CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

A HISTÓRIA DA CIRCULAÇÃO SANGUÍNEA: ENSINO DE NATUREZA DA CIÊNCIA PARA A JUSTIÇA SOCIAL POR MEIO DE UM EPISÓDIO HISTÓRICO NO ENSINO MÉDIO

Phillipe Porto Corrêa Alcântara

Dissertação 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 necessários à obtenção do título de mestre em Ciência, Tecnologia e Educação.

Orientador: Cristiano Barbosa de Moura
Coorientador: Hagop A. Yacoubian

Rio de Janeiro
Junho de 2023

A HISTÓRIA DA CIRCULAÇÃO SANGUÍNEA: ENSINO DE NATUREZA DA CIÊNCIA PARA A JUSTIÇA SOCIAL POR MEIO DE UM EPISÓDIO HISTÓRICO NO ENSINO MÉDIO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação, em 12 de junho de 2023, do Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

Phillipe Porto Corrêa Alcântara

Banca Examinadora:

_____

Presidente, Professor Dr. Cristiano Barbosa de Moura (CEFET/RJ) (orientador)

_____

Professor Dr. Hagop A. Yacoubian (AUA) (coorientador)

_____

Professora Dra Andreia Guerra de Moraes (CEFET/RJ)

_____

Professora Dra Ana Cléa Braga Moreira Ayres (UERJ)

SUPLENTE

_____

Professora Dra Priscila do Amaral (SEEDUC/RJ)

Rio de Janeiro
Junho de 2023

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

A347 Alcântara, Phillipe Porto Corrêa
A história da circulação sanguínea: ensino de natureza da ciência para a justiça social por meio de um episódio histórico no ensino médio / Phillipe Porto Corrêa Alcântara. — 2023.
104f. + apêndice : il. color. , enc.

Dissertação (Mestrado) Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2023.
Bibliografia : f. 100-104
Orientador: Cristiano Barbosa de Moura
Coorientador: Hagop A. Yacoubian

1. Ciência - História. 2. Sangue – Circulação – História. 3. Biologia - História. 4. Ensino médio. I. Moura, Cristiano Barbosa de. (Orient.). II. Yacoubian, Hagop A. (Coorient.). III. Título.

CDD 509

Elaborada pela bibliotecária Tania Mello – CRB/7 nº 5507/04

AGRADECIMENTOS

Meus agradecimentos aqui serão tecidos de forma breve, pois não tenho a pretensão de que, nesse curto espaço, seja capaz de transmitir a importância e o impacto que cada um dos mencionados teve no meu crescimento nesse período.

De início, gostaria de agradecer à minha mãe Eloisa, minha avó Maria Terezinha e minha esposa Tatiana, pelo apoio incondicional, ainda mais evidenciado nos momentos de insegurança. A vontade de me ver bem e o carinho de vocês me fortalecem e me impulsionam, para além do que eu, apenas com minhas próprias forças, seria capaz de ir/trilhar.

Esse mesmo agradecimento também se estende a diversos familiares e amigos. Citarei apenas alguns, mas estão todos no meu coração. Michele, Mateus, Bruno e Gabriel, obrigado pela parceria de sempre.

Também gostaria de agradecer a todos os professores, aos meus colegas de turma e à equipe técnico-administrativa do CEFET, onde fiz bons amigos, por isso recebam, então, um agradecimento dobrado. Obrigado por terem compartilhado comigo as suas visões e as suas reflexões e por toda a cooperação que tivemos nesse período.

Agradeço enormemente aos meus orientadores Cristiano e Hagop, pelo suporte dado em todos os momentos da pesquisa, na forma de inúmeros apontamentos e críticas, sempre muito construtivas, cuidadosas e certeiras, além da sensibilidade e compreensão que me foram dedicados, ao longo de todo o processo.

Também quero dedicar um agradecimento especial a todos os membros do NIEHCC, pelas conversas e pelas trocas, pelo acolhimento, pelas inúmeras contribuições feitas, pela dedicação e pela inspiração.

Também gostaria de agradecer aos membros da banca por terem se disponibilizado e aceitado o convite, pela leitura e pelas considerações, que muito contribuíram para o enriquecimento desse trabalho.

Por fim, à CAPES, agradeço o fomento à minha pesquisa, sem o qual certamente não teria tido condições de me dedicar na mesma medida.

Duvidar de tudo ou acreditar em tudo são duas soluções igualmente acomodatícias, qualquer uma das quais nos salva da reflexão.

Henri Poincaré, *La Science et l'Hypothèse.*

Sempre há passado suficiente para todos os diferentes futuros à vista, e mais além, para encontrar suas razões nele, e qualquer futuro que vier deslizará para fora desse passado tão facilmente quanto o trem desliza pelo trilho.

William James, *O Significado da Verdade.*

RESUMO

A história da circulação sanguínea: ensino de natureza da ciência para a justiça social por meio de um episódio histórico no ensino médio

Natureza da Ciência (NdC) é um conceito amplamente aceito na pesquisa em Educação Científica, cuja importância no ensino básico tem sido associada ao desenvolvimento de aspectos de literacia científica nos estudantes. Um dos caminhos que tem se consolidado na literatura científica para isso é a abordagem de aspectos de NdC por meio da História da Ciência, que serve como uma fonte de episódios que podem ser utilizados para fomentar a construção de visões mais complexas e críticas de ciência. No entanto, debates recentes chamaram a atenção para a importância de articular NdC com os objetivos da Justiça Social no Ensino. O conceito de NdC para a Justiça Social ainda está em debate, especialmente no que diz respeito às intersecções entre NdC e a História da Ciência. Embora existam pesquisas que abordam episódios da História da Ciência para o ensino de NdC, ainda são poucos os exemplos que exploram o ensino de ciências por meio da NdC voltado para a Justiça Social. Por tudo que foi apresentado, a proposta deste trabalho foi investigar os potenciais e limitações de uma abordagem com o episódio histórico da circulação sanguínea, nos séculos XVI e XVII, para promover em sala de aula reflexões sobre ciência que articulem a discussão de NdC e aspectos de justiça social. Nessa pesquisa, foi adotado um modelo metodológico de pesquisa-ação, que ocorre em ciclos de investigação e ação, de modo que os dados coletados ao longo dos ciclos anteriores são considerados no planejamento das ações nos ciclos subsequentes. A pesquisa foi realizada junto a estudantes de uma escola pública da rede estadual do Rio de Janeiro, em aulas de biologia do ensino médio. Seguindo o caminho da pesquisa-ação, três intervenções foram desenvolvidas com a turma, além de uma fase exploratória e uma atividade final de colagem. Nas duas primeiras intervenções, as discussões se concentraram mais em aspectos tradicionais de NdC. Já, na terceira intervenção, se concentraram as discussões que relacionam Ciência e Justiça Social. Nossos resultados mostraram que outros aspectos de ciência e perspectivas em relação ao conhecimento científico, que não haviam sido mencionados anteriormente, surgiram nas colocações dos alunos, indicando que a abordagem utilizada com o episódio histórico foi capaz de ampliar o olhar dos estudantes acerca do empreendimento científico. Os resultados também indicaram que o recorte feito do episódio histórico, nas duas primeiras intervenções, pareceu limitado em relação às possibilidades de discussões sobre ciência voltadas para a justiça social.

Palavras-chave: Natureza da Ciência; História da Biologia; História da Circulação do Sangue.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1	Ciclos de Pesquisa-ação	31
Figura 2	Representação esquemática das dimensões temáticas principais enfocadas no andamento da pesquisa	45
Quadro 1	Cronograma de aplicação das atividades da pesquisa empírica	45
Quadro 2	Categorias de análise identificadas a partir da atividade exploratória	49
Quadro 3	Categorias de análise identificadas a partir de questionário não direcionado	53
Figura 3	O ritual de dissecação no séc. XVI	58
Figura 4	Fragmento do frontispício de “O Fábrica”	58
Quadro 4	Categorias de análise identificadas a partir do questionário sobre as ilustrações de dissecação	59
Figura 5	Modelos didáticos dos construtos de visões de fluxo sanguíneo	62
Figura 6	Ilustração da atuação das válvulas venosas no antebraço a partir de garrote	67
Quadro 5	Categorias de análise identificadas a partir da questão sobre validação da ciência	70
Quadro 6	Categorias de análise identificadas a partir do questionário sobre a trajetória de Harvey	77
Quadro 7	Colagem artística, considerações e relatório da atividade do grupo 1	81
Quadro 8	Colagem artística, considerações e relatório da atividade do grupo 2	83
Quadro 9	Colagem artística, considerações e relatório da atividade do grupo 3	84
Quadro 10	Colagem artística, considerações e relatório da atividade do grupo 4	87

SUMÁRIO

Introdução		10
1	**Fundamentação Teórica**	17
1.1	Natureza da Ciência e Encontros com a Justiça Social	17
1.2	História (Cultural) da Ciência	20
1.3	O Ensino de Ciências para a Superação de Desafios Contemporâneos	25
2	**Metodologia**	29
2.1	Pesquisa Qualitativa	29
2.2	Pesquisa-ação	31
2.3	Caminhos da Pesquisa	34
2.3.1	Contexto e Sujeitos de Pesquisa	34
2.3.2	Coleta e Análise de Dados	38
2.3.3	Organização da Pesquisa-ação	39
2.3.4	Questões Éticas e Identificação dos Sujeitos da Pesquisa	40
3	**Ampliando a Visão da História da Circulação do Sangue nos séculos XVI e XVII: Pesquisa Histórica e Empírica**	42
3.1	Um Olhar sobre a Construção da Visão da Circulação Sanguínea	42
3.2	Visão Geral	45
3.2.1	Organização dos Dados em Categorias Temáticas	47
3.3	Atividade Exploratória: Visão de Ciência e Justiça Social	49
3.4	1ª Intervenção: A prática de Dissecação nos séculos XVI e XVII	54
3.4.1	Questionário Não Direcionado	54
3.4.2	Caminhos com a HC e Registro das Interações em Sala	56
3.4.3	Questionário sobre as Ilustrações de Dissecação	60

3.5 2ª Intervenção: Transição entre Modelos do Fluxo Sanguíneo 62

3.5.1 Caminhos com a HC e Registro das Interações em Sala 64

3.5.2 Dinâmica com os Modelos didáticos de Fluxo Sanguíneo 71

3.5.3 Questão sobre Validação da Ciência 71

3.6 3ª Intervenção: Ampliando a visão sobre o episódio da Circulação do Sangue: um olhar para além da visão de "Descoberta" 74

3.6.1 Caminhos com a HC e Registro das Interações em Sala 74

3.6.2 Questionário sobre a Trajetória de Harvey 78

3.7 Atividade de Colagem 81

3.7.1 Trabalhos de Colagem 82

3.8 Análise Geral das Atividades 91

Considerações Finais 95

Referências 100

APÊNDICE A 105

APÊNDICE B 106

APÊNDICE C 108

APÊNDICE D 109

APÊNDICE E 110

APÊNDICE F 112

APÊNDICE G 122

Introdução

Pouco mais de três anos após o início da Pandemia de Covid-19 nos legaram marcas e lições. Muito se ouviu falar que o vírus não faz distinção de quem vai infectar e, mesmo assim, a população pobre e negra foi a que mais sofreu no Brasil e no mundo (ALSOP e BENCZE, 2020). No contexto da educação, escolas foram fechadas como medida para mitigar a circulação do vírus. Para que os alunos não perdessem o direito de progressão de ano letivo, foi adotado o ensino em modalidade a distância. No entanto, as condições que cada rede escolar possuía para proporcionar essa adesão eram variadas. A rede de ensino pública do estado do Rio de Janeiro, por exemplo, não possuía uma estrutura prévia de ensino a distância e teve de se organizar às pressas para fornecer uma a seus alunos. O caminho adotado foi estabelecer um convênio com a plataforma *Google*, via *Classroom*, e criar um aplicativo para a navegação gratuita pelos alunos, chamado 'Applique-se' (ZUAZO, 2021).

Os problemas por conta dessa implementação às pressas foram se acumulando. Professores não possuíam experiência nem receberam a capacitação adequada para uso das ferramentas; alunos relataram diversas dificuldades no uso do aplicativo e da plataforma, além de dificuldades de serviço devido à localidade em que vivem (ZUAZO, 2021). Isso sem contar os diversos outros problemas adicionados e agravados pela pandemia: perda de familiares, ansiedade, depressão e outros que, devido à urgência, se interpõem a esse estudo, conforme comentamos à frente.

Os alunos da rede pública foram mais afetados por se encontrarem em um contexto mais vulnerável. O fato de, em nosso tempo, existir uma tecnologia, capaz de mitigar os efeitos da pandemia no ensino, não garantiu um benefício para esses alunos, pelo contrário. A disponibilidade da tecnologia, aliada à Pandemia, produziu um cenário que aprofundou as desigualdades entre alunos de redes escolares que já possuíam uma plataforma digital e alunos da rede pública que, em alguns casos, nem mesmo possuem acesso à internet.

A pandemia lançou holofotes para a importância de que em aulas de ciências se discuta sobre ciência, buscando-se contribuir para uma visão crítica das relações entre

ciência, as tecnologias que dela resultam e a sua participação na sociedade. Tais discussões podem constituir um passo para que, no futuro, possamos transformar as relações entre ciência, sociedade e ensino, no caminho para uma sociedade mais justa e igualitária.

Nos tempos atuais, a ciência participa em praticamente todos os aspectos de nossa vida. Se não pelo uso de seus produtos tecnológicos, devido à sua influência em nossa percepção das coisas, podendo conduzir a tomadas de decisão tanto nos âmbitos coletivo quanto particular (McCOMAS, 2002).

No entanto, e apesar dessa importância, pesquisas apontaram que poucas pessoas conhecem sobre como a ciência se processa e, muitas vezes, até mesmo carregam uma série de noções consideradas inadequadas sobre ciência (cf. McCOMAS, 2002). Isso ficou ainda mais evidente durante a pandemia, com as controvérsias em torno à vacinação, à disseminação do vírus e às medidas para impedir a sua propagação.

A partir da década de 1980, diversos estudos contribuíram para identificar uma série de noções consideradas inadequadas sobre ciência na visão, tanto de alunos, quanto de professores de ciências (cf. FERNÁNDEZ et. al. 2002). Dentre elas, podemos citar visão de ciência neutra, estática, excessivamente empirista e indutivista (MOURA, 2014). Observou-se que essas noções inadequadas são perpetuadas ciclicamente, quando o ensino de ciências não carrega em seu bojo a proposta de problematizar a ciência. Professores, que apreenderam tais noções ao longo de sua formação, transmitem-nas para seus alunos e, assim, sucessivamente (MATTHEWS, 1995).

> Segundo Matthews (1995), esse ciclo está associado ao fato de o ensino de ciências ter se desenvolvido dissociado da História e da Filosofia da Ciência. Além disso, Braga, Guerra e Reis (2008) apontam que a educação científica brasileira foi fortemente influenciada por uma visão chamada dogmático-instrumental. Nessa visão, que foca o olhar nos produtos científicos, os conhecimentos são tidos como prontos e acabados (MOURA, 2014). A consequência disso é que, em aulas de ciência norteadas por essa perspectiva, questões sejam colocadas com o objetivo meramente de avaliar o domínio da disciplina. Isso pode acabar desencorajando a reflexão e a investigação, pelo receio de que seja visto como falta de domínio do conteúdo. Em ordem de fomentar uma atitude investigativa, mais condizente com a ciência, as aulas de ciências devem, então,

apresentar ambientes que encorajam a colaboração, a reflexão e a investigação. Onde os estudantes se sintam a vontade para exercer a sua curiosidade e não que meramente se sintam obrigados a recitar respostas decoradas.

Um dos caminhos, que tem sido adotado para reaproximar o ensino de ciências das discussões sobre ciência, gira em torno do construto chamado de Natureza da Ciência (NdC). McComas (2002) define a Natureza da Ciência como:

> uma arena híbrida que combina aspectos de vários estudos sociais da ciência, incluindo história, sociologia e filosofia da ciência, combinados com pesquisas das ciências cognitivas, como a psicologia, em uma rica descrição do que é a ciência, como ela funciona, como os cientistas operam como um grupo social e como a própria sociedade dirige e reage a esforços científicos (McComas, 2002, p.4).

Alsop e Gardner (2017) relatam que vários currículos, ao redor do mundo, têm adotado a Natureza da Ciência como um componente explícito no ensino de ciências, indicando uma tendência de reaproximação entre o ensino de ciências e os estudos sociais sobre ciência (História, Filosofia e Sociologia da Ciência).

Essa reaproximação entre ensino de ciências e a História e a Filosofia da ciência está associada a uma crescente tomada de consciência de que, para a formação de alunos com uma visão mais complexa e crítica acerca do empreendimento científico, não basta que as aulas de ciências foquem apenas em capacitar os alunos na compreensão dos conhecimentos produzidos pela ciência, mas também em fornecer a eles oportunidades de refletir **sobre** a ciência (MOURA, CAMEL e GUERRA, 2020).

A História da Ciência (HC) tem sido uma das estratégias que vem se destacando para o objetivo de tornar o ensino de Ciências mais problematizador e não meramente reprodutor de noções estabelecidas (MOURA, 2014). A História da Ciência pode ser utilizada na construção de recortes historiográficos que servem como uma rica fonte de elementos a respeito do empreendimento científico. Dessa forma, tais recortes oferecem subsídio para que professor e alunos possam refletir sobre o empreendimento científico e, assim, construir uma visão de Natureza da Ciência que seja: (1) fundamentada historicamente; (2) mais ampla e aliada ao seu contexto, pela consideração de diversos aspectos que participam e se entrelaçam na construção da ciência; (3) crítica, por refletir sobre as diversas implicações que a ciência tem em nossas vidas.

Existem diferentes perspectivas que podem ser adotadas em relação à História.

Para esse estudo, partimos do entendimento de que não é possível tomar ciência de todas as disputas, lutas, tensões, amores e hesitações que, no passado, participaram da produção do presente (MOREIRA; SOARES, 2019). Sendo assim, a História contada não se trata de um retrato fiel do passado. Ao invés disso, algumas histórias podem receber grande atenção e destaque, ao passo que outras não serem contadas. São perdidas ou invisibilizadas. A história, então, concluímos, é um mosaico composto por recortes, os quais precisamos interpretar e imaginar o restante para completar as lacunas e, assim, tentando construir um todo que faça sentido. Da mesma forma, se a história que conhecemos não é absoluta, então, entendemos que o esforço de criar novas narrativas históricas não se trata de modificar o passado, mas uma busca por compreender cada vez mais possibilidades, em um esforço contínuo por ampliar e aperfeiçoar a nossa compreensão sobre nós mesmos, que caminhos nos trouxeram até onde chegamos e que caminhos mais pode haver para nos levar até onde queremos chegar (CHANG, 2021).

Neste sentido, tem se discutido uma dimensão política que possa contribuir para direcionar as aulas de ciências, buscando-se tencionar a realidade para um futuro mais justo (BENCZE; CARTER, 2020). A ciência não é neutra e tão pouco o ensino de ciências o é. A dimensão política sempre vai estar presente no ensino, desde a escolha do currículo, até as condições desiguais que cercam os alunos, em especial da rede pública de ensino. A partir disso, entendemos que a dimensão política estará presente no ensino de ciências e no desenvolvimento das noções de ciência dos alunos, queira ou não o professor se envolver nessa dimensão. Concordamos com Bazzul (2020) quando defende que educadores, tendo posse de uma melhor compreensão da situação socioambiental do planeta, têm o dever ético de adotar uma postura política forte e que vá de encontro a essas questões. Quem melhor que o professor para auxiliar os alunos na construção de uma visão socioambiental que esteja ancorada nas questões locais e globais da sua realidade e preocupada com a produção de um futuro mais justo?

Tendo em vista o exposto, nossa proposta neste trabalho é de investigar a utilização de uma abordagem com uma leitura do episódio histórico da circulação sanguínea, nos séculos XVI e XVII (REBOLLO, 2013) para promover discussões e reflexões sobre a natureza da ciência visando a justiça social.

Nosso olhar sobre esse episódio foi inspirado pela perspectiva da História Cultural

da Ciência (HCC). Essa escolha se deu pelo entendimento de que a perspectiva da HCC conduz a uma visão de ciência como uma produção humana, o que contribui para um olhar mais crítico acerca da ciência. Ciência e Sociedade produzem e são produzidas pelos seus sujeitos e se transformam mutuamente com o passar do tempo (PIMENTEL, 2010). Dessa forma, o olhar da HCC pode promover uma visão de que nem a ciência e nem o conhecimento científicos são acabados. Ambos são o resultado de ações de atores históricos. Os recortes históricos, a partir dessa perspectiva, portanto, nos ajudam a refletir sobre as tensões que resultaram na Ciência, no conhecimento científico e na sociedade de hoje, para, então, pensar como e que ações, no presente, podem tencionar a nossa sociedade e a ciência em determinado sentido que consideramos melhor no futuro.

O caso da pandemia, discutido anteriormente, também nos ajuda a refletir sobre como a ciência não ocorre de forma isolada, mas, sim, integrada e difusa com a sociedade. A história da Ciência, e em especial em sua perspectiva cultural, nos ajuda a oferecer relatos ricos, que contribuem para uma visão holística do processo da ciência em meio ao seu contexto histórico, para refletir sobre a importância desse contexto histórico específico na compreensão da ciência e da sociedade, as quais se constituem e transformam mutuamente.

Assim, esse trabalho buscou investigar a seguinte questão de pesquisa: Que discussões e reflexões sobre ciência, que articulem natureza da ciência e justiça social, uma abordagem sobre o episódio histórico da circulação sanguínea, nos sécs. XVI e XVII, inspirado pela perspectiva da História Cultural da Ciência, consegue promover em aulas de biologia no nível médio?

A abordagem foi construída de acordo com a metodologia de pesquisa-ação e os alunos, aos quais esse trabalho se direciona, são estudantes de uma escola pública da rede estadual do Rio de Janeiro, cursando a etapa do 2º ano do nível médio.

Para iniciar o trabalho, elaboramos as seguintes etapas de pesquisa: (1) primeiramente, foi feito um levantamento de aspectos de Natureza da Ciência que podem ser explorados junto ao episódio histórico; na sequência (2) foi feita uma análise da turma, a partir de atividade exploratória; essa análise serviu para (3) a construção de um recorte historiográfico alinhado com o perfil da turma, capaz de subsidiar as intervenções pedagógicas, visando problematizar e ampliar a visão sobre ciência; a partir desse ponto,

seguiu-se (4) a intervenção em classe, usando uma abordagem histórica e seguindo-se os ciclos de pesquisa-ação; que resultaram nos dados de pesquisa e, por fim, realizou-se (5) uma análise dos dados das intervenções, para tomada de conclusões a respeito da abordagem.

Os objetivos traçados foram:

Objetivo Geral

- Investigar que discussões e reflexões são promovidas em sala de aula sobre ciência, que articulem natureza da ciência (NdC) e justiça social (JS), a partir de uma abordagem com o episódio histórico da circulação sanguínea, nos séculos XVI e XVII, inspirado pela perspectiva da história cultural da ciência (HCC).

Objetivos Específicos

- Promover, junto a alunos de nível médio, discussões sobre natureza da ciência, partindo de um estudo histórico acerca do episódio da circulação do sangue, no contexto da Europa renascentista, nos séculos XVI e XVII, realizado a partir de fontes secundárias e inspirado pela história cultural da ciência;
- Identificar possíveis caminhos e estratégias didáticas que possam ser explorados nesse episódio capazes de fomentar debates em sala de aula sobre a natureza da ciência, potencialmente visando a justiça social.
- Analisar aspectos de NdC que foram levantados por alunos de uma disciplina de biologia do nível médio, na rede estadual do Rio de Janeiro, quando envolvidos em discussões e atividades partindo da história da circulação sanguínea.
- Analisar potenciais e limitações das abordagens construídas no percurso dessa pesquisa com o episódio histórico da circulação sanguínea, nos sécs. XVI e

XVII, inspirado pela perspectiva da história cultural da ciência, para promover em sala de aula reflexões sobre ciência, que articulem a discussão de natureza da ciência e aspectos de justiça social.

1. Fundamentação Teórica

1.1. Natureza da Ciência e Encontros com a Justiça Social

Segundo Moura (2014, p.32) "A Natureza da Ciência é entendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico". No entanto, como Martins (2015) identifica, devido à natureza da ciência ter se tornado uma categoria amplamente abordada em diversos currículos ao redor do mundo, passou a existir uma diversidade de formas que atendem como natureza da ciência. Ainda segundo ele, é comum que pesquisadores e educadores, que adotam como referência documentos educacionais *estadunidenses*, façam uma separação entre epistemologias relativas ao conhecimento científico e os processos e métodos da ciência, compreendendo apenas o primeiro como 'natureza da ciência'. Enquanto isso, diversos outros trabalhos adotam uma visão mais ampla, considerando os processos e métodos da ciência como pertencentes ao estudo de natureza da ciência (cf. MARTINS, 2015).

Sendo assim, o uso da NdC no ensino tem se tornando cada vez mais estabelecido. No entanto, existem diversos modelos que estão em debate em relação às suas vantagens e desvantagens para o objetivo de produzir uma visão mais crítica e contextualizada de ciência e novos modelos continuam a surgir. O modelo mais tradicional é o de Visão Consensual sobre Ciência, proposto por Lederman (MOURA, 2014). Esse modelo se utiliza de uma lista de aspectos que são amplamente aceitos pela comunidade científica como importantes para a compreensão da ciência. Dentre esses aspectos podemos citar: (1) que a ciência é mutável e dinâmica; (2) que não existe um método científico universal; e (3) que a ciência é influenciada pelo seu contexto social, político e cultural.

