital paraibana. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, *v.14,n.2*, p.215-223, 2014.

SILVA, D. R., DEL PINO, J. Aulas de ciências na oitava série do ensino fundamental: uma proposta de projeto curricular como processo em construção. **Ciência & Educação (Bauru)**, v.*16*,n.2, p.447-464,2010.

SILVA, N. S., AGUIAR JUNIOR, O. G. A estrutura composicional dos textos de estudantes sobre ciclos de materiais: evidências de uso e apropriação da linguagem científica. **Ciência & Educação (Bauru),** *20*(4), 801-816, 2014.

SILVA, N., AGUIAR, O. O uso dos conceitos de elemento e substância por estudantes do ensino fundamental: uma perspectiva de análise sociocultural. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Educação Em Ciências**, *v.8,n.3*, 2011.

SILVEIRA, F.P.R.A. Ensinando e investigando o uso de mapas conceituais como

recurso didático facilitador da aprendizagem significativa em ciências naturais no ensino fundamental. **Investigações em Ensino de Ciências** ,v.19,n.3, p.625-642, 2014.

SILVEIRA, J.C., CASSIANI, S.,LINSINGEN, I.V. Escrita e autoria em texto de iniciação científica no ensino fundamental: uma outra relação com o saber é possível?. **Ciência & Educação (Bauru),** v. 24, n. 1, p. 9-25.2018.

SOARES, A.A., THIENGO, S.C., LOCKS, M. GUIMARÃES, A.E., & BELTRÃO, M. Educação não-formal para a prevenção da esquistossomose: a experiência do museu arqueológico de central, Bahia, Brasil. **Ensino, Saúde e Ambiente,** v.1,n.1,p.40-48., 2008.

TAXINI, C. L.; PUGA, C. C. I.; SILVA, C. S. F., OLIVEIRA, R. R. Proposta de uma sequência didática para o ensino do tema “Estações do ano” no Ensino Fundamental. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências (Belo Horizonte)**, v.*14*,n.1,p.81-97,2012.

VAIRO, A.C., FILHO, L.A.R. Concepções de alunos do ensino fundamental sobre ecossistemas de manguezal: o caso de um colégio público do Rio de Janeiro **REMPEC - Ensino, Saúde e Ambiente***, v,*3,n.2,p.15-25,2010.

*VASCONCELOS, C., AMADOR, M.F., SOARES, R.B., PINTO, T.F* Questionar, investigar e resolver problemas: reconstruindo cenários geológicos. **Investigações em Ensino de Ciências** ,v,17,n.3, p.709-720., 2012.

*ZÔMPERO, A.F., & LABURÚ, C.E.* Implementação de atividades investigativas na disciplina de ciências em escola pública: uma experiência didática. **Investigações em Ensino de Ciências** ,v.17,n.3, p.675-684, 2012.

ZÔMPERO, A.F.; FIGUEIREDO, H. R. S., & GARBIM, T. H. Atividades de investigação e a transferência de significados sobre o tema educação alimentar no ensino fundamental. **Ciência & Educação (Bauru),** *v.23*,n.3,p. 659-676,2017.