Apesar da sua simplicidade para expor os aspectos da ciência, o que conta como uma vantagem, pois facilita o entendimento daquilo que é proposto, esse modelo acumulou uma série de duras críticas (cf. MARTINS, 2015). Uma dessas críticas é a de que abordar ciência a partir de uma lista de afirmações curtas e acabadas contribui para uma visão estática de ciência, contrário ao que o modelo se propõe quando enuncia que a

ciência é mutável e dinâmica. Allchin (2011) chama as listas de aspectos da ciência de "ultraprocessadas" e defende que um entendimento sobre natureza da ciência não pode ser atingido dessa forma. Ele defende que, com isso, os alunos acabam retendo uma visão falsa e artificial de ciência.

Moura, Camel e Guerra (2020) identificam uma tendência de metrificação no processo educacional de ciências pela excessiva padronização nos currículos. Essa metrificação gera uma tendência de que professores ensinem ciência seguindo um modelo padrão, como uma sequência de passos, sem estimular que seus alunos reflitam criticamente sobre ciência. Esses autores, assim como Alsop e Gardner (2017), defendem que precisamos estar mais atentos com a forma como a visão sobre ciência é abordada e, assim, a que tipo de fenômenos educacionais nossas pedagogias habilitam ou desabilitam.

A partir dessas críticas, novos caminhos têm sido apontados para o ensino de ciências a partir da NdC (ALLCHIN, 2011). Um exemplo de um desses novos caminhos é a abordagem de NdC voltada para a justiça social (HANSSON; YACOUBIAN, 2020).

A ciência não é neutra e assume diferentes formas de acordo com o período histórico em que ocorre (CHARTIER, 1991; NYHART, 2016; & PIMENTEL, 2010). A partir disso, entendemos que a dimensão política está presente na ciência e no desenvolvimento das noções de ciência dos alunos, quer o professor se envolva ou não nesse processo. Além disso, concordamos com Bazzul (2020) quando ele defende que educadores, tendo posse de uma melhor compreensão da situação socioambiental do planeta, têm o dever ético de adotar uma postura política forte e que vá de encontro a essas questões. Por isso, entendemos a importância de que a nossa prática não esteja voltada somente à alfabetização científica, mas que tal literacia também esteja a serviço da justiça social. Essa dimensão do ensino de ciências, voltada para justiça social, é discutida mais à frente.

Antes, talvez valha a pena fazer uma pequena distinção entre o objetivo presente neste trabalho, de discutir sobre ciência, com o objetivo amplamente difundido na literatura de fomentar ao desenvolvimento da chamada alfabetização científica. Sasseron (2015) destrincha a alfabetização científica em três eixos estruturantes, que são: (a) a compreensão básica de termos e conceitos científicos; (b) a compreensão dos processos que caracterizam o fazer científico; e (c) o entendimento das relações entre ciência,

tecnologia, sociedade e ambiente. Nosso foco, neste trabalho, está voltado para os eixos ‘b’ e ‘c’, onde se concentram as discussões no campo sobre ciência. Isso, pelo entendimento de que nestes dois eixos aconteçam as discussões e reflexões que têm um maior potencial de reunir elementos para a construção de uma visão mais complexa e crítica acerca do empreendimento científico. Com isso, não estamos dizendo não estar preocupados com desenvolvimento da alfabetização científica. Pelo contrário. Entendemos que esse trabalho possa contribuir para a integralidade do desenvolvimento da alfabetização científica justamente por enfocar discussões que fazem parte dos dois eixos que, historicamente, sofreram e sofrem pela omissão no ensino de ciências (MATTHEWS, 1995).

Outro objetivo que é apontado extensamente na literatura para o ensino da NdC é a formação para a cidadania, de modo que os estudantes se apoderem do conhecimento científico para que possam mobilizá-lo na tomada de decisões que visem o bem coletivo (cf. GUERRA; MOURA, 2022). Alinhado a isso, Moura e Guerra (2016) argumentam que, enquanto educadores, se pretendemos que as aulas de ciências contribuam para que os alunos tenham uma formação que dialogue com a sua realidade, então, se faz necessário que as aulas de ciências explorem as bases culturais que participaram no processo de constituição da sua localidade e, com isso, se consolidaram como uma herança cultural.

Enquanto pertencentes ao sul global, nossos espaços, incluindo escolas e salas de aula, se constituíram em meio a relações de opressão e de resistência que fizeram e fazem parte da nossa realidade. Essas relações têm origem especialmente no capitalismo, colonialismo e no patriarcado e a sua natureza se dá de forma específica para a nossa localidade enquanto pertencentes ao sul global. Assim, Guerra e Moura (2022) defendem que as aulas de ciências sejam espaços, também, para discussões e reflexões acerca das relações históricas entre ciência e colonialismo, as quais têm grande relevância para o desenvolvimento de uma consciência crítica sobre aspectos, tanto da ciência, quanto da estrutura atual da nossa sociedade.

Para isso, é necessário que os estudantes se tornem mais conscientes sobre ciência, para entenderem melhor sobre os processos e as forças que atuaram para a construção do cenário atual em que se encontram e, assim, poderem se posicionar criticamente e serem

mais atuantes na defesa da sua visão e de seus próprios interesses, visando ao bem comum e à coletividade. Nesse sentido as discussões sobre justiça social podem ser um caminho a ser seguido para fomentar valores que estejam alinhados com a justiça e a equidade. Hansson e Yacoubian (2020) defendem que o exame de sistemas de poder e opressão são um aspecto importante a ser contemplado quando seguindo uma proposta de ensino que esteja voltado para a justiça social. Isso inclui o poder e o *status* especial que a ciência apresenta na sociedade e as suas relações com o colonialismo, capitalismo e o patriarcado.

A Justiça Social é concebida tanto como objetivo quanto como processo, pelos quais se encaminha a uma sociedade que "se baseie nos princípios de igualdade e solidariedade, que entenda e valore os direitos humanos e que reconheça a dignidade de todo ser humano" (HANSSON; YACOUBIAN, p.3, 2020). Bell (2016 apud HANSSON; YACOUBIAN, 2020) defende que os caminhos para se atingir a justiça social devem ser os mesmos próprios da sociedade à que se objetiva alcançar. Segundo ele, esses caminhos devem, por exemplo, ser democráticos e participativos, respeitar a diversidade e reafirmar a capacidade humana de trabalhar de forma colaborativa, para promover transformações. Assim, Hansson e Yacoubian (2020) destacam a importância de a forma de ensinar ciências também estar voltada para a justiça social. Ensinar NdC voltada para a Justiça Social não se faz, portanto, apenas alocando espaço de tempo nas aulas para discussões, mas também cuidando para que as aulas de ciência se constituam em espaços colaborativos e de livre expressão de ideias, que promovam o conhecimento e encorajem para a transformação da sociedade.

1.2. História (Cultural) da Ciência

Para criar uma narrativa histórica que contribuísse com elementos que pudessem estimular discussões acerca da Natureza da Ciência, optamos por nos inspirar na perspectiva da História Cultural da Ciência. Neste tópico será traçado um breve panorama acerca das origens dessa perspectiva e o que esse olhar cultural para a ciência pode contribuir para fomentar discussões sobre Natureza da Ciência no ensino médio.

Até a década de 50, segundo Pickering (1995, p.2), “era suficiente pensar na ciência como um corpo de conhecimento, um coletivo de proposições teóricas e empíricas sobre o mundo”. Segundo Mattedi (2008), a visão dominante sobre ciência era uma visão cientificista, ou seja, a ciência como uma atividade autônoma, encerrada em sua própria lógica interna, capaz de produzir conhecimento universal, objetivo e neutro, fundamentada em uma racionalidade matemática e no seu compromisso ético de valorização pelo conhecimento e desapego a interesses particulares contrários à produção de um conhecimento puro e verdadeiro.

Os estudos de Sociologia da Ciência, que surgem na década de 1930, e a formulação da Sociologia do conhecimento científico (SCC), nas décadas de 1960 e 1970, no entanto, contribuíram para abalar essa convicção na autonomia da ciência e sua capacidade de apreender a realidade de forma neutra e, assim, produzir conhecimento objetivo e universal. Diversos estudos apontaram para como as práticas de cientistas variam de laboratório para laboratório, não existindo, como era pensado, uma unidade para o fazer científico (NYHART, 2016; PIMENTEL, 2010).

Até então, a História da Ciência, embebida de uma visão cientificista, era uma história das ideias, que se restringia a olhar para os textos dos cientistas, com os seus resultados acabados, e criar narrativas que contavam sobre os novos triunfos da ciência, guiando a humanidade progressivamente para fora das trevas da ignorância e em direção a um futuro próspero (PIMENTEL, 2010). No entanto, durante as décadas de 1970 e 1980, historiadores da ciência, seguindo essa tendência provocada pela SCC e pelas precedentes viradas na sociologia da ciência e na antropologia, passam a se dar conta da importância de manter um olhar, também, para as práticas pelas quais os cientistas fazem ciência, a fim de que se possa produzir uma historiografia que contemple mais aspectos relevantes e, assim, conduza a uma melhor compreensão sobre a ciência e o conhecimento que ela produz. Dessa forma, a área de História Cultural da Ciência (HCC) tem o seu surgimento (NYHART, 2016; PIMENTEL, 2010).

Segundo Nyhart (2016) “os sociólogos do conhecimento científico participaram de uma rejeição pós-moderna mais ampla de nosso acesso não mediado à realidade, muitas vezes associada a outras críticas ao valor de verdade da ciência”. Uma de suas contribuições, de forma geral, é que em todo caso precisamos partir de estruturas de

sentido preestabelecidas, histórica e culturalmente, para realizar as nossas interpretações de mundo. Toda nova produção de sentido parte de alguma noção preexistente e que pode ser situada histórica e culturalmente. Dessa forma, não se pode considerar que algum conhecimento seja neutro, porque ele sempre parte de uma base ideológica da qual os seus atores não têm necessariamente consciência. A partir desse raciocínio, todo conhecimento é cultural e historicamente situado. A ciência é, portanto, cultura e a ação dos cientistas é um trabalho de extensão dessa cultura, pela produção de novos significados que ampliam a capacidade de enxergar o mundo a partir das lentes da ciência.

Os trabalhos da antropologia, então, se tornam fundamentais para tentar compreender o que, a partir dessa nova perspectiva cultural, significa fazer ciência e a que outros entendimentos podemos chegar sobre as relações entre ciência e sociedade.

Segundo Pimentel (2010), assim como o livro "O Leviatã e a bomba de ar", de Shapin e Schaffer, é um dos grandes contribuintes da sociologia para a área da HCC, por despertar a atenção dos historiadores para a importância de se olhar para as práticas dos cientistas, o livro "La interpretacíon de las culturas" é uma das grandes influências vinda da antropologia. Esse último, escrito por Clifford Geertz, mostra a ação social como um discurso repleto de significados. Trazendo essa visão para a análise da ciência, o cientista, que é o motor da ciência, não é tido como um sujeito que transcende as formas de agir e pensar do seu contexto histórico. Pelo contrário, ele é componente integrante do seu contexto e parte dele, para colocar as suas questões e realizar as suas interpretações e proposições. Sobre isso, Chartier (1991, p.180) discorre que:

> Assim, voltar a atenção para as condições e os processos que, muito concretamente, sustentam as operações de produção do sentido (na relação de leitura, mas em tantos outros também) é reconhecer, contra a antiga história intelectual, que nem as inteligências nem as idéias são desencarnadas, e, contra os pensamentos do universal, que as categorias dadas como invariantes, sejam elas filosóficas ou fenomenológicas, devem ser construídas na descontinuidade das trajetórias históricas (CHARTIER 1991, p.180).

O entendimento de que o conhecimento é produzido a partir de um determinado contexto social nos alerta que, para entender determinados aspectos e implicações desse conhecimento, é necessário, também, fazer uma análise sobre as condições em que ele é produzido. Parece-nos, então, se tornar mais coerente substituir a imagem ingênua do cientista como um ser atemporal, pela de um ator histórico, repleto das formas de pensar

e agir de sua própria época. Consequentemente, voltamos a percebê-lo como um ser humano, e a sua ação não como um ato isolado de descobertas heroicas, mas como uma ação conjunta (já que os cientistas não trabalham sozinhos) de alongamento da cultura, na medida em que são produzidos novos significados. Nesse sentido, a ciência é vista como um conjunto de práticas estabelecidas historicamente, cujos atores têm o trabalho de construir mais cultura. Nessa perspectiva, a ciência, então, não é outra coisa além de uma cultura dentro da sociedade, emaranhada com outros aspectos da mesma.

Diferentemente do que possa, talvez, parecer à primeira vista para alguns, entender a ciência como cultura não quer dizer invalidar os conhecimentos científicos e, tampouco, tem como finalidade relativizar a possibilidade do conhecimento ao ponto em que se constitua um "tudo vale". Ao invés disso, essa perspectiva traz antigas e novas questões sobre a forma que nos relacionamos com o conhecimento. Essas questões nos instigam a perceber outros elementos que participam da construção da ciência, para, assim, poder ampliar a nossa visão crítica sobre ciência.

> Pickering entende que existem duas perspectivas opostas, as quais podem fundamentar a nossa relação com o conhecimento e que precisam ser evitadas. Ele chama essas perspectivas de “chifres” (PICKERING, 1995, p.12). Um dos “chifres” é encarar o conhecimento como uma construção puramente humana e que, por isso, só tem validade em seu próprio período histórico. O outro é que a ciência, a partir da sua prática e de seus métodos, torna o cientista capaz de determinar objetivamente como as coisas são. Nesse segundo, acabaríamos por entregar o nosso pensamento crítico analítico para os cientistas, restando simplesmente acatar a visão da ciência e reproduzi-la.

Pickering (1995) oferece uma alternativa de visão que evita esses dois “chifres”. Ele vê a prática científica como uma relação dialética entre o que ele classifica como uma agência humana e uma agência material. A agência material é a "agência que vem de fora do reino humano e que não pode ser reduzida a nada dentro desse reino".

Para Pickering, a agência material possui uma ação própria que não se adequa às tentativas humanas de enquadramento teórico. A agência material resiste, em seus próprios termos, às abordagens dos cientistas que então fazem ajustes ou adotam novas estratégias de reposta às resistências, tentando criar uma amarração teórica capaz de

captar a agência material. Se estabelece então o que Pickering chama de uma dança de resistências e acomodações.

Essa perspectiva, apresentada por Pickering, escapa dos dois "chifres" na medida em que (1) não encara o conhecimento científico como meras representações, pois possui uma fundamentação em uma materialidade conferida pela ação natural; e (2) considera a cultura como uma "superfície emergente", da qual a prática científica recebe a sua estrutura e a sua intencionalidade (PICKERING, 1995, p.20).

Escapando desses dois chifres, Pickering nos oferece uma perspectiva epistemológica útil de ciência, para fundamentar abordagens em ensino que têm, assim como este trabalho, objetivo de fomentar uma percepção crítica sobre a ciência. Isso se faz para refletir criticamente sobre questões como a não-neutralidade da ciência, o seu pertencimento e atuação na sociedade e, ao mesmo tempo, valorizar o conhecimento científico como uma fonte de inspiração e reflexões para a tomada de decisões socialmente responsáveis, que estejam preocupados com o bem-estar coletivo (MOURA e GUERRA, 2016).

Em um de seus artigos, Allchin (2011) cita Henri Poincaré (La Science et l'Hypothèse) como abre alas para aquilo que será discutido em seguida: "duvidar de tudo ou acreditar em tudo são duas soluções igualmente acomodatícias, qualquer uma das quais nos salva da reflexão", posta na epígrafe dessa dissertação. Assim como Allchin, esta talvez também seja uma das questões que leva Pickering a oferecer ao seu leitor uma possibilidade de olhar para o empreendimento científico de uma forma reflexiva e não contemplativa, que conduz a uma visão mais crítica de ciência. Além disso, essa perspectiva apresentada por Pickering também nos orienta a ter um olhar sobre a trajetória da ciência e, portanto, encará-la como um processo histórico, de construção de uma cultura humana científica, que está pautada tanto em uma quanto em outra agências e em seus múltiplos aspectos.

A partir do que foi apresentado nessa seção, ficam mais bem definidas algumas das escolhas epistemológicas feitas neste trabalho e que servirão como norteadoras da visão de ciência e da releitura do episódio histórico, para as discussões e reflexões que são abordadas junto aos estudantes. A seguir, debatemos o ensino de ciências, a partir da história da ciência e desafios que se apresentam para o ensino de ciências na atualidade.

1.3. O Ensino de Ciências para a Superação de Desafios Contemporâneos

Em um estudo realizado por Castelfranchi et. al. (2013), foram analisados os dados de uma pesquisa por amostra, conduzida pela Fiocruz, para avaliar se uma maior quantidade de informação relativa à Ciência e à Tecnologia (C&T) estão associadas a uma atitude mais positiva em relação à C&T. Essa pesquisa levou em consideração as respostas de 2.016 (dois mil e dezesseis) brasileiros e brasileiras, para construir uma amostra representativa do Brasil. Nas análises, consta que o grupo firmado por indivíduos com maior nível de formação e que declarou buscar se informar sobre temas de C&T também era o que possuía uma atitude mais diferenciada e que considerava diversos aspectos de C&T nas suas respostas ao questionário. Esse grupo era também o mais propício a responder "depende", quando perguntados se é positivo o papel da ciência e da tecnologia na sociedade e se seus benefícios superam os riscos. Esse estudo corrobora para a noção de que discussões sobre ciência contribuem para um posicionamento crítico em relação à ciência.

Esse resultado encontrado por Castelfranchi et. al. (2013) está alinhado com um de nossos objetivos, que é fomentar para que os estudantes se apoderem de uma maior complexidade de elementos que fazem parte da ciência, a fim de assumir posicionamento crítico sobre ciência. Mas, para além disso, em ordem de que tal capacidade reflexiva crítica conduza a visões e ações que vão ao encontro de uma sociedade com mais justiça social, também é necessário fomentar reflexões que possam conduzir à construção de valores como a equidade e a solidariedade.

Pesquisas mostraram que aulas de ciências ainda comunicam explicita e implicitamente apenas uma estreita extensão de perspectivas de Natureza da Ciência. Noções positivistas, em que o conhecimento científico é tido como uma representação objetiva da realidade e livre de valores, são frequentemente reproduzidas (cf. HANSSON; YACOUBIAN, 2020). A História da Ciência pode ser uma importante aliada para combater essas visões estreitas do processo científico e fomentar discussões ricas que

contribuam para a construção de uma visão complexa, que alia a ciência ao seu contexto histórico e que contribua para a sua humanização.

A HC, e em especial sob uma perspectiva cultural, por direcionar o olhar dos alunos para os processos da ciência, ao invés de focar apenas nos seus resultados acabados, pode contribuir de várias formas para o desenvolvimento de uma maior capacidade dos alunos de refletir e problematizar as questões referentes à ciência e a sua participação na sociedade (MOURA; CAMEL; GUERRA, 2020). Dessa forma, entendemos que a utilização de eventos históricos pode contribuir para o ensino com, por exemplo: a problematização de uma visão de ciência como uma categoria à parte da sociedade, levando em questão a perspectiva de uma ciência integrada à sociedade; quebra da visão dogmática sobre o conhecimento científico; quebra da visão de ciência transcendental; da visão de neutralidade da ciência e progresso linear; entre outros (FERNÁNDEZ, et. al. 2002).

Uma baixa compreensão sobre os processos da ciência e sobre os mecanismos de validação do conhecimento científico, aliado à perda de credibilidade na ciência – que vem ocorrendo principalmente a partir de denúncias de movimentos sociais e movimentos ambientalistas, os quais alertam para as consequências da ciência – pode estar relacionado ao crescimento de visões que se opõem à ciência, como as de grupos antivacina, terraplanismo e outros discursos relacionados a pseudociências (LIMA et. al., 2019). A baixa compreensão sobre o funcionamento da ciência dificulta a diferenciação entre ciência e cientificismos ou mesmo epistemologias diferentes, que fundamentam outras visões de mundo, como epistemologias indígenas (HANSSON; YACOUBIAN, 2020).

McComas (2002) destaca que uma baixa compreensão sobre o caráter provisório e mutável da ciência pode resultar em um abandono por completo dos paradigmas científicos, quando o sujeito se depara pela primeira vez com alguma falha conceitual da ciência. Em suas palavras: “Como a ciência é frequentemente erroneamente percebida principalmente como um corpo de verdades literais, campos inteiros do conhecimento às vezes são questionados, quando fatos isolados são revisados.” (McCOMAS et. al. 2002, p.12)

Pode-se concluir, a partir da análise de McComas, que o ceticismo ou relativização completa acerca dos conhecimentos estabelecidos pela ciência pode advir de uma visão

dogmática de ciência ou de uma postura dogmática em relação ao conhecimento. A perspectiva cultural pode contribuir para problematizar essa visão dogmática por reatar os laços entre a ciência e o contexto no qual ela é produzida, ajudando a construir uma visão mais embasada e complexa acerca do conhecimento. A sua transdisciplinaridade, flutuando entre História, Filosofia e Sociologia, acerca dos fatos científicos, também é um potente aliado para a produção de uma visão mais complexa, não acabada e fragmentada do empreendimento científico.

Gurgel (2020) pondera, no entanto, que, quando desconstruindo concepções dogmáticas de ciência junto aos alunos, não se pode conduzir de forma descuidada. Isso porque esse abalo repentino na confiança em relação à ciência, sem uma maturidade para lidar criticamente com as questões, pode conduzir a um efeito dominó, em que o estudante passa de uma confiança generalizada na ciência a uma visão de que todo conhecimento é relativo e, então, que tudo é questão de opinião e tudo vale. Migra-se do dogmatismo ao relativismo exacerbado. A HC, no entanto, deve ser vista como um potente aliado no combate a esses excessos.

Alguns estudos têm destacado bons resultados na utilização de eventos históricos e a partir de uma perspectiva cultural, para atingir determinados objetivos de ensino. Como destaca Gurgel (2020), o sucesso da utilização de uma abordagem em HCC, para o ensino, depende de um planejamento apropriado e de uma boa correlação entre o evento histórico, o caminho a ser seguido e os objetivos de ensino que se busca alcançar.

Com isso, Gurgel (2020) encaminha uma das contribuições que buscamos atingir com este trabalho. Nele constam as nossas escolhas de correlações entre episódio histórico, analisado pela perspectiva da HCC, objetivos de ensino e os caminhos que traçamos para atingir tais objetivos. No capítulo 3, são feitas análises em que tentamos definir alguns dos potenciais e limitações que nossa abordagem apresentou para os objetivos que traçamos à luz do nosso contexto. Com isso, esperamos que esse estudo possa servir de inspiração para outros trabalhos que, como este, envolvam ou tentem correlacionar: o episódio da circulação sanguínea como fonte de discussões e reflexões para ampliar a visão sobre NdC; que busquem um ensino voltado para a Justiça Social; que articulem NdC e Justiça Social.

No próximo capítulo são apresentadas as bases metodológicas que foram seguidas na condução da pesquisa. Também são apresentados alguns dos aspectos do contexto em que a pesquisa foi desenvolvida e que a tornam única.

2. Metodologia

Este capítulo apresenta a definição e o encaminhamento metodológico da pesquisa qualitativa, a descrição das coletas e análises de dados, o contexto de pesquisa e delimitação do campo de estudo.

2.1. Pesquisa Qualitativa

Nessa dissertação, optamos por uma pesquisa qualitativa do tipo empírica, paradigma que orientará a coleta e análise de dados.

Segundo Bogdan e Biklen (1994), pesquisa qualitativa é uma categoria que compreende uma ampla diversidade de formas de investigação, mas que podem ser identificadas como pertencentes a essa classificação por apresentarem algumas dentre cinco características: (1) a coleta de dados se dá pelo pesquisador em contato direto com o ambiente em que eles são naturais; (2) os dados recolhidos são descritivos, em forma de palavras ou imagens, não números; (3) o objeto de pesquisa são os processos, mais do que seus produtos; (4) a análise dos dados ocorre de forma indutiva; (5) a busca por apreender os significados, que dependem do contexto e não podem ser pressupostos pelo pesquisados.

A abordagem qualitativa foi escolhida pelo entendimento de que os dados recolhidos nesse tipo de pesquisa perdem o seu sentido quando desprovidos do seu contexto. No caso deste trabalho, o contexto da sala de aula escolar apresenta características específicas que produzem efeitos sobre os alunos e, assim, conduzem a reações que não podemos garantir que ocorreriam da mesma forma a despeito desse contexto. Por exemplo, um mesmo aluno pode tanto se sentir inibido como se sentir encorajado a refletir e participar das atividades propostas pelo professor, dependendo da resposta que ele espera que a sua participação possa provocar em seus colegas de sala. O professor pesquisador deve estar atento a essas e outras questões que são específicas em

cada localidade. Por isso mesmo, todas as informações são tidas como peças que podem ser fundamentais na investigação, devendo ser coletadas em riqueza de detalhes. Nesse sentido, Bogdan e Biklen (1994, p.49) afirmam que, “ao recolher dados descritivos, os investigadores qualitativos abordam o mundo de forma minuciosa”.

Apesar desse caráter específico nas pesquisas do tipo qualitativa, isso não a invalida e nem invalidam-se os dados produzidos por ela, devido à sua impossibilidade de generalização. Segundo Bogdan e Biklen (1994, p.66): “o comportamento humano não é aleatório ou idiossincrático. Deste modo, a preocupação central não é a de se os resultados são susceptíveis de generalização, mas sim a de que outros contextos e sujeitos a eles podem ser generalizados.” Sendo assim, a pesquisa qualitativa em ensino pode trazer contribuições para outras práticas relacionadas, bastando que se tome o cuidado para que esses dados não sejam extrapolados para outros contextos em que não façam sentido.

A partir disso, o objeto de estudo sobre o qual se debruça essa pesquisa foi delimitado como: a participação dos alunos durante os encontros em que foi utilizada a nossa abordagem com o episódio histórico da circulação do sangue. Essa participação é entendida como resultado da conjugação entre: (1) as estratégias da abordagem para provocar reflexões sobre ciência; (2) as dinâmicas constantes nesse contexto de sala de aula e (3) o conjunto de atividades escritas ou não-escritas relacionadas às aulas planejadas e executadas em sala de aula. A abordagem, as atividades e o contexto de sala de aula são melhor caracterizados mais adiante.

Como dito anteriormente, os dados da pesquisa foram coletados em riqueza de detalhes e analisados a partir do julgamento do pesquisador, mas com a preocupação de permitir que as interpretações surjam de forma indutiva, “de fora para dentro”, ou seja, partindo do campo de pesquisa para a apreciação e a interpretação do pesquisador e não da visão anterior do pesquisador para a interpretação do campo. Para isso, o pesquisador tem que manter o seu olhar atento e a sua mente aberta, permitindo-se transformar a sua visão a partir das relações com o campo, ao invés de apenas acomodar aquilo que vê às suas noções prévias.

2.2. Pesquisa-ação

Para orientar a nossa pesquisa, adotamos o modelo metodológico de pesquisa-ação. Sobre a pesquisa-ação, Dick (2003, p. 9) destaca que:

> [...] é um trabalho científico que possui dois objetivos: a ação e a pesquisa. Ação para produzir mudanças em alguma comunidade, organização ou programa. Pesquisa para aumentar o entendimento por parte do pesquisador ou cliente, ou ambos (e comumente alguma comunidade mais abrangente) (DICK, 2003, p.9).

Thiollent (1986) destaca que o trabalho de pesquisa-ação pode apresentar uma ênfase maior em um desses objetivos. No caso da ação, ele menciona que pode ocorrer em estudos que buscam a resolução de um problema prático de ordem técnica. No caso de pesquisas educacionais, a pesquisa-ação, ao mesmo tempo que tenciona uma transformação na visão dos atores envolvidos, também gera conhecimentos suscetíveis "de parciais generalizações no estudo de outros problemas sociológicos, educacionais ou outros" (THIOLLENT, 1986, p.18).

Segundo Barbier (2004, p. 42-43), a pesquisa-ação constitui "[...] meio de favorecer mudanças intencionais decididas pelo pesquisador". No entanto, "essa mudança não é imposta (...), decorre do trabalho de pesquisa, no qual os atores se debruçam sobre eles mesmos e suas ações em situação de investigação" (IBIAPINA, 2016, p.27).

Thiollent (1986) define a pesquisa-ação como sendo "um tipo de pesquisa social com base empírica que é concebida e realizada em estreita associação (...) com a resolução de um problema coletivo e (...) de modo cooperativo ou participativo" (p. 14).

Em ordem de que as ações de intervenção propostas pelo pesquisador sejam produzidas a partir da cooperação entre pesquisador e os membros da comunidade, a pesquisa-ação ocorre em ciclos de ação e planejamento. Cada ciclo segue de acordo com o diagrama da Figura 1, adaptado de Tripp (2005), por Cardinot, Moura e Guerra (2022) para abordagem específica em história da ciência.

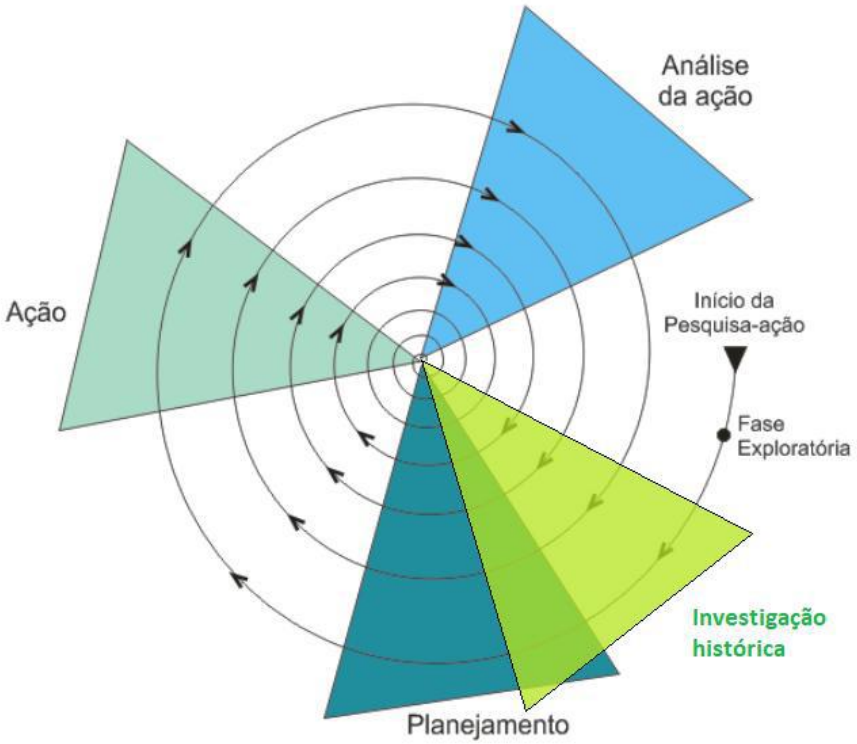


Figura 1 – Ciclos de Pesquisa-ação

Fonte: Traduzido de CARDINOT, MOURA E GUERRA (2022)

Como indicado na figura 1, a pesquisa-ação tem início com uma fase exploratória. A partir dessa fase exploratória, a pesquisa-ação então assume um padrão cíclico, em forma de espiral. Os ciclos são formados pela repetição de uma unidade sequencial fixa, formada pelas etapas de 'investigação histórica', 'planejamento', 'ação' e 'análise da ação'. O número de ciclos pode variar de acordo com o que o pesquisador julgar adequado para atingir os objetivos definidos para essa pesquisa-ação. O formato de espiral ocorre porque a cada giro o pesquisador coleta mais dados, os quais o ajudam a entender mais sobre o seu objeto de estudo e, com isso, poder promover mudanças no planejamento, que tornem a abordagem mais ajustada às especificidades do grupo. Abaixo será feita uma descrição individualizada de cada uma dessas etapas da metodologia de pesquisa-ação.

Fase Exploratória: Nessa fase, o pesquisador se utilizará de algum instrumento para coletar dados sobre os alunos e sobre a turma. Esses dados cumprem o papel de orientar no recorte histórico e no encaminhamento das próximas intervenções, em uma espécie de reconhecimento do "terreno" de pesquisa. Segundo Tripp (2005, p.453), "o reconhecimento é uma análise situacional, que produz ampla visão do contexto da

pesquisa-ação, práticas atuais, dos participantes e envolvidos.”

Pesquisa Histórica: Uma investigação histórica, então, é conduzida visando reunir elementos do episódio histórico que pareçam oportunos para a elaboração das atividades de intervenção. A pesquisa histórica é retomada no percurso da pesquisa-ação, para realizar mudanças de trajetória e adequações (CARDINOT; MOURA; GUERRA, 2022).

Planejamento: Essa etapa consiste na elaboração de uma ação de intervenção. A elaboração de uma intervenção consiste na definição de uma temática central que será abordada na intervenção, as estratégias pedagógicas que serão utilizadas e os elementos do episódio histórico que servirão de subsídio para cada intervenção. Na primeira vez que o pesquisador estiver conduzindo esta etapa, quer dizer, na etapa de planejamento do 1º ciclo, o pesquisador deverá buscar estruturar um caminho completo da sua investigação empírica. Sendo assim, os objetivos que ele pretende tencionar a partir das intervenções, o número de intervenções que ele pretende utilizar para alcançar esses objetivos e uma estrutura inicial organizada de cada intervenção. Assim, ao final dessa primeira etapa de planejamento, o pesquisador terá em mãos uma “planta azul” da sua pesquisa empírica, que ele poderá consultar para lhe ajudar a manter um caminho coerente. Nas etapas de planejamento dos ciclos subsequentes, o pesquisador deverá avaliar a necessidade de fazer mudanças de maior ou menor grau naquilo que foi planejado anteriormente, podendo chegar até a mudar completamente as etapas subsequentes. Com o tempo, e quanto mais o pesquisador aprende sobre o seu objeto de estudo, até mesmo mudanças nos objetivos podem ocorrer, caso se entenda que outros objetivos sejam mais relevantes para esse grupo. (THIOLLENT, 1986; TRIPP, 2005)

Ação: Aplicação da intervenção junto ao grupo. O pesquisador precisa estar atento para captar as respostas produzidas pelos alunos e registrá-las com a maior riqueza de detalhes possível para consideração na próxima etapa. Também é interessante que na fase de planejamento sejam elaboradas estratégias de captação das respostas dos alunos de forma escrita ou outras formas de registro físicos.

Análise da Ação: Nessa etapa, as respostas dos alunos serão analisadas para produzir dados que serão considerados para ajustes nas próximas intervenções. Aqui podem ser produzidas tabelas e outras ferramentas gráficas que auxiliem na extração de informações úteis dos dados brutos.

Os ciclos da pesquisa-ação permitem que o pesquisador aprenda tanto sobre a ferramenta pedagógica utilizada quanto sobre os alunos e a turma em que a prática está sendo aplicada, de forma que, a cada giro do ciclo, é possível ir ajustando a abordagem de acordo com as demandas da turma. O pesquisador tem o controle das intervenções de forma a guiar as atividades no sentido das mudanças pretendidas. A pesquisa-ação pressupõe que o pesquisador também possa ter suas visões transformadas sobre a pesquisa e sobre a ação, conforme o andamento da pesquisa-ação e, com isso, pode e deve realizar ajustes, quando julgar adequado.

2.3. Caminhos da Pesquisa

Nesta seção serão apresentadas as características do local onde a pesquisa ocorreu, para uma caracterização do contexto específico, único e indissociável dessa pesquisa; a forma como foram conduzidas as coletas e análises de dados, seguindo parâmetros éticos de pesquisa; e a estrutura final que o trabalho assumiu após todo o processo que se seguiu orientado pela metodologia da pesquisa-ação.

2.3.1. Contexto e Sujeitos da Pesquisa

Segundo Creswell (2007), uma discussão sobre participantes e local deve incluir descrições e considerações a respeito de quatro aspectos: (1) o cenário onde a pesquisa ocorrerá; (2) os atores que serão observados ou entrevistados; (3) os eventos nos quais os atores serão observados ou como serão entrevistados; e (4) o processo, que diz respeito à natureza evolutiva dos eventos vividos pelos atores dentro do cenário. Esta seção se concentrará nos aspectos 1 e 2, ao passo que os aspectos 3 e 4 serão mais destrinchados nas sessões seguintes. O capítulo 3, na seção 3.2, apresenta um quadro com a relação dos encontros em que a pesquisa se processou.

A começar pelo cenário, essa pesquisa foi conduzida em aulas de Biologia, que tomaram parte em uma turma de 2º ano do ensino médio regular. A turma em questão faz parte de uma escola da rede estadual do Rio de Janeiro.

A escola em questão é um CIEP (Centro Integrado de Educação Pública). Os CIEPs ou Brizolões, como também são conhecidos, foram estigmatizados desde o seu projeto como "escolas para pobres" (EMERIQUE, 1997). Isso está atrelado ao objetivo de seus idealizadores, Leonel Brizola e Darcy Ribeiro, de construir uma escola de ensino integral, que atendesse verdadeiramente às necessidades das classes populares, possibilitando a sua escolarização (MOREIRA e SOARES, 2019).

O governo de Brizola (1983-1987) fez duras críticas ao ensino público da época, afirmando que os altos índices de analfabetismo e a baixa escolaridade "denunciavam o elitismo da educação pública" (MOREIRA; SOARES, 2019, p.57).

Após a sua implantação, os CIEPs passaram a oferecer ensino em tempo integral, com quatro refeições ao dia, supervisionadas por nutricionistas, com atendimento médico e odontológico, além de atividades esportivas e culturais.

No entanto, desde as discussões de implementação, o projeto sofreu com a desconfiança e as críticas de que seria uma medida populista/assistencialista e eleitoreira de seus criadores. A grande associação do projeto com a figura de Brizola fez com que os "Brizolões" sofressem com desmontes, após as eleições de 1987 e 1995 (MOREIRA e SOARES 2019). As mudanças de governo fizeram com que as obras de prédios, ainda em fase de construção, fossem abandonadas e o projeto sofreu descaracterização, sobretudo em sua proposta de escola em tempo integral (MOREIRA e SOARES 2019).

Os desafios de se estudar em uma escola pública do Rio de Janeiro se somam às demais dificuldades enfrentadas pelas classes sociais menos favorecidas no Brasil, um país que apresenta desigualdade social severa (CHANCEL, et. al. 2022). Tais dificuldades, como vulnerabilidade alimentar, condições precárias de moradia e saneamento e falta de acesso a tecnologias, foram acentuadas em meio à pandemia de COVID-19. Todas essas condições atravessam o momento da sala de aula e acabam por participar de formas mais ou menos evidentes do processo de ensino e aprendizagem. Cabe aos professores estar cada vez mais atentos aos modos como essas questões afetam, de forma específica, aos alunos de cada turma.

Os estudantes que participaram dessa pesquisa estão envolvidos nesse emaranhado intricado de questões, vivendo na ponta de um processo que vem se desenrolando desde antes do seu nascimento e cujos desdobramentos eles não têm completa consciência, mas sentem em seu dia a dia. Tais estudantes fazem parte de uma turma do 2º ano de escolaridade do ensino médio e retornaram ao ensino presencial após concluir o 9º ano do ensino fundamental e o 1º ano do ensino médio no período da pandemia, em modalidade à distância. A turma esteve composta inicialmente por 27 alunos. Desses, 1 aluno se transferiu para outra unidade escolar no decorrer do ano e 1 aluna não frequentou as aulas presencialmente por razões pessoais. Esses 2 não participaram das atividades de pesquisa. Dos 25 alunos que frequentaram regularmente as aulas, 15 são meninas e 10, meninos. Além desses dois casos anteriores, também teve um aluno (N) que se transferiu para outra turma no último bimestre e, por isso, não participou apenas da 3ª e última atividade de pesquisa.

A turma, no geral, é calma e vários alunos demonstram cordialidade, cumprimentando o professor de forma afetuosa na chagada e na saída. Não se observa, como em algumas turmas, uma sensação de tensão e divisão entre professor e estudantes. O clima é agradável e existe espaço para um diálogo mais aberto e colaboração entre professor e estudantes. Vários alunos demonstram curiosidade e interesse nas atividades.

Sobre o professor regente, ele se enxerga como sendo atencioso, no sentido de buscar entender quais são as dificuldades específicas de cada aluno e se esforçar para encontrar caminhos que simplifiquem e facilitem o aprendizado. Essa característica, no entanto, para alguns estudantes, acaba sobressaindo como incômoda devido à insistência do professor em abordar, repetidas vezes, o mesmo assunto, quando julga necessário. Além disso, o professor também valoriza que os estudantes desenvolvam a sua autonomia em relação à sua aprendizagem e para o seu próprio desenvolvimento. Por isso, estimula os estudantes a contribuírem e participarem com as suas próprias questões, colocações e reflexões durante as aulas; pede que reflitam em grupo e que valorizem as suas ideias, fruto dos seus estudos e reflexões.

Retornando o foco aos estudantes que fizeram parte da pesquisa, uma análise pode ser feita em torno das dinâmicas observadas entre eles no espaço da sala de aula. Para começar, nessa turma, parece se observar dois grandes grupos mais ou menos coesos. Um

grupo dos estudantes que se sentavam nas carteiras mais próximas à mesa do professor (situada no canto oposto ao da porta) e outro grupo de alunos que se sentavam nas carteiras mais ao fundo da sala e distantes da mesa do professor. O primeiro grupo mencionado era constituído pelos alunos que demonstravam uma maior disposição e que participavam ativamente nas aulas, levantando questionamentos e, por vezes, fazendo as suas próprias considerações sobre os temas abordados. Por isso, esses alunos acabavam tendo uma maior participação na condução do caminho das discussões e da aula. O segundo grupo mencionado era constituído por alunos que se apresentavam menos dispostos a interagir diretamente no andamento dos assuntos levados para serem discutidos, mas, no geral, também não demonstravam resistência ao cumprimento das atividades propostas.

Essa divisão, entre alunos mais participativos nas aulas e alunos mais resguardados, também se observava nas relações interpessoais entre eles. Os alunos do grupo que se sentavam mais próximo à mesa do professor conversavam mais entre si e o grupo de alunos que se sentavam mais ao fundo e mais distante da mesa do professor também conversavam mais entre si. Chegado o horário do intervalo, ou mesmo apenas próximo a ele, era comum que alguns alunos do grupo mais ao fundo já se levantassem, demonstrando ansiedade em sair da sala para o intervalo. Já no outro grupo, era comum que alguns alunos pedissem permissão ao professor para permanecer em sala no horário do intervalo e perguntavam se o professor poderia permanecer também em sala com eles, ou, do contrário, a inspetora de corredor iria solicitar que eles saíssem de sala durante o intervalo.

Por ser uma turma participativa, o número de interações fazia com que as atividades tendessem a se prolongar. Isso foi algo que teve de ser levado em consideração na elaboração das atividades, para que não se planejasse mais do que seria possível tratar durante o período da aula. Também, como é comum, no decorrer as aulas, acontecia de se formarem alguns focos de conversas paralelas que acabavam desviando a atenção do tema proposto da aula, mas os estudantes cessavam essas conversas, sem protestos, caso o professor solicitasse.

Por fim, na visão do professor, uma característica se destaca no sentido de tentar passar uma ideia mais geral sobre a turma, a de ser uma turma de alunos gentis. Essa

característica talvez também seja a melhor para ajudar a transmitir uma noção da atmosfera agradável, percebida pelo professor, e que se instalava durante o momento de aula.

2.3.2. Coleta e Análise de Dados

Os instrumentos utilizados para coleta de dados nesse trabalho foram: (1) relatórios das falas dos alunos e dos acontecimentos de sala de aula anotados pelo pesquisador na forma de um diário de campo – foi utilizado um gravador de áudio, de consulta exclusiva do pesquisador, em ordem de auxiliar na captura de detalhes potencialmente relevantes para a análise dos dados –; (2) produções dos alunos, na forma de texto ou de imagem – as produções dos alunos contaram com relatórios, redigidos pelos próprios alunos, contando sobre o seu processo pela atividade proposta; outras produções estimuladas por questionários, direcionados e não direcionados, a partir de aula expositiva e discussões prévias, subsidiadas pelo episódio da história da circulação sanguínea; e produção de uma composição imagética, a partir de um tema gerador.

A fase de análise de dados foi feita em conjunto com o grupo de pesquisa do qual o pesquisador faz parte, o NIEHCC (Núcleo de Investigação em História da Ciência e Cultura). Essa contribuição foi conduzida da seguinte forma: O pesquisador realizava o tratamento dos dados coletados na pesquisa exploratória ou em uma das intervenções, realizava as análises e organizava em forma de uma apresentação para o grupo de pesquisa; então, junto ao grupo, eram conduzidas discussões sobre os resultados e as análises, para que o grupo pudesse apresentar suas considerações; em seguida, pesquisador e grupo de pesquisa discutiam sobre os próximos passos da pesquisa, buscando definir caminhos que fossem alinhados com as respostas observadas dos alunos e tendo em vista os objetivos da pesquisa.

A análise dos dados foi conduzida a partir do método de análise temática. A análise temática é um método para análise de dados qualitativos que busca identificar, analisar, interpretar e relatar padrões, os quais são chamados de temas (SOUZA, 2019).

A análise temática (AT) possibilita uma melhor organização e descrição do banco de dados obtido. Dessa forma, ela faz com que o banco de dados, que antes se parece mais com um emaranhado insolúvel de problemas, se torne mais inteligível, passando, então, a uma fonte rica de interpretações. Sendo assim, a AT contribui para uma melhor compreensão dos dados, facilitando as análises, possibilitando que sejam feitas relações e surjam novas interpretações, que, por conta da AT, agora estão amparadas por uma análise mais ampla e clara dos dados coletados.

Nesse trabalho, utilizamos uma abordagem indutiva para a criação dos temas. Isso quer dizer que não utilizamos uma grade de temas preestabelecida antes da análise. Os temas foram sendo criados e reformulados durante as análises e à medida que ocorria uma melhor apropriação dos dados coletados por parte do pesquisador.

A análise temática, como salienta Souza (2019), é um processo recursivo e não linear, em que o pesquisador se debruça, vez e mais outra vez, sobre os dados, tentando encontrar novos padrões (temas), novas interpretações para os dados e novos pontos de conexão com os objetivos da pesquisa (códigos).

Agora mais direcionado para a prática, no início do processo da análise temática, o pesquisador tenta encontrar pedaços de informação nos dados que sejam considerados relevantes para os objetivos traçados da pesquisa. Esses trechos são registrados na forma de códigos. O pesquisador, então, vai tentar apreender sobre a natureza desses códigos, de forma a organizá-los em categorias temáticas (SOUZA, 2019). Esse é um processo flexível e os temas poderão ser reformulados, de maneira que pareça mais coerente, a fim de que essa organização melhor contribua para atender aos objetivos de pesquisa.

Na subseção 3.2.1 será apresentado um breve relato explicativo do processo pelo qual as categorias temáticas desse trabalho foram criadas. A seguir, procedemos uma descrição das etapas de desenvolvimento desta pesquisa.

2.3.3. Organização da Pesquisa-ação

Esta pesquisa foi desenvolvida através de uma etapa de atividade exploratória,

seguida por 3 etapas de intervenção. Essa estrutura final foi o resultado de um desenrolar que se seguiu, continuamente, a partir da colaboração entre fases consecutivas de planejamento e ação, conforme os ciclos de pesquisa-ação, já descritos neste capítulo. Ao fim das 3 intervenções também elaboramos uma atividade de colagem, que foi pensada como uma atividade de síntese, ou fechamento, para todo o trabalho, que foi desenvolvido com a história da circulação do sangue.

Na atividade exploratória, assim como em cada intervenção, foram utilizados instrumentos de coleta de dados. Em seguida a cada uma dessas etapas de ação, foi realizado pelo pesquisador um tratamento dos dados coletados, a fim de que fossem levados para apreciação do grupo de pesquisa para discussões. Durante esse tratamento dos dados, a identidade dos alunos foi registrada a partir de um código, de forma a preservar o seu anonimato. As discussões realizadas em conjunto com o grupo de pesquisa serviram para auxiliar no entendimento dos resultados das estratégias utilizadas no sentido dos objetivos traçados e na definição dos próximos passos da pesquisa.

Para manter o anonimato dos alunos, seus nomes foram associados a letras, de forma aleatória, e registrada em um quadro para padronização. Os alunos, nesse trabalho, sempre serão mencionados a partir da sua letra, código que é único de cada aluno. Utilizamos um gravador de áudio como recurso para poder extrair o máximo das interações que ocorreram no espaço da sala de aula. Em algumas intervenções, utilizamos, como recurso para registro das reflexões e discussões geradas, questionários e outras formas de registro físicos, como relatórios redigidos pelos alunos e produção de imagens.

2.3.4. Questões Éticas e Identificação dos Sujeitos da Pesquisa

Todos os alunos foram apresentados às condições de participação no trabalho de pesquisa, para que tivessem ciência das implicações da sua participação e pudessem tomar, de forma consciente, a decisão de participar ou não. Uma dessas condições apresentadas foi a garantia da preservação do seu anonimato, sendo assim, da não

vinculação dos dados produzidos por eles de forma que leve à sua identificação. Também foram esclarecidos da não obrigatoriedade da sua participação e que, caso optassem dessa forma, que isso não lhes acarretaria nenhum prejuízo. Cada aluno, então, recebeu duas vias do termo de consentimento livre esclarecido (TCLE), assim como consta no Apêndice B, o qual deveriam levar para apreciação dos responsáveis e para que assinassem, caso não se objetassem à utilização dos dados produzidos pelos seus filhos na pesquisa.

Comunicamos à secretaria estadual de educação (SEEDUC) e à unidade escolar sobre a realização da pesquisa através de um processo de solicitação de autorização de pesquisa acadêmica. A solicitação[1] foi feita na sede da SEEDUC de Niterói. Após realização da solicitação, recebemos a autorização de condução da pesquisa junto à SEEDUC e à unidade escolar.

Como dito anteriormente, para manter ocultas as identidades dos sujeitos participantes da pesquisa, foi criada uma codificação. Uma letra do alfabeto foi sorteada para cada aluno e registrada em um quadro, de forma que não é possível realizar nenhum tipo de associação entre o aluno e o seu código identificador. Apenas o pesquisador teve acesso a esse quadro.

[1] Número de protocolo de processo na SEEDUC SEI-030030/001726/2022.

3. Ampliando a Visão da História da Circulação do Sangue nos séculos XVI e XVII: Pesquisa Histórica e Empírica

Nesse capítulo, descreveremos as atividades que compõem a parte empírica da pesquisa aqui relatada. Conforme preconiza a pesquisa-ação, a primeira ação juntamente aos alunos consistiu em uma atividade exploratória, com o objetivo de levantar um perfil em relação à sua visão de ciência e de justiça social. O levantamento desse perfil serviu para auxiliar no planejamento dos passos seguintes da pesquisa. Os resultados dessa atividade estão descritos no subcapítulo 3.3. A partir da atividade exploratória, foram pensadas 3 intervenções em sala de aula, conforme será detalhado nos itens 3.4, 3.5 e 3.6. A elaboração de uma obra de colagem foi pensada como uma atividade de encerramento e síntese de todo o trabalho desenvolvido com a história da circulação do sangue. Essa atividade de encerramento consta no item 3.7.

Antes de apresentar os dados específicos de cada etapa da pesquisa-ação, os tópicos 3.1 e 3.2 foram acrescentados para auxiliar o leitor, respectivamente, sobre a narrativa histórica utilizada como fonte de elementos para subsidiar as atividades de intervenção e no entendimento da macroestrutura das intervenções, que foram pensados para atuar de forma integrada na promoção de debates sobre o empreendimento científico.

3.1. Um Olhar Sobre a Construção da Visão da Circulação Sanguínea

Neste subcapítulo, será feita uma apresentação do evento histórico da Circulação do Sangue nos séculos XVI e XVII, com intuito de familiarizar o leitor com o evento e auxiliar no entendimento das abordagens, que o utilizaram como base para discussões sobre ciência. Com isso, não pretendemos realizar um relato exaustivo do evento. Para maior aprofundamento nos aspectos desse evento histórico pode-se buscar os trabalhos de Rebollo (2013), Amaral (2021), Ávila (2017) e Klestinec (2011).

O episódio em questão se passa nos séculos XVI e XVII. Nesse período a Europa

estava atravessando um momento histórico que ficou conhecido como o Renascimento. O Renascimento é visto como um momento de profundas mudanças sociais e culturais no cenário europeu e berço da chamada ciência moderna (PIMENTEL, 2007). Como um exemplo pertinente para esse recorte histórico, tomamos a visão do corpo e a prática de dissecação para estudos anatômicos. Segundo Mandressi (*apud* AMARAL, 2021), na alta Idade Média (séc. V a XII) a dissecação não era praticada e isso é algo que ele associa a um *status* sagrado do corpo na doutrina da igreja católica. Mas, ainda segundo ele, a dissecação passa a ser praticada por alguns médicos na baixa Idade Média, tornando-se mais frequente na Itália renascentista.

A prática de dissecação se torna uma tradição dentro da Universidade de Pádua, muito graças à atuação de Andreas Vesalius e isso reflete na formação de William Harvey, que notoriamente realizou centenas de dissecações de animais e humanos em suas pesquisas anatômicas antes de propor a circulação do sangue em seu livro 'De Moto Cordis', publicado em 1628.

Durante o Renascimento, a Universidade de Pádua assume um papel de destaque nos âmbitos das artes, da literatura, da filosofia e na medicina anatômica e clínica. Isso se dá, principalmente, devido à sua localização privilegiada na Itália – local de surgimento do Renascimento Europeu e que facilitava as trocas comerciais com os árabes – e à sua reputação como um ambiente de maior tolerância religiosa e liberdade docente. A Universidade de Pádua também contava com um dos melhores teatros anatômicos para realização de práticas de dissecação em toda Europa (KLESTINEC, 2011). Os teatros anatômicos passaram a ser considerados fundamentais para os estudos da medicina anatômica no século XVII. Essa reunião de fatores fez com que a Universidade de Pádua atraísse as atenções de grandes estudiosos ao redor da Europa e se tornasse um grande centro de troca de ideias. Dentre figuras notórias que passaram pela Universidade, para citar algumas, temos os já mencionados Andreas Vesalius, William Harvey e, também, Galileu Galilei.

Antes de sua passagem em Pádua, Harvey – que nasceu em Folkstone, na Inglaterra – teve acesso à melhor educação disponível na época, graças às boas condições de sua família. O pai de Harvey era um próspero comerciante da região. Harvey estudou na Kings School, dos 10 aos 15 anos, e na Goinville e Caius College, dos 15 aos 21 anos.

A Caius College era considerada a melhor opção para aqueles que mais tarde buscassem o título de bacharel em medicina. No entanto, o próprio diretor da Caius College entendia que outras instituições forneciam melhores condições para a formação em Medicina e, assim, permitia que os alunos partissem para completar seus estudos. Assim, em 1599, depois de obter o título de bacharel em Artes, necessário para obtenção do grau de doutor em medicina, Harvey parte para completar seus estudos na Universidade de Pádua.

Segundo Rebollo (2013), em sua passagem pela Universidade de Pádua, Harvey é profundamente marcado "pela tradição das pesquisas anatômicas" (REBOLLO, 2013, p.47). Em 1602, Harvey recebe o seu título de doutor em Medicina pela Universidade de Pádua. Em 1609, Harvey é indicado ao cargo de cirurgião chefe no St. Bartholomew's Hospital, cargo que ocupou durante 24 anos e que lhe rendeu uma farta experiência clínica e cirúrgica. Antes disso, em 1604, Harvey se casa com Elisabeth Browne. Elisabeth era filha de Lancelot Browne, médico da rainha Elizabeth e, mais tarde, do rei James e da rainha Mary. Como genro de Lancelot, Harvey passa a frequentar os círculos reais, o que lhe permite conhecer pessoas influentes e, assim, conseguir a sua indicação para o St. Bartholomew's Hospital.

Em 1628, Harvey publica o seu livro 'Exercitatio Anatomica de Motu Cordis et Sanguinis in Animalibus*'* ou 'De Motu Cordis'. Nesse livro, Harvey apresenta as suas duas teses para o sistema sanguíneo: a 1ª tese de que o movimento ativo do coração é o de contração e não de abertura com atração do sangue; e a 2ª tese da circulação do sangue. O seu trabalho, que propunha grandes revisões em relação à visão de fluxo sanguíneo da época, sofreu muitas críticas. Dentre esses críticos se encontra Caspar Hofmann, de quem Harvey buscou apoio, mas que acaba se tornando um de seus maiores críticos.

Em 1636, Harvey promoveu uma demonstração pública da circulação do sangue no Teatro Anatômico de Altdorf (Suiça), a pedido da comunidade médica local e com o objetivo de conquistar o apoio de Hofmann e outros anatomistas para o seu modelo (REBOLLO, 2002). "A aceitação da circulação do sangue por Hofmann era de extrema importância para Harvey, pois o médico alemão possuía autoridade e poder para influenciar a comunidade médica da Europa." (REBOLLO, 2002, p.502).

O episódio servirá como base para promover discussões com os alunos sobre temas como: o papel da Universidade de Pádua para a circulação do conhecimento e para

a realização das práticas científicas nesse período dos séculos XVI e XVII; sobre a participação de diversos atores cientistas para a construção da visão da época – contribuindo para a percepção de uma continuidade histórica – ; sobre a participação das condições familiares, das condições financeiras e do *status* social no meio científico; sobre os processos pelos quais ocorre a validação do conhecimento científico.

3.2. Visão Geral

A sequência das atividades aplicadas consistiu em uma atividade exploratória e três intervenções. Essas atividades foram sendo construídas gradualmente, a partir do processo dialógico com a turma e a partir das reflexões realizadas junto ao grupo de pesquisa, em conformidade com a metodologia de pesquisa-ação. A atividade exploratória foi conduzida para extrair dados iniciais que alimentassem o planejamento da primeira intervenção, já colocando em movimento os ciclos de pesquisa-ação. A partir daí, cada ciclo passa a gerar dados que alimentam o próximo ciclo e assim por diante. As três intervenções foram pensadas para serem complementares. Assim, cada intervenção apresenta um pouco mais sobre o episódio histórico e sobre as reflexões a respeito de ciência, preparando os alunos para as questões das intervenções seguintes. As três intervenções serão apresentadas de forma geral, a seguir.

A primeira intervenção foi pensada para apresentar aspectos da materialidade histórica do período, ao mesmo tempo que já contribui para levantar questões a respeito da prática científica na época. A segunda intervenção aprofunda sobre o episódio da circulação, com ênfase maior nas questões que fazem parte da dimensão epistemológica da ciência. Na terceira intervenção, procuramos ampliar as discussões, enfocando a dimensão sociocultural, para fomentar uma visão de coprodução entre ciência e sociedade.

Sabemos que a divisão entre dimensão sociocultural e dimensão epistemológica é artificial, na medida em que não é possível dissociá-las das práticas científicas (NYHART, 2016). No entanto, se torna útil para o ensino que se dê uma ênfase maior a uma ou a outra dessas dimensões em momentos distintos, para que sejam analisadas

separadamente e, assim, possibilitando um mergulho mais profundo sobre as questões. O esquema a seguir é uma representação visual dessa organização:

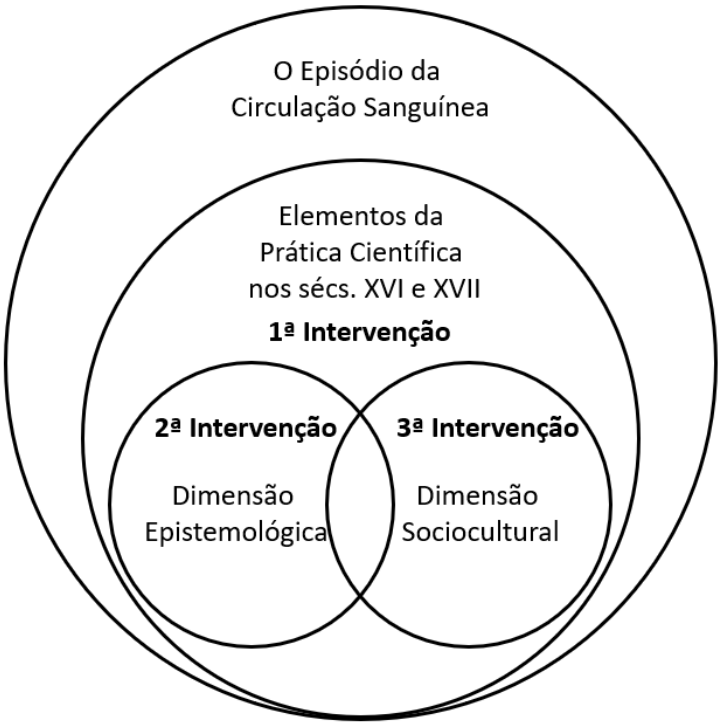


Figura 2 – Representação esquemática das dimensões temáticas principais enfocadas no andamento da pesquisa

Abaixo, segue um quadro com o cronograma das aulas, em que ocorreram a pesquisa empírica e um resumo de alguns dos temas principais, os quais foram abordados e discutidos no decorrer dessas aulas.

Quadro 1 – Cronograma de aplicação das atividades da pesquisa empírica

Aula	Data	Tema Principal	Dimensão Epistemológica	Dimensão Sociopolítica
Estudo Exploratório	10/06	Visão de Ciência e Justiça Social		
1ª Intervenção	12/08	A prática de Dissecação nos séculos XVI e XVII	A valorização da evidência visual;	Estrutura dos Teatros Anatômicos; ritual de dissecação;
2ª Intervenção	26/08	Transição entre Modelos do Fluxo Sanguíneo	Validação da Ciência: coerência interna do modelo;	Validação da Ciência: apoio político;
3ª Intervenção	21/10	Universidade de Pádua e Trajetória de Harvey		O papel da Universidade de Pádua; suporte familiar e financeiro; status e acesso a ambientes exclusivos;

Atividade de Colagem	11/11	Síntese das atividades e discussões

Fonte: Alcântara, 2023.

Todas as discussões que foram feitas anteriormente culminam para que, na terceira intervenção, possamos fomentar uma visão mais ampla da complexidade de elementos que estão envolvidos na produção da ciência.

Todos os dados brutos com as respostas dos alunos aos questionários aplicados foram consolidados no Apêndice F deste trabalho. Esses dados brutos foram organizados e classificados seguindo-se um tratamento de análise temática antes de passar a integrar as análises e discussões que foram feitas ao longo do capítulo 3. A partir da análise temática foi construído um quadro que agrupa as respostas dos estudantes fornecidas no contexto das atividades em categorias temáticas. Essa metodologia de análise de dados, como foi discutida na seção 2.3.2, contribui para uma maior clareza dos dados coletados aprimorando as análises. O quadro completo pode ser consultado no Apêndice G, mas fragmentos dela são oferecidos nas seções correspondentes do capítulo 3 para facilitar ao leitor o acompanhamento das análises e discussões que são realizadas no decorrer desse capítulo.

3.2.1 Organização dos dados em categorias temáticas

No percurso dessa pesquisa, determinadas temáticas foram sendo captadas e registradas a partir das respostas dos estudantes às abordagens utilizadas. Essas temáticas, então, foram utilizadas nas análises sobre as correlações entre os caminhos e estratégias traçados nesse trabalho, em direção aos objetivos de pesquisa. Esse processo será todo visto em detalhes nas próximas sessões, no entanto, antes de prosseguirmos, será feito um breve panorama de como essas respostas foram organizadas em categorias de análise, para auxiliar o entendimento do leitor das próximas sessões.

Na etapa exploratória, as tentativas de categorização da ciência por parte dos estudantes praticamente se resumiram a defini-la como um campo que está voltado para estudos gerais. Os estudantes pareceram se mostrar inseguros em fazer afirmações que

fossem para além dessa colocação genérica, algo que foi entendido como uma indicação de dificuldade em caracterizar a ciência. Também foram identificadas respostas que indicaram uma visão predominantemente positiva da ciência e suas implicações[2] (para considerações mais aprofundadas consultar o subcapítulo 3.3). As análises da fase exploratória conduziram à categorização das respostas dos estudantes nos temas de ‘caracterização da ciência’ e ‘atitude em relação à ciência’. Esses dois temas foram reunidos no supertema de ‘Ciência’. Também, a ‘atitude em relação à ciência’ pode se localizar em dois espectros, ‘positiva ou otimista’ e ‘negativa ou pessimista’, assim, os dois foram reunidos como subtemas participantes nesse tema mais amplo.

O critério utilizado para agrupar respostas nos subtemas de atitude ‘positiva ou otimista’ e ‘negativa ou pessimista’ foi o de conter indicação da atribuição de um juízo de valor. A identificação desse juízo de valor ocorreu a partir da constatação da utilização de termos como "ajuda", "descobre", "cura" e "certo", indicativos de um juízo de valor positivo ou otimista, e passagens como "Não tem como existir" e "Nem todo mundo tem acesso", que indicam um juízo de valor negativo ou pessimista.

A partir de uma dada perspectiva, pode-se elucubrar que, sendo a ciência responsável pela construção de conhecimentos válidos, e que possam vir a se constituir como um "certo" universal, tais noções se tratariam, então, não de juízo de valor, mas de simples constatações acerca do que é a ciência. No entanto, cabe salientar que, o destaque que é feito pelo sujeito, em sua resposta, à determinados aspectos, positivos ou negativos, indica uma intenção, a de transmitir uma dada impressão, positiva ou negativa, e que está associada à sua própria visão daquele objeto, nesse caso, a ciência. Sendo assim, se verifica uma escolha, a qual reflete a atitude do sujeito em relação ao objeto. Isso vale também em se tratando da justiça social.

Diferente da dificuldade em relação à caracterização da ciência, as manifestações dos estudantes em relação à justiça social foram mais extensas e elaboradas. Além dessa maior familiaridade com o tema da justiça social, também foi identificada uma visão pessimista em relação ao objetivo da justiça social. As respostas relativas à justiça social conduziram à criação dos temas de ‘caracterização da justiça social’ e ‘atitude em relação à justiça social’. A exemplo dos anteriores, esses dois temas foram reunidos em um

[2] Para verificar os códigos considerados verificar a sessão 3.3 ou consultar o Apêndice G.

supertema, nesse caso ‘Justiça Social’, e a ‘atitude em relação à justiça social’ também apresentou como desdobramento os dois subtemas ‘positiva ou otimista’ e ‘negativa ou pessimista’.

Posteriormente, e à medida que foram se seguindo as intervenções, outros aspectos de NdC e de Justiça Social, que contribuem para uma melhor caracterização desses dois objetos, foram emergindo. Esses aspectos, então, foram sendo agrupados como subtemas em ‘caracterização da ciência’ e ‘caracterização da justiça social’, respectivamente.

Ainda na atividade exploratória, os estudantes estabeleceram relações entre ciência e justiça social, entendendo que a ciência pode oferecer caminhos para a justiça social, mas, também, que a ciência tem participação nas desigualdades sociais em nosso contexto atual. Essas manifestações resultaram na criação do tema ‘relações entre ciência e justiça social’, constante no supertema ‘ciência e justiça social’. Outros aspectos relacionados a esse tema surgem no decorrer da terceira intervenção, ao que são criados subtemas correspondentes.

3.3. Atividade Exploratória: Visão de Ciência e Justiça Social

Na atividade exploratória, nosso objetivo era coletar dados a respeito da visão dos alunos sobre ciência e justiça social, que pudessem ser utilizados para orientar o planejamento das próximas atividades. Esse é um requisito da pesquisa-ação, conforme Thiollent (1986) e Tripp (2005).

Para isso, foi elaborado um questionário com 3 questões sobre Ciência, Justiça Social e a relação entre ciência e justiça social. As questões foram formuladas em conceito amplo, para não direcionar as respostas e dar liberdade para que os alunos preencham de forma mais intuitiva e que, assim, se aproximem mais da sua visão sobre o assunto. Além disso, os encontros entre ciência e justiça social ainda precisam ser mais explorados na literatura, por isso a escolha de uma questão aberta, para que pudéssemos analisar as respostas dos alunos, em busca de possibilidades de encontros que possam ser explorados.

As questões foram: (1) “Ciência é uma palavra que você já ouviu em várias situações ao longo da sua vida. Como você entende o que é ciência?”; (2) “O que você entende por uma sociedade justa?”; e (3) “Você considera que a produção da ciência se relaciona com justiça social? Explique.”.

Os estudantes se organizaram em seis grupos, de dois a seis integrantes. Nesses grupos, eles foram instruídos a: primeiro refletir e dialogar sobre a questão, buscando chegar a uma visão que fosse resultado das discussões do grupo. Essa visão, então, seria descrita na resposta. Também foi esclarecido que, ao final desse processo de diálogo, poderia surgir uma única ideia, que tivesse a concordância de todos, ou ideias divergentes. No caso de resultarem ideias divergentes, todas deveriam ser descritas na resposta. Depois dessas instruções, as questões foram distribuídas em uma folha de questionário. O questionário, conforme foi aplicado, segue no apêndice A.

Os dados brutos das respostas dos estudantes foram consolidados e seguem no Apêndice F. Esses dados foram analisados seguindo uma abordagem qualitativa de forma a captar categorias de análise ou temas, conforme explicado na seção 2.3.2, presentes na visão dos alunos sobre Ciência e Justiça Social. Essa análise foi conduzida tendo-se em vista que a apreensão das categorias temáticas constantes nas respostas dos estudantes possa contribuir para indicar caminhos, que conduzam a discussões ricas sobre ciência e justiça social, a serem exploradas nas intervenções. O questionário foi aplicado na aula do dia 10 de Junho. As categorias encontradas seguem conforme o quadro abaixo:

Quadro 2 – Categorias de análise identificadas a partir da atividade exploratória:

Supertema	**Tema**	**Subtema**
Ciência	Caracterização da Ciência (C1)	Ciência como um estudo (C1.1)
		Ciência estuda fenômenos físico-químicos e sociais (C1.2)
		Perspectiva de conhecimento científico universal e hegemônico (C1.3)
	Atitude em Relação à Ciência (C2)	Positiva ou otimista (C2.1)
		Negativa ou pessimista (C2.2)
Justiça Social	Caracterização da Justiça Social (JS1)	Igualdade (JS1.1)
		Equidade (JS1.2)
		Noção processual de Justiça Social (JS1.3)
		Valores (JS1.4)
	Atitude em Relação à Justiça Social (JS2)	Negativa ou Pessimista (JS2.2)

Ciência e Justiça Social	Relação entre Ciência e Justiça Social (CJS)	

Fonte: ALCÂNTARA, 2023.

Análises e Discussões:

Falando das temáticas encontradas, a começar pela caracterização da ciência, todos os grupos, com exceção do "grupo 5", destacaram a ciência como um "estudo" (C1.1), mas não aprofundaram o debate sobre os modos como a ciência aborda as questões em ordem de construir e estabelecer as suas visões. Houve apenas uma exceção, o "grupo 2". Esse grupo relaciona a prática de experimentos ao fazer científico. O mesmo grupo também aprofunda um pouco mais a análise sobre o campo de estudo da ciência, discriminando que a ciência também se debruça sobre questões sociais e não apenas "biológicas" (C1.2).

Já em relação à caracterização da Justiça Social, foi considerado que os estudantes efetivamente construíram respostas mais elaboraras e mobilizaram mais aspectos relativos ao assunto. Todos os grupos, com exceção do "grupo 5", elencaram aspectos de justiça social em suas respostas como o conceito de igualdade (JS1.1), aprofundando para questões de gênero, etnia e classe social. O "grupo 1" e o "grupo 3" mobilizaram o conhecimento para problematizar sobre a possibilidade de se alcançar uma sociedade plena em justiça social. Estudantes do "grupo 3" elencaram a "intolerância", como uma das causas para que nossa sociedade não seja justa e, então, conseguiram propor que "ter mais empatia" seria um caminho para uma sociedade mais justa (JS1.4). Já estudantes do "grupo 1" elaboraram uma crítica ao objetivo da justiça social, que passa pela temática da equidade (JS1.2).

Além disso, o "grupo 3" destacou uma visão processual em relação à Justiça social (JS1.3) – "Para a sociedade ser justa seria um longo processo (...)" –, algo que não pôde ser apreendido nas respostas voltadas para a caracterização da ciência. Por isso, nessa primeira análise, a caracterização da ciência foi entendida como um assunto que demanda uma atenção maior em relação à justiça social.

Seguindo, foi percebida também uma indicação de perspectiva em relação à

construção do conhecimento. O "grupo 6" aponta a ciência como representante de "**todo** conhecimento adquirido ... baseado em princípios certos". Um desdobramento para essa visão exposta seria o de que outras epistemologias, não-científicas, não sejam baseadas em "princípios certos". Consequentemente, essa visão poderia dar suporte para que outros saberes, fora do guarda-chuva da ciência, pudessem ser enxergados como "crendices" ou "pseudociência". Isso acaba por conferir à ciência um *status* hegemônico em relação a outros saberes (C1.3).

Outra temática, que foi depreendida das respostas, foi uma atitude em relação à ciência e a justiça social, podendo se enquadrar no espectro positivo/otimista ou negativo/pessimista. Em quatro dos seis grupos, foram identificados trechos indicadores de uma atitude positiva em relação à ciência (C2.1). Essa atitude positiva foi registrada nos trechos "nos ajude a compreender melhor o mundo" (grupo 2); "para descobrir uma cura ou para acelerar o processo de crescimento de alimentos" (grupo 3); "ajudando nas descobertas" (grupo 4); "baseado em princípios certos" (grupo 6). No entanto, e em conjunto com o grupo de pesquisa, também foi avaliado que os estudantes podem ter se sentido mais inclinados a demonstrar essa atitude positiva em relação à ciência devido ao questionário fazer parte de uma aula de uma disciplina de ciências.

O "grupo 2" também demonstra uma atitude positiva em relação à ciência ao problematizar a sua relação com a justiça social. O grupo enxerga que "a ciência também é um estudo da sociedade, com pesquisas para combater a injustiça social." (C2.1; CJS) Nesse caso, não foi considerada uma atitude positiva/otimista em relação à justiça social, porque não fica claro se o grupo considera esses estudos efetivos na condução para uma sociedade justa.

Também identificamos uma expressão de atitude pessimista, em relação à ciência, que se deu por parte do "grupo 3". Essa atitude pessimista aconteceu em uma resposta que relaciona a atuação da ciência para a produção de uma sociedade com mais ou menos justiça social. Para estabelecer essa relação, o grupo se utilizou de um exemplo tirado do contexto da pandemia de COVID-19. O grupo destaca que "nem todo mundo tem acesso aos estudos e, muito menos, aos resultados que a ciência traz. Por exemplo, o estudo das vacinas é feito, mas nem todos têm acesso às vacinas." (C2.2; CJS).

Foi feita uma anotação no diário de campo de retornar a essa temática em sala de

aula, a partir do episódio histórico. Essa temática foi retomada, então, a partir de discussões sobre o acesso desigual às instituições científicas, como à universidade de Pádua, que desfrutava de um *status* central na ciência, no contexto do Renascimento na Europa e, também, ao St. Bartholomew's Hospital. Essa temática, então, é mencionada na 2ª intervenção, mas acabou tendo mais espaço somente durante a 3ª intervenção.

Já se tratando da atitude em relação à justiça social, não foram observadas nenhuma expressão clara de atitude positiva ou otimista, mas houve uma expressão clara de visão pessimista. O "grupo 1" considerou que uma sociedade justa "Não tem como existir ..." (JS2.2). O argumento utilizado para defender essa posição, no entanto, se baseou em uma confusão entre os conceitos de igualdade e equidade e talvez no desconhecimento do conceito de equidade. Segundo o grupo "a sociedade já é desigual e a maior desigualdade que tem é de querer tornar igual o que já é desigual."

Nesse ponto, chama atenção que a ciência foi, ao mesmo tempo, a temática em que os estudantes pareceram ter mais dificuldade na caracterização e, também, a que esteve mais associada a uma atitude positiva. Já em relação à justiça social, ao mesmo tempo que produziram respostas mais elaboradas e problematizadas, o que pode indicar uma maior familiaridade com o assunto, os estudantes também fizeram uma associação com uma atitude pessimista.

Dialogando com Castelfranchi et. al. (2013), a atitude mais positiva em relação à ciência encontrada por parte dos estudantes e, também, associada à uma aparente dificuldade na caracterização da ciência, pode corroborar como uma indicação para uma falta de informação sobre ciência. No estudo analisado por Castelfranchi et. al. (2013), atitudes positivas foram mais frequentes em grupos que declararam não se informar tanto sobre ciência. No grupo com maior grau de formação e no qual os participantes declararam buscar se informar mais sobre ciência, a atitude foi mais diferenciada e, também, se observava uma tendência maior de os participantes responderem "depende", quando perguntados se a ação da ciência é positiva.

Foi levantado, junto ao grupo de pesquisa, que a baixa caracterização da ciência pode ser um reflexo dos dois anos anteriores de atividade escolar, realizados em plataforma digital, em modalidade a distância, durante o contexto de pandemia.

No entanto, nessa primeira atividade, as respostas curtas e algumas genéricas por parte dos estudantes dificultaram que fossem feitas inferências mais conclusivas acerca

da visão dos estudantes, contrariando as nossas expectativas iniciais. Assim, as análises do estudo exploratório acabaram por assumir um *status* de primeiras impressões sobre o perfil das visões da turma acerca de ciência e justiça social. Nesse sentido, as próximas atividades poderão ajudar a estabelecer com mais clareza as perspectivas dos estudantes, fornecendo mais dados que reforcem ou enfraqueçam essas primeiras impressões.

A baixa caracterização da ciência, notada no estudo exploratório, foi o principal motivador para que, na primeira intervenção, tenha se optado por abordar os teatros anatômicos e a dissecação, seguindo-se uma abordagem por meio da análise de ilustrações. Uma das propostas com essa abordagem, visando responder ao que foi analisado no estudo exploratório, foi a de fornecer um exemplar contextualizado e palpável de uma prática científica, para que este servisse como uma fonte ou base mais "sólida", que possibilitasse aos estudantes conduzir as suas próprias reflexões no caminho de aprofundar e ampliar a sua visão sobre o empreendimento científico.

Além do aspecto estrutural, abordado preferencialmente a partir teatros anatômicos; e do cultural, abordado preferencialmente a partir da tradição nos rituais de dissecação, também foram abordadas duas possibilidades de perspectivas epistemológicas, que podem ser adotadas na ciência, a partir da discussão entre a possibilidade de uma perspectiva, que dê maior valorização ao conhecimento livresco ou que dê maior valorização à evidência visual. Essa abordagem e as escolhas de caminhos adotadas serão mais detalhadas no subcapítulo a seguir.

3.4. 1ª Intervenção: A prática de Dissecação nos séculos XVI e XVII

A primeira intervenção ocorreu no dia 12 de agosto e foi organizada em 3 (três) partes, sendo a 1ª e a 3ª partes atividades em grupo. Cinco grupos foram formados. Logo no início da aula, já foi pedido a eles que formassem grupos de 2 a 6 integrantes. Em seguida, tivemos a primeira parte da aula, em que os alunos receberam uma folha de questionário não direcionado, para responder em grupo. A segunda parte consistiu em uma aula expositiva, com auxílio de apresentação de *slides*, sobre a prática de dissecação nos séculos XVI e XVII. E, na terceira parte, cada grupo recebeu um segundo

questionário, relacionado aos assuntos discutidos na aula expositiva.

3.4.1. Questionário não direcionado

Antes da aula expositiva, entregamos para os alunos um questionário, que tinha dois objetivos: levantar as noções prévias dos alunos, sobre como e quem praticava a ciência, em particular relacionadas ao estudo do corpo humano. Além disso, tal atividade deveria servir como um aguçador da curiosidade, para as discussões que viriam na sequência. As questões utilizadas foram: (1) "Você já se perguntou como chegamos aos conhecimentos anatômicos do corpo que temos hoje? Como você acha que foi?"; (2) "Para você, como era o estudo da anatomia humana nos séculos XVI e XVII?"; e (3) "Que atores participavam do estudo do corpo humano nessa época? E hoje?".

As respostas dos estudantes a este questionário não foram estimuladas ou fomentadas por nenhuma abordagem com a história da ciência, conduzida anteriormente nessa mesma aula. Por isso este questionário foi identificado como não direcionado.

Antes da aplicação dos questionários, os alunos foram instruídos a formarem grupos de dois a seis integrantes. Cinco grupos se formaram, no total.

Quadro 3 – Categorias de análise identificadas a partir de questionário não direcionado

Supertema	**Tema**	**Subtema**
Ciência	Caracterização da Ciência (C1)	Experiências em Animais (C1.4)
		Atores da Ciência (C1.5)
		Perspectiva de conhecimento objetivo e crescimento linear (C1.6)

Fonte: ALCÂNTARA, 2023

Análises e Discussões:

Esta atividade teve como objetivo motivar e gerar engajamento pelos temas que

seriam abordados logo em seguida e, também, de contribuir para gerar mais dados sobre o perfil de visão dos alunos de ciência e, mais especificamente, sobre os estudos anatômicos.

Iniciando a análise das respostas, chamou atenção do professor-pesquisador que três dos cinco grupos – grupos "1", "2" e "4" – fizeram menção a estudos, testes ou experimentos em animais não humanos (C1.4), o que foi interpretado como um tema de interesse, por parte dos estudantes. O "grupo 1" diz que os estudos em animais serviam para produzir conhecimentos, que seriam aplicados em humanos. A partir disso, pode-se problematizar: "será que todos os conhecimentos produzidos, a partir de estudos em outros animais, podem ser extrapolados para a fisionomia e a fisiologia humana?"

Também foi observada uma dificuldade na distinção entre os atores da ciência (C1.5). O "grupo 4", quando perguntado sobre os atores que participavam na produção do conhecimento no passado e hoje, aponta "pesquisadores" em meio a químicos, biólogos e médicos e, depois, "cientistas" em meio a médicos e biólogos. O grupo entende que pesquisadores e cientistas têm formações diferentes de médicos, químicos e biólogos? Essa diferenciação sugere uma dificuldade na delimitação da área de atuação e formação desses atores.

O "grupo 4" também faz uso da denominação "Cientistas historiadores". Com essa denominação, o "grupo 4" pareceu querer destacar que eles enxergam historiadores também como cientistas (C1.5). Além disso, Químicos só são relacionados no período passado, o que pode levantar a questão de se na visão do grupo esses químicos estariam associados à Alquimia.

O "grupo 1" associou os estudos do passado a visões míticas e tribais, dizendo que os estudos, no passado, eram realizados por "religiosos e curandeiros". Essa relação entre passado e visões míticas pode estar amparada por uma visão de crescimento linear dos conhecimentos (C1.6), na qual o tempo passado é visto necessariamente como menos desenvolvido e o tempo presente e futuro como mais desenvolvidos. Nesse sentido, a ciência, quando associada ao presente/futuro, é tida como o contraponto e a esperança da humanidade, para superar as mazelas do seu estado primitivo.

Por ter sido uma temática recorrente nas respostas da turma, foi levantado, junto ao grupo de pesquisa, que os estudos com animais poderiam ser retomados durante a 2ª

intervenção, como uma estratégia para despertar o interesse e gerar engajamento. Um momento propício seria durante a exposição de alguns aspectos dos estudos anatômicos de Harvey. Rebollo (2013) afirma que Harvey realizou descrição de órgãos de, pelo menos, 128 tipos de animais.

Além disso, tendo em vista a separação observada na visão dos alunos, entre as disciplinas científicas e a prática de pesquisador/cientista, consideramos na próxima intervenção chamar atenção para a relação sinérgica, que pode haver entre a prática médica e a investigação/pesquisa médica. Para isso, consideramos mencionar na aula expositiva a atuação de Harvey como médico do St. Bartholomew's Hospital. Isso, para fomentar discussões de como esses anos de experiência contribuíram para as suas observações sobre o corpo e, assim, para a construção da sua visão sobre a anatomia humana e do sistema sanguíneo em especial (REBOLLO, 2013).

3.4.2. Caminhos com a HC e Registro das Interações em Sala

Na aula expositiva, foram abordados os teatros anatômicos, em especial o teatro da Universidade de Pádua, como os espaços onde aconteciam as dissecações, sob a forma de demonstrações ou aulas anatômicas. A mudança de olhar em relação ao corpo, a qual possibilitou que as dissecações se tornassem uma ferramenta de estudo anatômico utilizada de maneira mais recorrente, e a valorização da evidência visual, foram dois aspectos que serviram para subsidiar e nortear as discussões em relação à prática médica científica nesse período. Essas discussões se deram tanto sobre a dimensão sociocultural quanto epistemológica da ciência.

Iniciei a aula apresentando que existem poucos registros de dissecações na Europa, durante a Idade Média, e que isso deve estar atrelado à grande influência que a Igreja Católica possuía sobre os modos e a visão dos povos europeus nesse período. O corpo humano era considerado sagrado na doutrina da Igreja e, como consequência, a dissecação era vista como uma prática próxima do profano. No entanto, a caminho do Renascimento (séculos XIV a XVII), a visão cristã perde força e a prática de dissecação

se torna mais recorrente (AMARAL, 2021).

Nesse primeiro momento, eles permaneceram em silêncio, apenas ouvindo, atentamente, ao relato histórico e parecendo curiosos em relação ao assunto, então eu prossegui para a exposição, a respeito da prática de dissecação. Expus que as dissecações tomavam parte em aulas anatômicas ou demonstrações anatômicas. Enquanto as aulas anatômicas eram conduzidas para estudantes, as demonstrações eram eventos abertos ao público em geral. As principais universidades da época, Pádua, Bolonha e Leiden possuíam o seu próprio teatro anatômico, que eram uma estrutura de arquibancada, em madeira própria, para a exibição das dissecações. "Um bom anfiteatro de anatomia tornou-se essencial para qualquer universidade que quisesse ser competitiva no estudo da medicina." (AMARAL, 2021, p.94)

Nesse momento, um aluno perguntou se a pessoa cujo corpo seria utilizado na dissecação poderia ainda estar viva durante a abertura do corpo. Eu comentei que não tenho conhecimento sobre vivissecções nessa época, mas que "se a dissecação em corpos de defuntos já era vista como profana e pouco praticada, imagina com a pessoa ainda viva?". Prossegui relatando que só algumas poucas instituições possuíam autorização real para a prática de dissecações e que a primeira que vez que uma autorização foi concedida a uma instituição médica inglesa foi para o *Royal College of Physicians*, em 1565 (REBOLLO, 2013).

As dissecações seguiam de acordo com um roteiro rígido e tinham um caráter de reafirmação do conhecimento tradicional, contido nos livros de anatomia e não de investigação ou de revisão. Nesse momento, eu apresentei para os alunos uma imagem representativa do ritual de dissecação, segundo a tradição no início do séc. XVI (Figura 3) e pedi que eles dissessem o que depreendiam do processo de dissecação a partir da leitura da imagem. A análise da imagem foi o momento de maior interação por parte dos alunos.

O estudante 'O'[3] considerou que as pessoas de "chapéu quadrado", na ilustração, seriam supervisoras da prática de dissecação. A pessoa no púlpito seria um padre, que benzeria o corpo; a pessoa com a faca, o professor, realizando a dissecação, e os demais seriam alunos. Depois, ele também considerou que a pessoa no púlpito poderia ser um

[3] Para este trabalho, o artigo definido não implica o gênero do estudante em questão.

escriba, devido à forma que estavam as suas mãos.

Alguém pergunta se não tinha anestesia. Outro brinca que a única anestesia seria tomar uma “cachaça” antes das operações. Não consegui identificar pelo áudio quem faz a pergunta e quem faz o comentário.

Eu perguntei se a posição do professor no púlpito indicava algo sobre a sua participação naquele ritual. O estudante ‘O’ respondeu que ele estaria “mostrando como que teriam que ser os procedimentos”.

Após uma rodada de discussões, eu prossegui para a depuração da imagem. Durante a dissecação, o professor se sentava distante do corpo, em uma cadeira alta, onde lia e passava instruções, para que um dissecador, cirurgião barbeiro, fizesse as incisões. Enquanto isso, um assistente aponta os órgãos, para auxiliar a apreensão daquilo que é exposto (KLESTINEC, 2011).

O estudante ‘R’, então, manifestou considerar que as condições higiênicas, durante a dissecação, poderiam não ser ideais, por isso o distanciamento do médico em relação ao corpo.

Segundo Klestinec (2011), os professores performavam o seu domínio dos conhecimentos médicos para a plateia. O corpo assumia um papel secundário, servindo para ilustrar e reafirmar aquilo que já era dado como certo. O que valia, para o professor, era o seu conhecimento dos tratados médicos.

No próximo momento, a imagem de Vesalius (figura 4) é colocada lado a lado com a ilustração, para discutir uma mudança de postura em relação à prática de dissecação. Vesalius teve uma atuação importante para que as aulas de anatomia tenham se tornado menos uma atividade de confirmação do conhecimento tradicional livresco e mais de revisão do conhecimento anatômico. Vesalius defendeu a evidência visual como sendo superior àquela contida nos livros e, assim, promovendo a sua valorização (REBOLLO, 2013).

Figura 3: O ritual de dissecação no séc. XVI, (destaque nosso em amarelo do professor regente da dissecação)

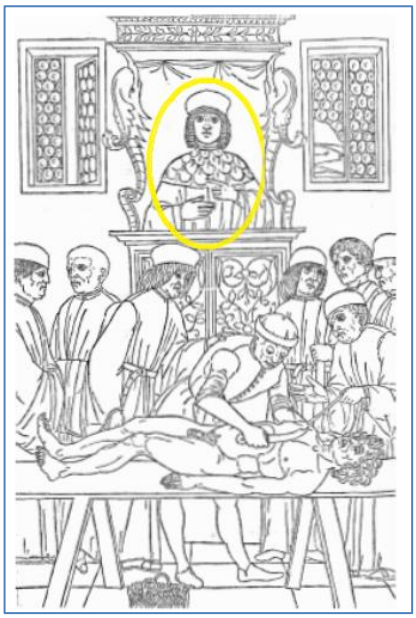


Figura 4: Fragmento do frontispício de "O Fábrica" (destaque nosso em amarelo do professor regente da dissecação)



3.4.3. Questionário sobre as Ilustrações de Dissecação

Nesse momento os alunos receberam o segundo questionário (Apêndice B), constando das duas imagens anteriores, a respeito da prática de dissecação, lado a lado, e as seguintes questões: (1) "Como está o professor, em relação ao corpo dissecado na primeira imagem?"; (2) "Qual é o trabalho do professor, na primeira imagem?"; (3) "Como está o professor, em relação ao corpo, na segunda imagem?"; (4) "Na segunda imagem, o trabalho que o professor realiza é, de alguma forma, diferente daquele realizado na primeira imagem? Explique.".

Quadro 4 – Categorias de análise identificadas a partir do questionário sobre as ilustrações de dissecação

Supertema	**Tema**	**Subtema**
Ciência	Caracterização da Ciência (C1)	Relação entre contexto histórico e fazer científico (C1.7)
		Relação de Poder (C1.8)

Fonte: ALCÂNTARA, 2023

Análises e Discussões:

Nessa atividade, foi observado, pela primeira vez, uma associação direta, feita pelos estudantes, entre um aspecto do contexto da época e a sua implicação no fazer da ciência. Essa relação entre ciência e contexto ficou bem-marcada pela utilização da expressão "naquela época", pelos grupos "1" e "4" (C1.7). Além disso, também foi observado, pela primeira vez, um registro em que os alunos fazem destaque de uma relação de poder presente e participante da prática científica.

O "grupo 1", ao apontar que "o professor (...) não pode chegar perto do corpo, porque naquela época era considerado algo profano" (C1.7), acaba ressaltando a relação entre o contexto e o fazer científico, próprios e indissociáveis desse período e local na história. Esse aspecto da visão da época, em considerar a abertura de corpos como um ato profano, participa na disposição e na atribuição das funções a cada um dos atores responsáveis no procedimento de dissecação e, ao mesmo tempo, também acaba por evidenciar uma diferença de *status* e uma relação desigual de poderes (C1.8), entre os participantes, algo que o "grupo 4" nota e chama atenção em sua resposta. Segundo os estudantes desse grupo, "naquela época os professores ou qualquer pessoa de um cargo mais alto era considerado melhor que os outros." E, o mesmo grupo, também afirma que "(o professor) está em uma posição alta, uma posição de poder." (C1.8). Ao assistente cirurgião, é relegada uma tarefa considerada imprópria, enquanto ao professor, mais distinto, fica a tarefa de orientar a prática, distante dos ares fétidos do corpo morto e próximo aos livros, fonte maior do conhecimento anatômico.

Ainda sobre as relações entre o contexto e a ciência, os alunos do grupo "4" também recuperam uma das discussões, realizadas momentos antes, em que se aborda a valorização da evidência visual, promovida por Vesalius, e que depois deixa marcas na Universidade de Pádua. Vesalius foi apontado como um dos responsáveis por uma transição na forma de se encarar o conhecimento anatômico à época. O "grupo 4", então, na questão que pede para analisar as imagens por diferenças na forma como a dissecação é retratada, aponta que: "Ele (Vesalius) está ... em contato com o corpo ... para fazer as pesquisas ele mesmo ... e em ocasiões até mudar os livros com suas descobertas" (C1.7).

Nessa atividade, os estudantes puderam refletir, de forma mais abrangente, sobre a participação que o contexto tem no processo da ciência, em especial as visões e relações de poder, que permeiam a sociedade, e a ciência não fica à parte disso.

3.5. 2ª Intervenção: Transição entre Modelos do Fluxo Sanguíneo

A visão de crescimento linear e a visão de ciência, como hegemônica em relação à produção de conhecimentos, foram os principais aspectos, dentre os notados nas aulas anteriores, que motivaram a proposta desta intervenção. Foi pensado que discussões sobre a validação do conhecimento científico podem contribuir para a tomada de uma visão menos simplista e mais crítica em relação à construção e o estabelecimento do conhecimento.

O que contribui para que uma ideia seja aceita? Nessa atividade buscamos criar situações para que os alunos refletissem tanto em (1) questões políticas, como na busca de Harvey por aliados políticos da sua visão de circulação; quanto (2) na materialidade histórica, sempre presente, e que podemos perceber, já que Hofmann parte de uma visão estruturada nos conceitos de fluxo sanguíneo da época, para realizar as suas análises e julgamentos do modelo de Harvey. Isso acaba resultando na sua recusa pelo modelo de circulação sanguínea, que hoje é tido como indubitável; e, também, (3) da coerência interna de uma teoria pelo arranjo de suas ideias, que formam um construto lógico e convincente e que constitui por si só uma argumentação da sua validade, para a sua aceitação.

A segunda intervenção foi dividida em 3 partes. Na primeira, uma aula expositiva sobre alguns elementos da prática científica do Harvey, que contribuíram para inspirar e fundamentar a sua visão da circulação do sangue. Na segunda, eles receberam, para analisar, dois modelos didáticos dos construtos de pensamento a respeito do fluxo sanguíneo, um representativo da visão segundo a tradição na época e, outro, da visão proposta por Harvey. Um aluno de cada grupo ficou incumbido de ser o relator da atividade, ficando responsável por anotar quaisquer ideias que surgissem no grupo, a partir da análise dos modelos. Na parte final, foram expostos para discussão os elementos

do episódio do encontro em que Harvey realiza uma demonstração anatômica a Casper Hofmann e dos registros em carta das impressões de Hofmann, a respeito da visão da circulação sanguínea (REBOLLO, 2002). Aos alunos, então, foi pedido que atendessem a duas tarefas: primeiro montar, a partir dos dois modelos do fluxo sanguíneo, um construto que representasse a impressão de Hofmann acerca da visão exposta por Harvey; e, depois, que o utilizassem, para refletir e responder à questão: "Casper Hofmann não ter aceitado a visão de Harvey é um exemplo histórico de que as mudanças de visão na ciência não ocorrem de maneira direta. Não é tão simples. Assim como a história nos ensina, o conhecimento científico está em disputa e muda com o passar do tempo. A partir disso, você concorda que um conhecimento científico passa a se tornar aceito apenas se ele for o certo? Reflita nos assuntos que foram discutidos na aula e nos seus experimentos com os modelos didáticos de fluxo sanguíneo para responder. Escreva pelo menos um parágrafo para justificar a sua resposta."

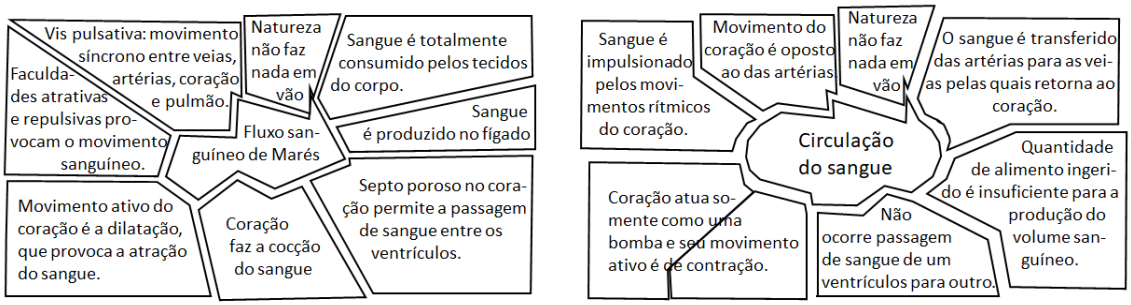


Figura 5 – Modelos didáticos dos construtos de visões de fluxo sanguíneo

Essa atividade com os modelos de fluxo sanguíneo foi pensada para fomentar reflexões, sobre como novas ideias surgem em um contexto em que antigas ideias já estão estabelecidas e moldam a percepção de realidade dos sujeitos históricos. Por conta disso, quando novas ideias surgem, pode ocorrer uma disputa por "espaço", quando as pessoas já têm suas noções de mundo pacificadas e estão confortáveis com elas. Nesse contexto, ideias antigas, que fazem parte de modelos estruturados, e percepções complexas da realidade podem resistir ao estabelecimento de novas ideias. Ao brincar livremente com os modelos, os alunos poderiam refletir, por exemplo, sobre: como pedaços de novas ideias, ao não se encaixar em antigos modelos, poderiam acabar sendo descartadas, para a manutenção da estrutura maior; como o conhecimento pode ser encarado como uma representação da realidade e não a realidade em si, por se constatar que se trata de um

modelo representativo, mas que pode transmitir essa noção de realidade pela sua grande coerência; e que, assim como outros modelos do passado, que eram estabelecidos em seu período histórico e tinham a confiança das pessoas de corresponder a um saber não mediado sobre a realidade, foram substituídos por outra estrutura de conhecimento, também o nosso saber atual está sujeito à críticas e à sua transformação.

3.5.1. Caminhos com a HC e Registro das Interações em Sala

Ao entrar na sala, já pedi aos estudantes que se organizassem em grupos. Pude ouvir o protesto de um aluno que não fui capaz de identificar, “atividade em grupo de novo, não!”

Após concluir os procedimentos rotineiros de início da aula – cumprimentos, chamada dos alunos e montagem do equipamento de audiovisual –, apresentei resumidamente a sequência de 3 etapas, em que a aula correria, e segui para o início da aula expositiva, auxiliada por uma apresentação de *slides*.

Iniciei pelo marco histórico da publicação do livro "De Motu Cordis", em 1628, onde Harvey registra a sua proposição da Circulação do Sangue. Então comentei que, para chegar à sua própria visão de circulação, Harvey se baseou em outros pesquisadores e em suas próprias observações e experimentos, feitos a partir da prática de dissecação. Nesse momento, buscando trazer à tona ligações com a 1ª intervenção, eu perguntei como ele teve acesso aos corpos para a dissecação. O estudante ‘K’ respondeu que “eram os corpos dos presos”. A partir disso, o estudante ‘J’ levantou a questão de como seria conduzido o processo de execução, de forma a não danificar o corpo. Respondi que possivelmente seria enforcado, mas que essa era uma questão interessante de se investigar, porque, ao que parece, a preocupação motivadora da questão pode ser que o método utilizado, de fato, danificasse algumas estruturas, o que poderia prejudicar as observações e ter uma influência nas conclusões geradas.

Eu prossegui com o roteiro da aula para relatar que Harvey também teve muitas oportunidades de observar o interior dos corpos, por conta do seu cargo, como Médico

no St. Bartholomews Hospital, no Reino Unido, cargo que ocupou por 28 anos. Essa informação foi acrescentada a partir da nossa análise das respostas na 1ª intervenção, em que nos pareceu estar ocorrendo uma separação rígida entre a prática das disciplinas científicas e a prática de pesquisa. Por exemplo: prática médica e pesquisa médica; prática da química e pesquisa em química. Em consequência dessa informação, o estudante 'P' comentou que "ele (Harvey) teve um aproveitamento de 102%", porque o seu trabalho permitia tanto garantir uma fonte de renda quanto a possibilidade de seguir com as suas investigações sobre anatomia humana. Eu concordei e dei continuidade, problematizando e perguntando: "como Harvey pôde chegar até esse trabalho "dos sonhos"?" Isto é, que outras coisas poderiam estar envolvidas e que teriam sido importantes para que Harvey pudesse avançar nos seus estudos? A partir desse questionamento, alguns alunos corroboraram a ideia de que existem outras questões, como indicação, envolvidas em ascender a um cargo concorrido. Adiantei que esse seria um dos assuntos explorados na próxima aula.

Eu reafirmei o fundamento da visão de Harvey, em sua formação acadêmica, com os conhecimentos da época, em aulas e demonstrações anatômicas e nas observações da sua prática médica. Nesse momento, como foi identificado como um tema de interesse recorrente nas respostas de atividades passadas, foi acrescida a informação de que Harvey dissecou mais de 128 tipos de animais diferentes, nos seus estudos sobre a anatomia e as funções dos órgãos.

O estudante 'J' perguntou se "abrir (dissecar ou vivisseccionar) animais também era considerado profano. Respondi que, por analogia ao corpo humano, também poderia ser uma prática malvista, mas também é razoável considerar que não o seria com a mesma intensidade.

O estudante 'K' pergunta se "os animais são todos iguais?", o que eu entendi como se 'a fisionomia e fisiologia de outras animais é igual a humana?'. Aproveitei para relacionar à estrutura do coração, que vimos de forma comparada, em uma aula passada. Como vimos, o coração de peixes tem 2 câmaras, ao passo que o de anfíbios possui 3 câmaras e o nosso 4. Mas, mesmo sendo diferentes, existem similaridades, o que torna esse estudo útil para entender a anatomia humana, como no estudo da função dos órgãos, por exemplo. Mesmo possuindo número diferente de câmaras, todos esses corações

exercem a mesma função de bombear o sangue.

O estudante ‘K’ comentou “professor, não sabia que o coração era separado... não separado, mas...”, completei “que tem partes, né!?”, no que ‘R’, o qual não veio nessa aula anterior perguntou: “dentro é oco?” Respondi que sim. Que tem espaços internos, que se enchem de sangue.

Comentei que, “na época, eles não entendiam que o movimento ativo do coração era o de apertar, para empurrar o sangue”. A partir disso, a(o) estudante ‘K’ comentou que “aí eles foram entendendo isso ao longo dos estudos”. Percebi que a palavra “entender” foi ambígua e que pode ter dado margem para uma compreensão diferente da que eu tinha intenção. Não soube muito bem como responder na hora, mas expliquei que eu estava me referindo a qual era o entendimento antes (na época), para depois apresentar a visão (diferente), que o Harvey propõe. O seu comentário sobre a minha fala, me fez pensar que ela pode ter me interpretado como estando reforçando uma visão de evolução linear do conhecimento científico. Algo como: “eles” ainda não entendiam, porque restava essa lacuna no conhecimento e que só veio a ser preenchida mais tarde. Ou, talvez, de que o avanço da ciência é sempre no sentido “certo”, sempre em direção à verdade, então o conhecimento antigo será, em qualquer situação, sempre mais deficiente do que o atual, à medida que a ciência progride.

Continuei comentando sobre a visão da época do funcionamento do coração, como uma caldeira, que esquentava o sangue e misturava com os espíritos vivificantes do ar. O sangue então transportaria esses espíritos, vivificando o corpo, e o calor, aquecendo o corpo (REBOLLO, 2013). Sobre a função de aquecer, para que o sangue distribuísse o calor pelo corpo, “J” perguntou “por que eles acreditavam que era para deixar quente?”. Refletimos juntos um pouco sobre essa questão. As(os) estudantes ‘L’ e ‘J’ foram mais ativos durante essa reflexão. Eu fiz duas considerações: a primeira que essa visão pode estar associada a contribuições de diversos pensadores, ao longo da história, portanto, seria difícil traçar a origem dessa visão; e segundo que, ao afrouxar de um torniquete forte para um torniquete médio, o sangue passa a se acumular nas veias, aquecendo o membro. Essa observação poderia conduzir à ideia de que o sangue transporta calor para o corpo. Essa reflexão se faz interessante porque nos chama atenção para como a observação direta pode ser enganosa. Para além disso, foi interessante, como, principalmente as(os)

estudantes ‘L’ e ‘J’, buscaram uma explicação baseada na racionalidade para o conhecimento antigo, mostrando não fazer um julgamento simples e apressado dos pensadores da época como ignorantes ou incapazes.

Dei sequência para a explicação sobre o cálculo, feito por Harvey do volume sanguíneo para objetar contra o entendimento da época e em favor da visão da circulação. Segundo a visão da época, o sangue era produzido na exata medida da necessidade dos tecidos e era totalmente consumido por eles. Essa visão estava em acordo com o princípio de que “a natureza não faz nada em vão”. Assim, o fígado, que era o órgão responsável por produzir o sangue, a partir do alimento ingerido, precisava manter uma produção constante de sangue, a fim de nutrir os tecidos. Harvey já conhecia pela sua prática, e também, de açougueiros que, cortada uma artéria do corpo, mesmo que de menor calibre, meia hora é mais que suficiente para se esvair todo o sangue do corpo.

> Os açougueiros sabem disso e podem atestar satisfatoriamente, pois quando matam um boi cortando seus vasos do peito, constatam que toda a massa sanguínea escapa em menos de um quarto de hora (REBOLLO, 2013, p.33).

Harvey, então, faz um cálculo multiplicando o volume de sangue ejetado pelo ventrículo esquerdo pelo número aproximado de batidas que o coração aplica em meia hora e chega ao valor de que, em apenas meia hora, o coração bombeia uma quantidade aproximada de 9 litros de sangue. Ele então argumenta que não é coerente que o fígado seja capaz de manter essa produção constante de sangue apenas a partir do alimento que consumimos. O sangue não deve ser completamente consumido, precisando ser constantemente renovado, ele vai argumentar, mas sim, o mesmo sangue deve circular várias vezes pelo corpo antes que precise ser renovado.

O 1º tempo de aula se encerrou e eles foram para o intervalo, de forma que a explicação do experimento com torniquetes teve de ficar para os minutos iniciais da volta do intervalo.

No experimento com torniquetes, a princípio é aplicado um garrote forte na base do braço como representado na figura 6, a seguir. O garrote forte impede tanto o fluxo de sangue nas artérias quanto nas veias, parando o fluxo sanguíneo no antebraço. Com o garrote forte o antebraço começa a perder a coloração viva e o paciente começa a sentir

frio, dormência e formigamento na região. O garrote, então, é afrouxado para um garrote médio, que libera o fluxo sanguíneo apenas nas artérias, enquanto as veias continuam impedidas. Com isso, o aporte de sangue provoca o inchaço das veias do antebraço, tornando-as mais visíveis e o antebraço se torna mais aquecido e com coloração mais viva. Harvey também demonstra a ação das válvulas venosas, impedindo o fluxo do sangue no caminho contrário. Com esse experimento, Harvey buscou demonstrar a presença de anastomoses arteriovenosas, ligação entre artérias e veias, possibilitando que o sangue retornasse de forma cíclica, ao invés de ser completamente consumido nas extremidades do corpo. Ele também demonstra que o sangue flui continuamente, em um único sentido, de artérias para veias, de veias para o coração e deste de volta para as artérias.

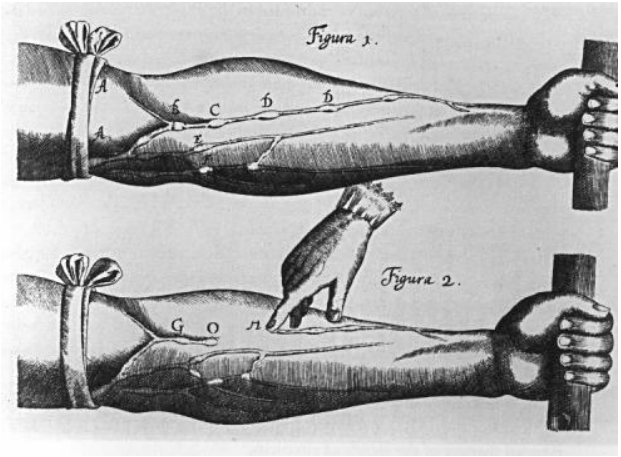


Figura 6 – Ilustração da atuação das válvulas venosas no antebraço a partir de garrote

Depois de explicados esses dois argumentos se encerrou a primeira parte da aula e seguimos para a segunda parte. Na 2ª parte, cada grupo recebeu dois modelos didáticos representativos das visões de fluxo sanguíneo, a visão da época, a qual foi identificada como fluxo de marés, e a visão de circulação do sangue. Depois de entregues os modelos, eu os instruí para escolher um membro do grupo, para ser responsável pela função de relator da atividade. Expliquei que a função do relator seria de anotar as impressões, reflexões e demais manifestações do grupo, que estivessem ocorrendo a partir da atividade.

No primeiro momento, a atividade consistiu em um exercício livre de reflexão sobre os modelos para tentar encontrar elementos de sentido. Nesse momento, a(o) estudante ‘P’ afirmou que era um tipo de quebra cabeças. Alguns alunos concordaram

com ele e outros ficaram apenas me encarando, esperando a minha confirmação. Eu acenei com a cabeça em curvas, de forma inconclusiva, como se dissesse “pode ser e pode não ser”. Eles receberam primeiro o modelo da circulação, para analisar em separado, e depois o modelo do fluxo de marés.

Eu pude ouvir algumas das falas dos alunos, durante essa análise livre. A(o) estudante ‘L’ disse que o modelo é uma forma de “fracionar” os elementos do estudo, para tornar mais didático para o aprendizado.

A(o) estudante ‘G’ disse achar que “é uma composição em que tudo, no final, vai ligar à circulação do sangue. Por isso que a disposição está dessa forma, com a circulação do sangue no centro e as outras coisas que complementam ao redor”.

Eu fui passando nos grupos, para perceber o passo de cada grupo. Em um grupo, que estava tendo mais dificuldade, a(o) estudante ‘C’ me perguntou “pode te odiar agora ou depois?”. Então, passados alguns minutos, em caráter de sugestão, como uma forma de auxiliar alguns alunos, que pareciam precisar de mais instruções, para seguir com a atividade, foi indicado como possíveis pontos de análise o conteúdo em cada modelo – podendo levar a relacionar as ideias contidas em um e outro modelo –, o formato e a disposição das peças em cada modelo e, por fim, uma comparação das semelhanças e diferenças entre um modelo e outro.

Pude ouvir a(o) estudante ‘L’ explicando para os colegas que o segundo modelo estava carregando a visão de fluxo sanguíneo da época, em que se entendia que o sangue molhava os tecidos, sendo absorvido e nutrindo eles, como a maré que molha a areia seca.

O estudante ‘H’ me perguntou, “quando a gente perde sangue, como que vai ser produzido mais?” Eu expliquei que, atualmente, entendemos que o sangue é produzido por células especiais, chamadas de progenitoras, dentro da medula óssea[4]. O estudante ‘V’ achou estranho o sangue ser produzido na medula óssea, mas pareceu aceitar a explicação: “caraca, que doidera, ein!?”

Restando vinte e cinco minutos de aula, eu pedi novamente a atenção deles, para

[4] Foi uma explicação resumida que pareceu apropriada na hora. Mais detalhadamente, o sangue é um tecido composto por matriz extracelular com textura líquida e células sanguíneas. O componente celular do sangue é produzido pelas células progenitoras na medula óssea, no entanto os componentes da matriz extracelular vêm de diversas partes do corpo.

dar sequência à parte final da aula e segunda parte da atividade. Expliquei que Harvey, em 1636, foi ao encontro de outro pesquisador de anatomia, reconhecido no meio científico, chamado Casper Hofmann, a fim de convencê-lo da circulação do sangue. Harvey entendia que Hofmann seria um aliado valoroso, para fazer com que a circulação do sangue ganhasse mais apoio, em meio à comunidade científica da época. Harvey conduz uma demonstração anatômica para Hofmann, no entanto Hofmann não se convence dos apontamentos e argumentos de Harvey em defesa da circulação do sangue. Hofmann escreve uma carta a Harvey, registrando a sua interpretação sobre a e circulação e onde expõe as suas objeções à essa visão.

Alguns fragmentos dessa carta foram selecionados e expostos para os alunos. Os trechos da carta exibidos foram: “Ele (Harvey) quer provar que o sangue é transferido do coração para as artérias (...) e distribuído ao corpo; no corpo o sangue é recolhido pelas veias (...) e volta ao coração, **onde será novamente cozido**"; "**A faculdade atrativa jamais atrairia mais sangue do que aquele necessário**, pois, dessa forma, as partes ficaram inflamadas"; "Você (Harvey) parece atribuir à natureza o caráter do mais rude e inútil artífice”. Nesse último trecho foi destacado que Hoffman acusa Harvey de afirmar que **“a Natureza trabalha em vão”.**

Eles então foram pedidos que utilizassem as peças dos dois modelos livremente para construir um terceiro modelo que representasse o entendimento exposto por Hoffman em sua carta da visão de circulação sanguínea proposta por Harvey. Chegado a esse terceiro modelo, eles então deveriam refletir sobre ‘o que levou Hoffman a chegar nessa outra configuração ao invés daquela primeira configuração que eles tiveram em mãos da circulação sanguínea?’ E ‘como isso pode ter afetado a sua aceitação ou não da proposta de Harvey?’

Notei que eles tiveram bastante dificuldade para conseguir montar a visão do Hofmann a partir dos dois modelos. O tempo da aula estava se esgotando, então eu adaptei que eles levassem os modelos para casa para explorar um pouco mais e passei uma questão final para reflexão. A questão segue: Casper Hofmann não ter aceitado a visão de Harvey é um exemplo histórico de que as mudanças de visão na ciência não ocorrem de maneira direta. Não é tão simples. Assim como a história nos ensina, o conhecimento científico está em disputa e muda com o passar do tempo. A partir disso, você concorda

que um conhecimento científico passa a se tornar aceito apenas se ele for o certo? Reflita nos assuntos que foram discutidos na aula e nos seus experimentos com os modelos didáticos de fluxo sanguíneo para responder. Escreva pelo menos um parágrafo para justificar a sua resposta.

3.5.2. Dinâmica com os Modelos didáticos de Fluxo Sanguíneo

Sobre a dinâmica com os modelos didáticos e os relatórios dos grupos para essa atividade, não foi possível encontrar códigos que pudessem ser associados a algum dos temas delimitados na fase de análise. No entanto, e apesar de nessa etapa não terem sido observados códigos que pudessem ser utilizados na análise temática, os estudantes dos grupos “1” e “4” anotaram que, na opinião dos grupos, os modelos didáticos facilitaram a visualização dos elementos conceituais em cada visão.

Os modelos dos construtos de fluxo sanguíneo tinham como proposta facilitar as difíceis análises a respeito dos construtos da ciência e, assim, contribuir para o objetivo principal da atividade, o qual era que os alunos refletissem sobre a transição entre modelos explicativos na ciência. Sendo assim, essas respostas, por mais que não atentem ao objetivo principal, são pelo menos uma indicação de que os modelos tiveram algum sucesso em ajudar a desenhar um caminho para esse objetivo.

A análise dos modelos didáticos do fluxo sanguíneo pareceu apresentar um grau de dificuldade e complexidade grande demais para a turma. Mas essa estratégia talvez possa ter um melhor aproveitamento para gerar reflexões, se utilizada com alunos do nível superior. Também é possível que, sofrendo alguma reformulação, talvez de forma a estabelecer um processo guiado e não livre, como foi, se possa chegar a um desfecho diferente.

3.5.3. Questão sobre Validação da Ciência

O quadro abaixo relaciona temáticas que surgiram apenas a partir da avaliação das respostas para a questão proposta, ao final da aula, sobre validação da ciência. Isso porque, como foi explicado na seção anterior, os registros das ações com os modelos didáticos, feitos pelos próprios alunos, não resultaram em nenhum código que pudesse ser associado a alguma das temáticas relevantes para os objetivos deste trabalho.

Quadro 5 – Categorias de análise identificadas a partir da questão sobre validação da ciência

Supertema	**Tema**	**Subtema**
Ciência	Caracterização da Ciência (C1)	Perspectiva de conhecimento objetivo e crescimento linear (C1.6)
		Noção processual da ciência (C1.9)
		Validação do conhecimento científico (C1.10)
		Perspectiva de conhecimento argumentativo (C1.11)
		Relações com tecnologia (C1.12)

Fonte: ALCÂNTARA, 2023

Análises e Discussões:

Agora, já em relação à questão que foi passada no fim da aula, foi possível reconhecer diversas temáticas entre as respostas dos alunos. Para começar, foram observadas, pela primeira vez, claras manifestações de um entendimento processual da ciência. Essas manifestações ocorreram por parte dos grupos “1” e “5”. Os dois grupos consideraram que “a ciência está em constante evolução” (C1.9), uma vez que os conhecimentos científicos estão sujeitos a revisão, podendo sofrer alterações com o passar do tempo.

Também, pela primeira vez, a relação entre ciência e tecnologia foi mencionada, como um aspecto participante do processo da ciência, e em especial para a coleta de dados precisos, que contribuam com a elaboração dos conceitos. Segundo o “grupo 5”, “por causa de uma tecnologia não tão avançada, muitas teorias podem ser feitas com base em fatos errados.”

A validação do conhecimento científico, o aspecto de maior interesse nessa intervenção aparece também, estando representado nas respostas do “grupo 1”, do “grupo 4” e do grupo 5”, como veremos. O “grupo 1” considera que “nem todo conhecimento científico aceito está correto”. Essa visão perpassa a reflexão de que a aceitação do conhecimento pela comunidade científica não depende de que esse conhecimento constitua uma verdade objetiva e universal e que outros fatores podem estar envolvidos nesse processo de aceitação e estabelecimento de um saber da ciência. Além disso, o “grupo 4” considerou que: “Um conhecimento científico não passa a ser aceito com base no certo ou errado, mas sim se ele for validado, através de demonstração, investigação, experimentação.” Já o “grupo 5” achou que “nem todo fato científico ou teoria são aceitos, até que se prove o contrário.” Sobre o trecho destacado do “grupo 5”, pela leitura do trecho anterior da sua resposta, interpretamos que houve um equívoco na formulação desse último trecho destacado e o que se quis dizer foi “os fatos ou teorias científicas são aceitos, até que se prove o contrário.”

A visão de crescimento linear dos conhecimentos parece voltar, dessa vez manifestada pelo “grupo 2”. O grupo em questão coloca que **“**hoje em dia, eles sabem o que é correto ou não” (1.6). Esta fala, como aquela da 1ª intervenção, parece encarar o tempo passado e presente a partir de uma lógica tal que encara a história do conhecimento humano como inevitavelmente ascendente e, assim, o conhecimento das gerações passadas sempre se encontrará em um patamar inferior.

No entanto, desta vez, tal perspectiva não esteve sozinha. O “grupo 4” também expõe, de forma alternativa, que a proposta da circulação sanguínea se apresentava como uma alternativa à visão anterior, graças à sua maior capacidade explicativa – “conseguiu explicar com mais clareza a movimentação sanguínea” – e isso era algo que poderia ser defendido “através de demonstração, investigação, experimentação”, segundo o mesmo grupo. Sendo assim, o grupo pareceu enxergar a transição entre visões de fluxo sanguíneo, que se deu no séc. XVII na ciência, a partir de uma perspectiva do conhecimento como argumentativo e não como a simples substituição de uma visão incorreta por um certo objetivo.

Por fim, foi considerado que, por mais que a atividade com os modelos de fluxo sanguíneo não tenha tido o sucesso esperado, – o que avaliamos se deve ao grau de

complexidade desse tipo de reflexão –. Assim, pudemos notar mais uma vez relevância dos esforços em aprofundar o debate sobre esse aspecto da ciência, quando novamente surgiu uma manifestação que parece pautada em uma visão simplista do processo de evolução histórica dos conhecimentos.

3.6. 3ª Intervenção: Ampliando a visão sobre o episódio da Circulação do Sangue: um olhar para além da visão de "Descoberta"

A terceira intervenção foi pensada para abordar (1) o acesso a instituições científicas, demanda surgida já no estudo exploratório e durante a 1ª intervenção; (2) aprofundar as relações entre o contexto histórico e a ciência; e (3) retomar discussões relacionas à justiça social.

A terceira intervenção foi realizada no andamento do quarto bimestre letivo. Essa intervenção se iniciou com uma aula expositiva. A aula explosiva foi direcionada por uma apresentação em *slides*, preparada previamente. Na sequência, os estudantes receberam uma folha, com uma questão para refletir e elaborar uma resposta em grupo. Por fim, foi pedido a eles que respondessem a uma segunda questão desencadeada pela primeira.

3.6.1. Caminhos com a HC e Registro das Interações em Sala

O ponto de partida dessa aula foi a Universidade de Pádua e o seu estabelecimento, como um centro de referência do renascimento científico da Europa, atraindo diversos nomes de pesquisadores de diversas partes, interessados em participar desse momento de vanguarda, que despontava na universidade. A sua localização privilegiada foi destacada como um dos elementos responsáveis pelo fato de a universidade ter despontado no cenário acadêmico, nesse período. Em relação a isso, argumenta-se que (1) a Itália foi o local de surgimento do renascimento cultural e econômico, que depois se irradia para o

restante da Europa; (2) sua proximidade com a Ásia garantia importantes trocas comerciais e culturais; e (3) apresentava um ambiente de maior tolerância religiosa e liberdade docente. Além disso, para aqueles que pretendiam trabalhar na área médica, com foco especial voltado para os estudos anatômicos, a Universidade de Pádua também estava equipada com um dos mais importantes anfiteatros anatômicos de toda Europa.

Por essas questões, a Universidade de Pádua passou a receber estudantes e pesquisadores de todas as partes. Cada um tendo também deixado a sua marca na instituição. Era um espaço de trocas e que se enriquecia, cada vez mais, com contribuições de todas as partes. Quem passava por Pádua, então, era formado em meio ao seu espaço, mas também ajudava a formar e remodelar a sua tradição acadêmica. Esse é o caso, por exemplo, de Andreas Vesalius que, atraído pela maior liberdade acadêmica, um dos motivos do prestígio da Universidade de Pádua, também contribui para uma valorização da evidência visual nos estudos de anatomia, que se perpetua e acaba por ressoar, mais tarde em William Harvey, em sua passagem por Pádua (REBOLLO, 2013).

Além de Vesalius e Harvey, também foram citados Realdo Colombo (1516-1559), Nicolau Copérnico (1473-1543) e Galileu Galilei (1564-1642). Colombo foi aluno e sucessor de Vesalius, tendo atuado como professor na Universidade de Pádua, entre 1544 e 1559 e, também, ficou conhecido pela sua descrição da circulação pulmonar em sua obra 'De re anatomica'. Copérnico e Galileu, os quais dispensam apresentações, foram trazidos para exemplificar o impacto dos pesquisadores, que passaram pela Universidade de Pádua, também em outras áreas, no caso a matemática e a astronomia, e não apenas na medicina e, mais particularmente ainda, não só relacionado à circulação do sangue. A estratégia teve resultado, uma vez que um dos alunos rompeu a falta de comentários, até então, para dizer: “Ah, eu tava achando que a Universidade de Pádua tivesse sido importante só na medicina e na circulação do sangue, mas ela foi importante em outras áreas também, né!?” Esse comentário foi feito pelo aluno ‘P’, ao que eu respondi “Sim! Com certeza. Galileu, por exemplo, era matemático e estudava astronomia. Ele foi atraído pela Universidade de Pádua, entre outras coisas, pela sua relevância e pela sua fama de possuir um ambiente de maior liberdade acadêmica. Pádua foi um grande centro de referência também nas Artes, na Literatura, na Filosofia e por aí vai.”

Na sequência, partimos da Universidade de Pádua, num nível mais abrangente,

para abordar alguns aspectos da trajetória de Harvey. Pontuei que Harvey teve acesso ao melhor ensino disponível para ele na época (REBOLLO, 2013). Nesse momento, discutimos sobre o acesso e a universalização do ensino. Quem nessa época teria acesso a ensino formal? No Brasil atual, a educação é um direito público, previsto na constituição de 1988 e na LDB (1996), como um dever da Família e do Estado. Mas não podemos deixar de fazer o exercício de imaginar como seria nesse período na Europa, nos séculos XVI e XVII. Cinco séculos atrás, as coisas poderiam ser bem diferentes. O pai de Harvey foi um rico comerciante e, por isso, pôde oferecer a seu filho o melhor ensino. Mas essa poderia não ser a sorte da maior parte das famílias. No Brasil, mesmo o Estado tendo reconhecido a educação como um direito social desde a década de 1930 (TREVISOL; MAZIONNI, 2018), a oferta de escolas é uma realidade recente. A política dos CIEPs, por exemplo, que expandiu o acesso ao ensino básico no Rio de Janeiro, é uma política que começou a ser implementada apenas na década de 1980.

O ensino escolar, na Inglaterra e na Europa, nesse período dos séculos XVI e XVII, iniciava-se a partir dos 10 anos de idade. Antes dessa idade, a oferta de ensino vinha de professores itinerantes, contratados pela família (REBOLLO, 2013). Harvey iniciou a sua formação com professores itinerantes. Depois, ele estuda na Kings School, dos 10 aos 15 anos de idade, na Goiville e Caius College, dos 15 aos 21 anos (4 + 2 anos, respectivamente), e na Universidade de Pádua dos 21 aos 24 anos.

A Caius College, localizada em Cambridge, na Inglaterra, era considerada a melhor opção da região, para aqueles que mais tarde buscassem o título de bacharel em Medicina. Mesmo assim, ainda era reconhecido como deficitário, em relação a outras grandes universidades, em especial à Universidade de Pádua, a qual já despontava como o grande centro de estudos anatômicos e clínicos da época. Por isso, em 1599, Harvey parte para Pádua, a fim de completar a sua formação médica.

Tomamos um tempo para refletir sobre quais seriam os meios disponíveis de viagem, nessa época, e quais seriam as condições necessárias, financeiras, por exemplo, para viabilizar essa viagem de estudos. A viagem tem origem na Inglaterra e seu destino é Pádua, em Veneza, bem antes da unificação da Itália. Harvey estudou na Universidade de Pádua de 1599 até 1602, quando conclui o seu doutoramento em Medicina. Nesse momento da aula, então, fizemos os seguintes questionamentos: “como era viajar nessa

época?"; "quais eram os meios de transporte disponíveis? Carro, avião?... Navio, Carruagem, talvez!?"; "Quanto tempo de viagem demandaria para realizar esse percurso, que hoje levaria apenas algumas horas de avião? Dias? Semanas? Talvez meses?"; "Quantas paradas em alojamentos, para passar a noite, será que seriam necessárias?"; "Quanto será que custaria, financeiramente, para viabilizar a viagem e a estadia em Pádua, nesse período de quatro anos, para concluir os estudos?"; e "será que esse tipo de viagem estaria acessível a qualquer pessoa? O que isso diz sobre as condições familiares de Harvey?"

Especulamos que seriam necessários vários dias de viagem, talvez semanas ou até mesmo meses. E por diversos meios de condução. Navio, "charrete" etc. Diversas paradas seriam feitas, para passar a noite, em estalagens. E que a bagagem também seria maior, para seguir esse caminho. Mais que uma simples mala de mão. Talvez com vários livros. E consideramos que precisaria ter uma situação financeira abastada, para poder arcar com os custos dessa viagem e estudos por esse período longo que Harvey permaneceu em Pádua.

Em 1602, Harvey conclui a sua formação médica pela Universidade de Pádua. Em 1604, ele se casa com Elizabeth Browne, filha de Lancelot Browne, médico da rainha Elizabeth e, mais tarde, se torna médico do rei James e da rainha Mary. Como genro de Lancelot, Harvey passa a frequentar os círculos reais e, atrelado a isso, em 1609, ele é indicado ao posto de médico do St. Bartholomew's Hospital. Uma de suas atribuições era participar das operações cirúrgicas. Boa parte de sua experiência clínica e cirúrgica veio dos 24 anos que permaneceu no St. Bartholomew's Hospital.

A estudante 'K' me perguntou se esse hospital ainda existia. Eu tinha uma imagem atual do hospital na apresentação de *slides*, que aproveitei para mostrar, logo em seguida. Na sequência, discutimos sobre a indicação de Harvey ao cargo de cirurgião chefe do St. Bartholomew's. O estudante 'P' considerou que essa indicação dependeria de uma competência demonstrada por Harvey. Pontuei que, a despeito disso, uma indicação também poderia envolver questões políticas, de cunho menos técnico, como trocas de favores ou, simplesmente, por ter conquistado a simpatia do seu benfeitor. Mas isso envolveria possuir alguma ligação com pessoas influentes, algo que o casamento proporcionou.

A partir desse momento, eu pedi que eles se organizassem em grupos e distribuí uma folha a cada grupo, constando uma questão, em que eles deveriam refletir em conjunto e elaborar uma resposta, a qual contemplasse a visão ou as múltiplas visões que surgiram a partir da questão proposta.

3.6.2. Questionário sobre a trajetória de Harvey

Ao final da aula expositiva, pedi aos alunos para se organizarem em grupos de 3 (três) a 5 (cinco) integrantes. Uma folha constando de uma questão para reflexão foi entregue a cada grupo. Eles, então, foram orientados a refletir e elaborar uma resposta que contemplasse as ideias que foram levantadas a partir da seguinte questão: “Você acha que a trajetória de Harvey contribuiu de alguma forma para a proposição da circulação do sangue? Como?”

Na semana seguinte, uma segunda questão foi proposta e dita oralmente aos alunos, na forma de uma explicação ampla e citando alguns exemplos de caminhos que pudessem contribuir para uma melhor visualização da proposta da questão. Uma formulação foi elaborada pelo grupo 4 e, em seguida, repassada para os demais estudantes, porque pareceu auxiliar no entendimento da proposta. A questão assumiu, então, a seguinte forma: “Para uma pessoa que nasce no Brasil hoje, quais são as condições dela para virar um cientista?” Para responder a essa segunda questão, os estudantes foram instruídos a formar os mesmos grupos que atenderam à primeira questão. Eles então receberam a mesma folha, em que responderam a primeira questão na aula anterior. Foi indicado que respondessem à segunda questão no espaço restante da folha e levando em consideração a sua resposta à primeira questão.

O quadro abaixo lista as categorias temáticas, que foram encontradas na análise das respostas, referentes às duas questões oferecidas para reflexão dos assuntos discutidos na 3ª intervenção. Cabe fazer uma distinção de que todos os códigos relacionados às temáticas de “Articulação entre C. e J.S.” emergiram das respostas à segunda questão. Já, dos códigos referentes à temática de Caracterização da Ciência, apenas um teve origem

em respostas à segunda questão, enquanto os demais se originaram da primeira questão.

Quadro 6 – Categorias de análise identificadas a partir do questionário sobre a trajetória de Harvey

Supertema	**Tema**	**Subtema**
Ciência	Caracterização da Ciência (C1)	Perspectiva de conhecimento objetivo e crescimento linear (C1.6)
		Relações entre contexto histórico e fazer científico (C1.7)
		Noção processual da ciência (C1.9)
Ciência e Justiça Social	Articulação entre C. e J.S. (CJS1)	Igualdade (CJS1.1)
		Relações com o contexto histórico (CJS1.2)
		Relações com Tecnologia (CJS1.3)

Fonte: ALCÂNTARA, 2023

Análises e Discussões:

Mais uma vez a perspectiva de crescimento linear, e sempre ascendente, do conhecimento volta a ser manifestada. O grupo "1", apesar de demonstrar concordância com a noção de que a trajetória de Harvey tenha participado para a proposição da circulação do sangue, segue outra linha de raciocínio, apresentando, então, a sua visão de que, Harvey, como representante do conhecimento atual acerca do sistema sanguíneo, deva ser encarado como o responsável por deixar uma "notável contribuição para o desenvolvimento da ciência" (C1.6), pela sua descrição correta acerca dos detalhes do sistema circulatório. O "grupo 3", por sua vez, apresenta um argumento em favor da contribuição da trajetória, que consiste no papel que as instituições de ensino tiveram na formação do seu pensamento médico (C1.7) – "... com todo o trajeto entre as universidades e ele tendo buscado conhecimento entre elas, ele foi moldando a sua própria perspectiva sobre a circulação do sangue no corpo humano". No final, o "grupo 3" também se posiciona com uma perspectiva em relação a esse conhecimento como objetivo: "e assim dando origem em um fato para a ciência" (C1.6).

Além do "grupo 3", também os grupos "2" e "4" consideraram o aspecto da relação entre o contexto histórico com o fazer científico. O "grupo 2", assim como o "grupo 3", também destaca a importância da formação acadêmica, mas, parece ir além,

considerando, também, um papel diferenciado para a Universidade de Pádua. O grupo considera em sua resposta que, por conta de seu *status* no cenário científico da época, a Universidade de Pádua pode ter dado maior projeção às ideias de Harvey e, assim, contribuindo para o seu reconhecimento (C1.7): "... mesmo que Harvey tenha tido destaque por suas formações acadêmicas, ele teve a maior parte do seu desenvolvimento na Universidade de Pádua, onde suas hipóteses ou ideias foram reconhecidas". Já o "grupo 4" chama atenção para as contribuições que o aspecto financeiro e o *status* social da família de Harvey podem ter conferido a ele (C1.7): "sua situação financeira e o lugar que sua família ocupava na sociedade ajudaram bastante."

Foi identificada noção processual da ciência, quando o "grupo 2" afirma que a proposição de Harvey, para o fluxo sanguíneo, é "tanto usada quanto adaptada para os dias de hoje". Nesse trecho o grupo parece querer chamar atenção para o fato de que, ao longo dos anos, o conhecimento científico sofre alterações, as quais podem ocorrer a partir de contribuições de outros pesquisadores e de revisões.

Agora, em relação às respostas direcionadas para a segunda questão, uma surpresa foi observar que um dos grupos (grupo 2) enxergou alguma representatividade na trajetória de Harvey. Os estudantes estabeleceram uma relação entre o Brasil atual e o Reino Unido, no tempo de Harvey. Ambos foram vistos pelos alunos como localidades que não têm grande destaque no cenário científico. Por isso, é o seu entendimento que nascidos nesses países (Brasil atual e Reino Unido renascentista) não estão em condições iguais com nascidos em outros países que apresentam instituições de ensino mais bem conceituadas e, portanto, com maior impacto na ciência, cada qual em seu contexto. Segundo o grupo, "foram vistos seus esforços (de Harvey) até chegar em Pádua e, provavelmente, um brasileiro teria as mesmas dificuldades, diferentemente de uma pessoa nascida em um país privilegiado", como é o caso do Reino Unido no século XXI (CJS1.1).

Outra manifestação foi feita em relação às condições de acesso de Harvey aos estudos, porém em sentido contrário. E mais uma vez o exemplo de Harvey serviu para estabelecer um paralelo com os estudantes brasileiros. Dessa vez, o olhar esteve voltado para Harvey, por seus privilégios de pertencer a uma família financeiramente abastada. Os alunos do grupo 1 apontaram que "No Brasil, as chances de se tornar um cientista são altas apenas para quem tem condições financeiras, que possam ser investidas nos estudos,

assim como William Harvey tinha condições." Sendo assim, os alunos reconheceram o cenário brasileiro como desigual e notaram como essas diferenças de acesso, por diferentes membros da sociedade, criam condições desiguais para se tornar um cientista.

Outra questão discutida em sala foi sobre a universalização do acesso à Educação. Foi dito que, antes dos 10 anos, o ensino não era oferecido em escolas, mas sim por professores itinerantes. Isso gerou uma discussão sobre se todas as crianças teriam acesso a esse ensino de qualidade ou apenas as crianças com melhores condições sociais e financeiras. A respeito disso, o “grupo 4” considerou a situação atual no Brasil, em que o ensino básico é oferecido de forma gratuita para toda a população, como um avanço, em relação ao contexto apontado no episódio. Eles disseram: "hoje está mais acessível, você pode estudar antes dos dez anos de idade e, se sua família não tiver condições, você pode tentar a bolsa, então hoje está um pouco melhor de conseguir se formar." (CJS1.2).

A relação entre a Tecnologia e a Justiça social também surgiu, a partir dessa abordagem. O “grupo 2” considerou que avanços tecnológicos, por si só, não dão conta de resolver problemas sociais, ou mais especificamente, a desigualdade de condições entre pessoas, que fazem parte de diferentes classes sociais: – “tudo depende da condição que for dada porque, mesmo com avanços tecnológicos, também constará a questão da classe econômica, em que ele se instala” – (CJS1.3).

3.7. Atividade de Colagem

Essa atividade foi pensada para servir como uma síntese, que integrasse tudo o que foi discutido ou trabalhado, de alguma forma, sobre a história da ciência, envolvendo o episódio da proposição da circulação do sangue.

A proposta de atividade, endereçada aos estudantes, foi de fazer uma colagem manual ou digital, destacando aspectos que foram abordados e discutidos em sala de aula, sobre o episódio da circulação sanguínea. Foi instruído que a colagem deveria ser feita em grupos de 2 a 5 integrantes, ter o tamanho de uma folha A4 e que, juntamente com a colagem, deveria constar um texto explicativo de um parágrafo, para auxiliar no

entendimento dos sentidos e intenções dos alunos/autores ao criarem seu trabalho artístico. Essa proposta, juntamente com instruções para sua realização, foi entregue por escrito. A folha de atividade se encontra no Apêndice C.

Na mesma aula em que essa atividade final foi passada, conjuntamente foi entregue uma folha com explicações sobre o que é uma arte de colagem (Apêndice E), dicas de procedimentos e materiais que podem ser utilizados para auxiliar no processo de produção e exemplos de artes de colagem, para servir de inspiração. Além desse material, eles também receberam algumas revistas científicas antigas, que eles poderiam utilizar como fonte para extrair imagens. Uma alternativa também era pesquisar imagens na internet, para imprimir e recortá-las ou até mesmo fazer a colagem digitalmente e imprimir o produto final.

Como uma forma de auxiliar no processo criativo de produção e, também, de coletar dados sobre esse processo, uma folha de relatório foi entregue a eles com algumas questões, que tinham a função de ordenar esse processo criativo. Essa folha se encontra no Apêndice D.

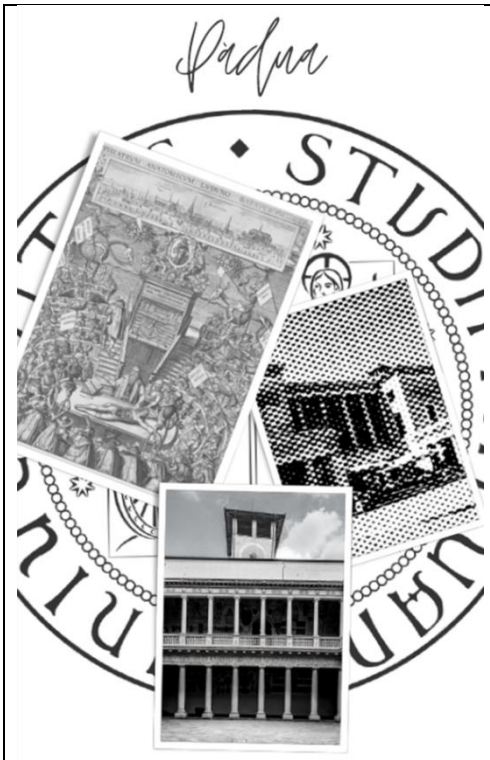
3.7.1. Trabalhos de Colagem

Os trabalhos de colagem foram solicitados na aula do dia 28/10 e entregues em 11/11. Quatro grupos entregaram uma arte final destacando alguns aspectos do episódio, como uma espécie de “fechamento” para as atividades com a HC. A seguir, descrevemos e comentamos os trabalhos de colagem:

3.7.1.1 - Grupo 1: J, L e R

Quadro 7 – Colagem artística, considerações e relatório da atividade do grupo 1

	Parágrafo explicativo da obra:

	"Para desenvolvimento dessa arte, eu me inspirei nos métodos da antiga Grécia e seus majestosos prédios." "Também é importante falar sobre a imagem do teatro anatômico, pois lá os estudantes compareciam para assistir aulas e aprimorarem suas teses sobre o funcionamento dos órgãos do corpo." "E a imagem no fundo como mencionado é o brasão da "Università de Padova" em sua língua nativa."

Relatório da Atividade de Colagem	
Q.1	"Falar sobre universidade de Pádua ou sobre teatro anatômico."
Q.2	"Sobre a Universidade de Pádua pois na visão do grupo tem como abrange(r) maior conteúdo."
Q.3	"Mostrar o nome da universidade (importância) e falar sobre os elementos."
Q.4	"O brasão de Pádua no fundo, e duas imagens da universidade, e uma sobre o teatro de anatomia."
Q.5	"Uma imagem ficou de fora pois não (coube) na composição da arte."
Q.6	"Explicar sobre a importância da universidade para os estudantes naquela época e a falta de algo que não foi identificado."

Fonte: ALCÂNTARA, 2023

Em conversa, com um dos membros do grupo, foi explicado que a colagem tentou remeter à Grécia antiga, pela associação entre os estudos da anatomia abordados no episódio, com uma retomada do modo de pensar na Grécia antiga. Pareceu-lhes que o olhar estava se voltando para o corpo, como fonte de inspiração das explicações, deixando de se buscar explicações no plano mítico e que, aliado a isso, a sociedade estava se desenvolvendo.

Análise do tópico:

De tudo que foi abordado nas aulas, o grupo escolheu destacar a participação da Universidade de Pádua e dos teatros anatômicos para o desenvolvimento da ciência no período estudado (C1.7).

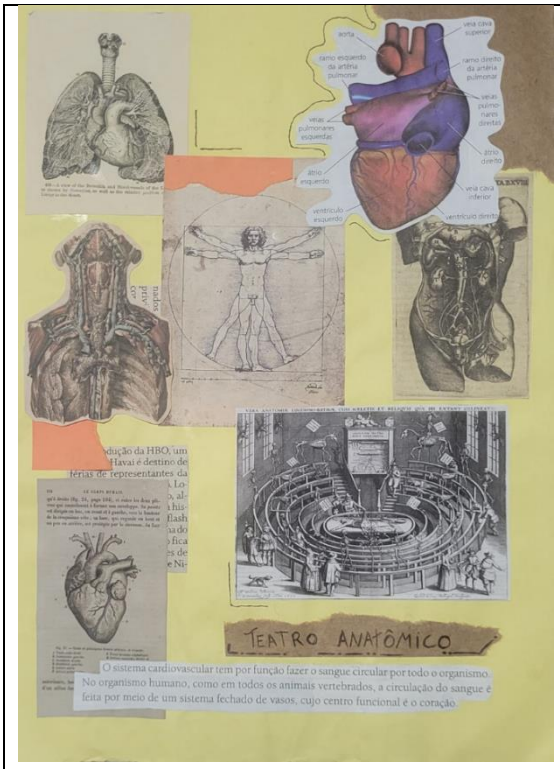
Como dito anteriormente, em conversa com um dos membros do grupo, foi relatada a intenção de que a arte remetesse a um movimento de transição na perspectiva sobre o conhecimento, ocorrida no período do evento histórico estudado. Esse movimento estaria por trás das mudanças de rumo que o conhecimento assume, durante e a partir do período do Renascimento. Essa mudança de perspectiva foi associada, pelos membros do grupo, apesar de não ter sido apresentada dessa forma nas aulas, como uma retomada do modo de pensar na Grécia antiga. Na 1ª intervenção foi discutido sobre uma valorização da evidência visual, promovida pela figura de Andreas Vesalius, mas não restrita a ele, e que se perpetua nos modos da Universidade de Pádua posteriormente (C1.7).

O grupo pareceu trazer uma noção prévia, em relação ao período do Renascimento, sobre nesse período ter ocorrido uma retomada dos modos de pensar na antiguidade clássica, particularmente associado à Grécia antiga. Essa noção prévia então parece ter sido relacionada às discussões feitas em sala de aula e participado da sua reflexão e da sua forma de compreender e ressignificar os temas que foram abordados nas aulas, tendo finalmente emergido na construção da sua atividade de colagem.

3.7.1.2 - Grupo 2: A, I, K e J

Quadro 8 – Colagem artística, considerações e relatório da atividade do grupo 2

	Parágrafo explicativo da obra:

	"A colagem mostra as descobertas feitas acerca da circulação sanguínea, tendo o sistema cardiovascular como foco principal, mas mostrando também os teatros anatômicos em que ocorriam as dissecações (muito importante para o estudo) e o estudo da anatomia durante o renascimento."

Relatório da Atividade de Colagem	
Q.1	"Anatomia humana, dissecação e sistema cardiovascular."
Q.2	"Sistema cardiovascular. Porque no organismo humano a circulação do sangue é feita por meio de um sistema fechado de vasos sanguíneos, cujo centro funcional é o coração."
Q.3	"Que o sistema cardiovascular tem como função fazer o sangue circular pelo organismo."
Q.4	"Foram utilizados: uma folha A4, recorte de jornal para sobreposição, papel pardo para sobreposição, ilustrações sobre o teatro anatômico, anatomia e recorte de livros sobre sistemas cardiovascular."
Q.5	"Não. Todos os elementos foram utilizados."
Q.6	"A relação da obra de Da Vinci (Renascimento) com a anatomia nesse período."

Fonte: ALCÂNTARA, 2023

Análise do Tópico:

Os teatros anatômicos foram mencionados como importantes para o desenvolvimento dos conhecimentos sobre anatomia (C1.7).

O Homem Vitruviano, em conjunto com as imagens anatômicas, colabora para trazer a estética clássica, característica do Renascimento. Esta foi uma escolha inteligente, que ajuda a contextualizar o período histórico, o qual está sendo abordado na obra (C1.7). Os estudantes também trouxeram várias imagens de coração e do interior exposto da caixa torácica para evidenciar o foco no sistema circulatório e uma imagem de teatro anatômico, local designado para os estudos anatômicos.

3.7.1.3 - Grupo 3: D, F, P, X e Z

Quadro 9 – Colagem artística, considerações e relatório da atividade do grupo 3

	Parágrafo explicativo da obra: "Queríamos retratar o corpo humano como uma máquina, por isso as engrenagens no fundo, essa máquina é alimentada por um coração como se fosse um motor do mesmo jeito que o nosso corpo. Ao redor dele colocamos algumas imagens para retratar o desenvolvimento de algumas práticas de conhecimento sobre o corpo desde antigamente até chegar no sistema que conhecemos hoje, a dissecação por ser uma dessas práticas mais importantes foi escolhida para compor a colagem do mesmo jeito que colocamos o Harvey, que descreveu corretamente o Sistema Circulatório, antes dele veio vários

	esquemas de como seriam esse Sistema mas o mais aceito foi o de Harvey comprovado por vários métodos onde colocamos um deles colagem.”
Relatório da Atividade de Colagem	
Q.1	“Mecanismo do sistema sanguíneo, descobertas de Harvey, o desencadeamento de Harvey.”
Q.2	“Abordamos dois temas, mas só um foi selecionado na colagem, que foi o Mecanismo do Sistema Sanguíneo. Ele foi escolhido para simbolizar que o coração é semelhante a um motor de uma máquina.”
Q.3	“A mensagem que o grupo veio a trazer é que há semelhança do coração ao motor de uma máquina funciona de uma forma, bombeando algo necessário para caminhos (encaminhar) destinados para ajudar o funcionamento de outras partes essenciais. (?) o Harvey como um mecânico que descobriu como funcionava as “peças da máquina”, aprendeu e estudou a manusear o corpo.”
Q.4	“NÃO RESPONDIDA”
Q.5	“NÃO RESPONDIDA”
Q.6	“NÃO RESPONDIDA”

Fonte: ALCÂNTARA, 2023

Análise do Tópico:

A figura de Harvey aparece quase que isolada no canto superior, destacando-o como o responsável pela proposição do modelo de sistema sanguíneo, aceito nos tempos atuais (C1.5).

Três modelos de sistema sanguíneo foram relacionados na composição da imagem, transmitindo uma noção de mudança no conhecimento estabelecido historicamente (C1.9). Além disso, as engrenagens e os laços ondulados (como veias ou artérias), no fundo, parecem transmitir uma sensação de movimento, também apontando

para uma noção processual da ciência, como se houvesse uma transição de um modelo para outro, passando, também, por experimentos e demonstrações anatômicas.

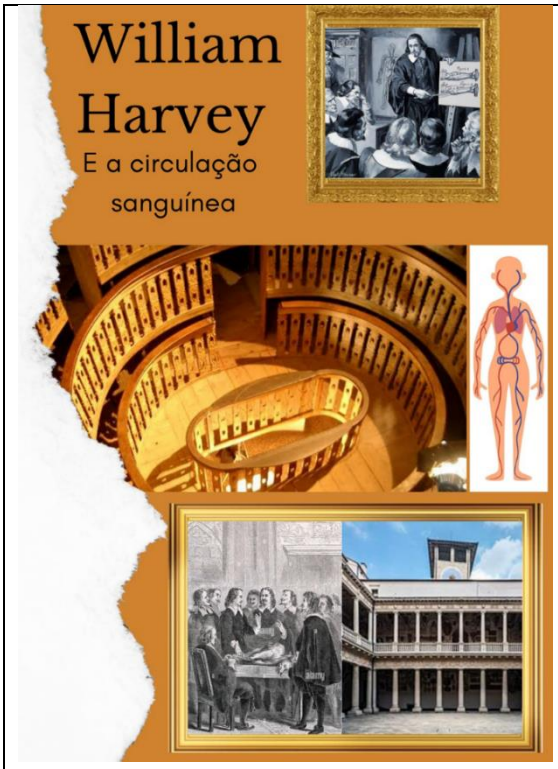
O método científico está representado pelo experimento com torniquetes e pela imagem de uma demonstração anatômica, mas aliado às engrenagens, no fundo, parecem transmitir a noção de um compasso, em que a ciência, pragmaticamente, caminha em direção a novas descobertas (C1.6). E nesse ritmo constante, mas unidirecional, a ciência parece progredir até o modelo de circulação sanguíneo hegemônico atualmente, representado por um coração em vermelho, que ocupa uma posição central na grande estrutura da colagem.

As engrenagens e os laços ondulados, no fundo da imagem, foram uma alternativa criativa, para ajudar a transmitir uma noção de movimento na imagem, parecendo indicar que a ciência se dispõe de forma processual (C1.9). Além disso, todos os elementos da imagem estão conectados pelos laços, como órgãos, ligados por vasos sanguíneos, indicando a existência de uma relação entre todos esses elementos que fazem parte da ciência. No entanto, as engrenagens, aliadas à posição central que o coração ocupa na estrutura da colagem e a figura destacada de Harvey, acabam por transmitir também a sensação de que esse processo segue um ritmo regular, que, como o passar das horas, caminha até um único desfecho, que é o modelo de circulação sanguínea (C1.6). No texto de descrição da arte, escrita pelo grupo, também observamos uma passagem: “colocamos o Harvey, que descreveu corretamente o Sistema Circulatório (...) comprovado” – que corrobora essa interpretação de uma perspectiva de progresso linear da ciência –.

3.7.1.4 - Grupo 4: G e E

Quadro 10 – Colagem artística, considerações e relatório da atividade do grupo 4

	Parágrafo explicativo da obra:

	NÃO ENTREGUE

Relatório da Atividade de Colagem	
Q.1	“Foram escolhidas várias imagens relacionadas a Harvey e questões como, onde Harvey estudou, e também onde era relacionada a dissecação.”
Q.2	“Escolhemos mostrar algo relacionado a Harvey, e também mostrar figuras sobre a dissecação, por conta de ser a parte da explicação feito em sala que mais chamou atenção.”
Q.3	“Queríamos evidenciar a prática do ensino ao mostrar duas figuras, uma da dissecação e outra de Harvey mostrando a circulação do sangue, além de ter colocado a imagem da universidade onde ele estudou, para falar sobre educação.”
Q.4	“O uso de um fundo laranja harmoniza com a figura central a ser destacada do teatro. O uso de molduras em duas imagens serve para simbolizar um ambiente interno.”
Q.5	“Felizmente tudo que foi pensado foi aplicado. Pensamos em algo simples e objetivo para um entendimento direto da mensagem a ser passada.”
Q.6	“Acho que a falta de material digital dificultou a composição com a mensagem de que a educação é importante demais e procurar conhecimento é mais ainda,

	pois se Harvey não procurasse, nada do que sabemos seria possível.”

Fonte: ALCÂNTARA, 2023

Análise do Tópico

Foram destacados a Universidade de Pádua, os teatros anatômicos e as práticas de dissecação, como elementos participantes do desenvolvimento da ciência na época e, em especial, para a proposição da circulação do sangue (C1.7). Em conversa com o grupo, foi explicado que a cor laranja, da base da colagem, foi escolhida para, além de harmonizar com a imagem do teatro anatômico, transmitir a ideia de que se trata de algo antigo, sendo assim remontando a um momento histórico passado.

A transmissão de conhecimento, a partir do ensino, também foi um tema enfocado pelo grupo na sua arte. Mostraram que pesquisadores notórios, por suas “descobertas”, não atuam isoladamente, precisando também partir de uma formação intelectual, baseada nos conhecimentos estabelecidos em seu período histórico, para então poder propor as suas contribuições (C1.7).

O foco do grupo pareceu estar em: (1) ensino e transmissão do conhecimento: Imagens da Universidade, de Harvey explicando sobre o seu modelo de circulação, apontando para uma imagem anatômica e fazendo uma demonstração anatômica; e (2) na produção do conhecimento: Imagem do teatro anatômico ao centro e esquema do modelo de circulação do sangue mais à direita.

Discussão geral sobre a atividade:

Das quatro colagens produzidas, os teatros anatômicos participaram da composição de três, assumindo assim, um certo protagonismo nessa atividade. A Universidade de Pádua também participa, diretamente, de duas das quatro composições.

Em três, das quatro colagens, a ciência parece estar imersa em seu próprio contexto histórico, representado pela estrutura dos teatros anatômicos, pela Universidade de Pádua, em seu auge do protagonismo, no cenário científico, ou pela estética do período Renascentista. Apenas na colagem do grupo três, a circulação do sangue parece não estar localizada temporalmente, sendo considerada de uma perspectiva mais conceitual e centrada no objeto. Mesmo assim, a arte do grupo três também faz menção a uma trajetória de modelos de fluxo sanguíneo, trazendo o aspecto histórico como um dos elementos em sua composição.

A partir das obras, então, pode ser depreendido que o aspecto contextual histórico assumiu uma posição de grande relevância nas representações de ciência de todos os grupos. Os grupos 1 e 4 pareceram se concentrar mais em temáticas abordadas na 1ª e 3ª intervenções. O grupo 2 já pareceu se concentrar mais em temáticas discutidas na 1ª intervenção. E o grupo 3 pareceu se concentrar mais em temáticas abordadas na 2ª intervenção.

3.8. Análise Geral das Atividades

Com exceção da atividade constante no estudo exploratório, as temáticas identificadas, constantes nas respostas dos estudantes foram fomentadas e subsidiadas pelas discussões, realizadas com uso do nosso recorte, com a história da circulação sanguínea. A partir desse entendimento, essa seção apresentará um panorama geral das relações entre as abordagens e as temáticas que delas resultaram e a evolução, que se deu a partir do maior entendimento e diálogo entre professor regente e os estudantes.

No início das atividades, foi realizado um estudo exploratório com três questões, que tinham como alvo traçar um perfil da visão dos estudantes sobre ciência, justiça social e relações entre ciência e justiça social. Em relação à visão sobre ciência, foram identificados uma dificuldade na sua caracterização e uma atitude positiva ou otimista. Já em relação à justiça social, os estudantes demonstraram uma maior confiança, para elaborar respostas mais extensas e que problematizavam o assunto. Também foi

identificada atitude pessimista, associada à visão de justiça social. E sobre a relação entre ciência e justiça social, foi identificada a visão de que a ciência pode apontar caminhos que conduzam à justiça social e, também, que a ciência tem participação em processos que geram injustiça social, nos tempos atuais.

Essa dificuldade na caracterização da ciência, identificada no estudo exploratório, conduziu-nos a uma abordagem que oferecesse para esses estudantes um exemplar histórico rico do empreendimento científico, ancorado em seu próprio contexto histórico, que pudesse servir de subsídio para reflexões sobre ciência e, assim, contribuindo para uma maior caracterização da ciência.

Durante essa abordagem, que foi a nossa 1ª intervenção, ocorreram as primeiras manifestações claras de correlação entre a prática científica e aspectos contextuais específicos do período histórico, em que o episódio estava localizado. Além disso, também ocorreu a primeira manifestação clara de associação da ocorrência de estruturas de poder, em meio à ciência. Para além disso, também tiveram manifestações que foram associadas com perspectivas de conhecimento científico objetivo e de progressão por crescimento linear. Essa manifestação, somada à outra identificada no estudo exploratório de perspectiva de conhecimento científico universal e hegemônico, abriram caminho para que, na 2ª intervenção, fosse feita uma abordagem que enfocasse na validação do conhecimento científico.

Ao final da 2ª intervenção, novamente foi registrada resposta que identifica uma perspectiva de conhecimento científico objetivo e de crescimento linear, algo que também ocorre em resposta à 3ª intervenção. Esses resultados indicam que tal perspectiva, de crescimento linear, persistiu após as discussões encaminhadas a partir da 2ª intervenção. Ao mesmo tempo, no entanto, esses mesmos resultados, também reforçam ainda mais a relevância dessa temática para essa turma em especial e asseguram que a escolha de caminho tomada na 2ª intervenção esteve amparada no diálogo com a turma.

Já outro resultado encontrado no questionário da 2ª intervenção, foi uma resposta que se utilizou de um olhar para o conhecimento científico como sendo argumentativo, mais coerente com a noção de conhecimento válido. Esse olhar para o conhecimento como argumentativo indica que essa abordagem teve a capacidade de fomentar reflexões sobre diferentes perspectivas, que se pode lançar em relação ao conhecimento científico.

Outras manifestações relativas ao processo de validação da ciência foram registradas e, também, nessa intervenção ocorreram os primeiros registros claros de uma visão de ciência como um processo, assim como a primeira vez que foi relacionado a participação da tecnologia no empreendimento científico.

Enquanto a 1ª intervenção teve essa proposta de trazer um exemplar rico do empreendimento científico e a 2ª intervenção se concentrou mais em discussões de natureza epistemológica da ciência e a 3ª intervenção enfocou em discussões mais voltadas para a dimensão sociocultural da ciência e relações com a justiça social.

Na 3ª intervenção, além de aspectos do contexto, trazidos principalmente a partir do papel central da Universidade de Pádua, para o desenvolvimento da ciência, nesse período, foram enfocados alguns aspectos relacionados às condições e à trajetória de Harvey que poderiam ser elencados no debate sobre justiça social. De posse das discussões realizadas acerca da abordagem e estimulados por uma questão, que trazia para o debate a reflexão sobre se as condições encontradas no Brasil, na atualidade, interferem em se tornar um cientista. Durante a discussão, os estudantes relacionaram, de diferentes formas, a trajetória de um brasileiro atual (cidadão hipotético) com a trajetória de Harvey. Mas todas as respostas mostraram um entendimento de que o contexto brasileiro atual implica em maiores dificuldades para ascender em uma carreira científica, especialmente se ocorrer o pertencimento a uma classe social menos favorecida financeiramente.

A última atividade proposta foi a produção de uma colagem artística livre, sobre quaisquer discussões e aspectos abordados, com o episódio da história da circulação sanguínea. Tendo em vista que a temática era livre, os aspectos que não foram elencados pelos estudantes também se tornam um dado a ser analisado. Nenhum dos grupos relacionou a justiça social aos assuntos integrantes das obras. Isso deve estar relacionado a uma predominância de temas e discussões sobre ciência, durante as intervenções. Como dito anteriormente, as discussões sobre justiça social se localizaram na 3ª e última intervenção.

Ainda sobre a atividade de colagem, também foi notado, em duas das quatro colagens (grupo 2 e grupo 4), um papel de destaque na figura do Harvey, o que poderia ser entendido como uma indicação de uma visão da figura do gênio, responsável pela descoberta científica. No entanto, existem elementos, em ambas as composições, que

apontam para uma interpretação divergente, começando pelo grupo 2. Esse grupo dedica o espaço central da sua composição para uma figura, mas não a de Harvey e sim a figura de um coração. Isso parece dar uma indicação de qual seja o tema central abordado na arte e ao qual todos os outros elementos da composição estão ligados, por fios ondulados, como vasos sanguíneos, que é a noção, proposição, teoria da circulação do sangue. Sendo assim, Harvey no canto superior direito, ainda assim, aparece como uma figura de destaque, mas não como a figura central e sim como um elemento da composição. Agora sobre o grupo 4, mais uma vez Harvey é retratado, mas junto com ele estão a Universidade de Pádua, o teatro anatômico de Pádua e, não apenas uma, mas duas ilustrações de aulas anatômicas. Esses elementos se somam ao relato de um dos membros do grupo de que eles procuraram enfocar a importância da educação para a formação de cientistas, sugerindo que seja este o tema central da composição e não a figura de Harvey, sendo assim, não representando-o como um gênio isolado.

Considerações Finais

Ao longo das próximas linhas, serão apresentadas algumas conclusões, para a questão que norteia esse trabalho de pesquisa, a qual foi a de investigar que discussões e reflexões são promovidas em sala de aula sobre ciência, que articulem natureza da ciência e justiça social, a partir de uma abordagem com o episódio histórico da circulação sanguínea, nos séculos XVI e XVII, inspirado pela perspectiva da história cultural da ciência. Antes disso, no entanto, parece-nos apropriado tecer algumas breves considerações sobre o caminho percorrido até tais conclusões.

De início, algumas decisões precisam ser tomadas. Essas constituem os primeiros passos do trabalho e têm as importantes funções de apontar as primeiras direções e colocar o trabalho em movimento. Uma dessas decisões foi a adoção da metodologia de pesquisa-ação, como guia para o processo de pesquisa, neste trabalho. Essa metodologia tem, como uma de suas características mais distintas, a de conciliar dois objetivos, o da pesquisa propriamente, mas também o de ação transformadora da realidade. Durante a pesquisa e na medida em que ocorre o seu andamento, os resultados e as análises já são, imediatamente, convertidos em ajustes das ações, para um maior impacto na transformação pretendida da realidade. Essa capacidade de que sejam feitas correções de direção, ao longo do percurso, ajustes, na medida em que o pesquisador e os envolvidos na pesquisa se tornam mais conscientes dos pormenores da pesquisa, é outra das características marcantes da pesquisa-ação.

Para o sucesso de ambos esses objetivos, é necessário que haja uma cooperação entre professor pesquisador, alunos e grupo de pesquisa, todos comprometidos verdadeiramente para a transformação dessa realidade. No caso deste trabalho, a transformação pretendida foi a de promover uma visão mais ampla e consciente de ciência e sobre as suas relações com a nossa sociedade. Tudo isso para que, a partir desse maior entendimento, se possa buscar caminhos para a construção de uma sociedade com mais justiça social.

Assumindo esse compromisso, foi feito o esforço, na medida em que se desdobravam os acontecimentos da pesquisa, para encontrar os caminhos que melhor se apresentassem, em ordem de promover essa colaboração e seguir em direção a esses

objetivos.

Esse trabalho é o resultado desse esforço. Ele representa as escolhas, as apostas, os desafios, os aprendizados, as mudanças de visão e de direção, sempre objetivando encontrar os caminhos que garantissem a colaboração, de acordo com o que prevê a metodologia de pesquisa-ação e da melhor forma para que os objetivos fossem atingidos.

A partir deste breve relato, que sintetiza alguns aspectos do percurso dessa pesquisa, retornamos à pergunta de pesquisa para distender algumas possibilidades de conclusões para esse trabalho. Diretamente para a questão central que é a busca por articulações entre discussões de natureza da ciência e aspectos de justiça social, como já foi mencionado, a falta de elementos de justiça social em todas as colagens indica que houve uma dificuldade, por parte dos estudantes, de relacionar as discussões sobre ciência com a justiça social. A justiça social acabou sendo um tema pouco relacionada nas discussões no curso da pesquisa, aparecendo com mais relevância durante a terceira intervenção. Sobre isso, consideramos que o recorte do episódio, encaminhado a partir do diálogo com a turma, pareceu limitado em relação às possibilidades que ele apresentou de discussões voltadas para a justiça social.

No entanto, e apesar dessa limitação, a última abordagem conseguiu fomentar que os estudantes fizessem associações entre, as condições e trajetória de Harvey, e aquelas vivenciadas por estudantes brasileiros contemporâneos, estimulando reflexões sobre o contexto atual do Brasil e as condições que este contexto oferece, a estudantes, em diferentes classes sociais, de acesso à ciência e ao meio científico.

Observou-se como esses estudantes se colocaram dentro do debate e refletiram sobre o seu próprio contexto. A justiça social esteve presente nas discussões quando, por exemplo, esses estudantes consideraram que ela ainda é um ideal distante no Brasil. Também, quando demonstraram consciência de que cidadãos oriundos de classes menos favorecidas economicamente, – que é algo que faz parte da sua realidade, enquanto estudantes da rede estadual do Rio de Janeiro – ainda não têm igualdade de condições de acesso ao nível superior e ao meio científico.

Portanto, consideramos que essa pesquisa contribuiu com situações que, em alguma medida, mobilizaram para que esses alunos refletissem um pouco mais profundamente sobre o seu próprio contexto, sobre a ciência, justiça social e suas

interrelações. Tais reflexões podem tê-los conduzido a avançar no sentido de uma visão mais crítica, e, essa, é a mola motriz da indignação, da ação consciente, da mobilização e da transformação social.

Entendemos que, os resultados e discussões realizados neste trabalho contribuem para os avanços nas pesquisas que buscam por abordagens que articulem o ensino de NdC voltada para a Justiça social, tendo em vista, também, este ser um campo de investigações ainda recente e com poucas pesquisas empíricas (HANSSON; YACOUBIAN, 2020).

Agora, sobre o objetivo de promover reflexões sobre ciência, a partir de uma abordagem inspirada na perspectiva da história cultural da ciência, o episódio, seguindo a nossa abordagem, pareceu fomentar reflexões capazes de aprofundar as visões acerca de variados aspectos de natureza da ciência. Notadamente sobre o aspecto processual da ciência (2ª intervenção), a participação de estruturas de poder na ciência (1ª intervenção), a participação de diversos elementos do contexto histórico específico em que se processa a ciência (1ª e 3ª intervenções), a participação de diversos atores na ciência e sobre a sua atuação (1ª e 2ª intervenções), relações entre tecnologia e ciência (2ª intervenção) e sobre os processos de ir e vir da validação do conhecimento científico (2ª intervenção). Cabe ressaltar que nenhum desses aspectos foi identificado na etapa do estudo exploratório. Isso corrobora para um entendimento de que a abordagem possa ter contribuído para um aprofundamento das discussões sobre ciência e, com isso, para uma melhora na dificuldade de caracterização da ciência, identificada nessa primeira atividade da pesquisa. Portanto, atendemos ao primeiro objetivo específico proposto neste trabalho.

Já em relação ao segundo objetivo específico, de identificar possíveis caminhos e estratégias didáticas, uma estratégia a ser destacada, para potencializar as discussões sobre justiça social, com esse episódio, é aquela que foi mencionada há pouco, de abordar as condições e a trajetória de Harvey, para que os alunos possam fazer relações com as condições encontradas por estudantes brasileiros no contexto atual. Essa estratégia pode conduzir a discussões que comparam as condições específicas em cada período histórico, levando a uma noção mais consciente da historicidade e, também, a discussões sobre diferenças de acesso entre pessoas nascidas em diferentes localidades, seja de classe social ou de países do sul global ou do norte global. Uma outra estratégia, que foi utilizada na segunda intervenção e também é interessante de discutir, foi o uso de dois modelos

didáticos sobre as visões de fluxo sanguíneo, em uma dinâmica sobre a transição de uma visão estabelecida, por outra concorrente, em um dado momento histórico. Esses modelos foram pensados para auxiliar nas análises, em relação à disputa que ocorre entre visões estruturadas e concorrentes, no meio científico. Os estudantes, no entanto, tiveram muita dificuldade em seguir a proposta e, por isso, foi considerado que, talvez, uma outra abordagem, que fosse mais guiada, pudesse facilitar o entendimento dos alunos e ter mais sucesso em fomentar tais reflexões. Ou, talvez, se essa estratégia fosse utilizada com estudantes do nível superior, ela também possa ser mais bem aproveitada.

Mais uma ponderação que nos parece interessante, sobre as escolhas de temas abordados durante as atividades da pesquisa, é se houve privilégio daqueles pertencentes a uma ou outra dimensão sociocultural ou epistemológica. Sobre isso, os dados parecem ora indicar um e ora indicar outro. Quando tomamos como base as temáticas que surgiram das análises de repostas das intervenções, parece emergir uma preponderância de temáticas de uma dimensão mais epistemológica. Isso considerando os três subtemas de ‘perspectiva em relação ao conhecimento’, e a subtemática de ‘validação do conhecimento científico’, frente aos subtemas de ‘relações entre contexto histórico e fazer científico’, ‘relação de poder’, ‘atores da ciência’ e ‘relações com tecnologia’. No entanto, se tomarmos como base a atividade de colagem artística, notamos que três das quarto colagens (grupo1, 2 e 4) relacionam a Universidade de Pádua, os teatros anatômicos ou a arte renascentista, enquanto apenas um grupo (grupo 3) segue uma linha com enfoque mais epistemológico na sua arte.

Por fim, e para concluir esta sessão, entendemos que a educação não é necessariamente transformadora, mas tem o potencial de o ser. Isso, se não se resumir a abordagens que se pretendem ensinar apenas pela repetição das normas de pensar e se comportar perpetuadas historicamente. Por isso, o ensino de ciências precisa estar voltado para discussões que fomentem a construção de visões que sejam mais conscientes e críticas da realidade e, no caso deste trabalho, em especial, sobre a ciência e a sua participação nos rumos que a sociedade assume.

Para além disso, não basta dizer que se pretende a transformação da sociedade. Seria ingênuo de nossa parte não tomar, já como inevitáveis, os processos pelos quais a sociedade está constantemente em transformação. É necessário, portanto, que se tenha

clareza dos rumos em que se pretende tencionar essa transformação da sociedade, para que, assim, possa se assumir uma postura política coerente e que direcione ativamente as ações no sentido pretendido. Por isso, buscamos também neste trabalho por caminhos que interseccionassem as discussões sobre ciência com os objetivos e caminhos da justiça social.

A justiça social não é apenas um objetivo, mas é também um processo (HANSSON; YACOUBIAN, 2020). E, enquanto processo para se atingir a justiça social, este deve ser coerente com o mesmo objetivo que se deseja alcançar. Portanto, o processo para se atingir uma sociedade com justiça social deve ser também democrático, inclusivo, participativo e colaborativo. Este trabalho é resultado de uma colaboração entre professor, estudantes e grupo de pesquisa, em que se deu um esforço coletivo para fomentar ao desenvolvimento de todas as partes e se buscou novos caminhos para o ensino de ciência voltado para a justiça social.

Esperamos que a leitura deste trabalho, das correlações entre abordagens, episódio histórico, objetivos de ensino e pesquisa aqui feitos; das reflexões e discussões que surgiram da nossa abordagem com o episódio histórico; dos potenciais e limitações associados às escolhas que foram traçadas; e das análises e discussões feitas dos resultados possam contribuir para que os leitores se apropriem desse caso e, assim, auxilie nas suas próprias escolhas de correlações e estratégias de ensino alinhados com os seus objetivos de ensino e pesquisa. Esperamos também que este trabalho possa colaborar com quem o ler para que, assim, se torne parte do processo em direção a uma sociedade com mais justiça social.

Referências

ALLCHIN, D. Evaluating knowledge of the nature of (Whole) Science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518-542, 2011.

ALSOP, S.; GARDNER, S. Opening the black box of NOS: Or knowing how to go on with science education, Wittgenstein, and STS in a precarious world. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n. 1, p. 27-36, 2017.

Alsop, S.; Bencze, L. Editorial: Reimagining Science and Technology Education in the COVID-19 Portal. **Journal for Activist Science and Technology Education**, 11(2), I-VII, 2020. https://doi.org/10.33137/jaste.v11i2.34530

AMARAL, P. **O estudo do corpo humano à luz da história cultural da ciência: discutindo perspectivas para a educação em ciências no ensino fundamental II.** TESE (Doutorado em Ciência, Tecnologia e Educação) – Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, Rio de Janeiro, 2021.

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, Rio de Janeiro, 2017.

BANDEIRA, H. M. M. Diálogo sobre Atividade Intelectual e Material na Colaboração: a que provém este livro? In: IBIAPINA, I. M. L. M; BANDEIRA, H. M. M.; ARAUJO, F. A. M. (org.). **Pesquisa colaborativa: multirreferenciais e práticas convergentes**. Teresina: EDUFPI, p.21-30, 2016.

BARBIER, R. **Pesquisa-ação**. Brasília: Líber Livro, 2004.

BAZZUL, J. Political Entanglement and the Changing Nature of Science. In: HANSSON, L.; YACOUBIAN, H., A. **Nature of Science for Social Justice**, Springer, p. 79-96, 2020.

BENCZE, J. L.; CARTER, L. C. Capitalism, Nature of Science and Science Education: Interrogating and Mitigating Threats to Social Justice**.** In: HANSSON, L.; YACOUBIAN, H., A. **Nature of Science for Social Justice**, Springer, p. 59-78, 2020.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação: uma introdução a teoria e aos métodos.** Porto: Porte Editora, 1994.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS J. C. O papel dos livros didáticos franceses do século XIX na construção de uma concepção dogmático-instrumental do ensino de física. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.25, n.3, p.507-522, dez. 2008.

CARDINOT, D.; MOURA, C. B.; GUERRA, A. Challenging the "Science from nowhere" perspective in the classroom. **Science & Education**. 2022. https://doi.org/10.1007/s11191-021-00311-1

CASTELFRANCHI, Yurij et al. As opiniões dos brasileiros sobre ciência e tecnologia: o 'paradoxo' da relação entre informação e atitudes. **História, Ciências, Saúde – Manguinhos**, Rio de Janeiro, v.20, supl., p.1163-1183, nov. 2013.

PIKETTY T.; SAEZ E.; ZUCMAN G.; et al. **World Inequality Report 2022**, World Inequality Lab, 2022.

CHANG, H. Presentist History for Pluralist Science. **Journal for General Philosophy of Science**, volume 52, p. 97–114, 2021.

CHARTIER, R. O mundo como representação. In: **Estudos avançados**, 11 (5), p. 173-191, 1991.

CRESWELL, J. W. **Projeto de pesquisa: métodos qualitativo, quantitativo e misto**. 2ª Ed. São Paulo: Artmed. 2007

DICK, B. Como conduzir e relatar a pesquisa-ação. In: RICHARDSON, R. J. (Org.). **Pesquisa-ação: princípios e métodos**. João Pessoa: UFP, p.9-42, 2003.

EMERIQUE, R. B. **Do salvacionismo à segregação: a experiência dos Centros Integrados de Educação Pública no Rio de Janeiro**. DISSERTAÇÃO (Mestrado em Ciências Sociais) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1997.

FERNÁNDEZ, I.; GILPÉREZ, D.; CARRASCOSA, J.; CACHAPUZ, J.; PRAIA, J. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. **Enseñanza de las Ciencias, Barcelona**, v. 20, n. 3, p. 477488, 2002.

GUERRA A.; MOURA C. B. História da Ciência no ensino em uma perspectiva cultural: revisitando alguns princípios a partir de olhares do sul global. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 28, 2022. https://doi.org/10.1590/1516-731320220018

GURGEL, I. Reflexões Político-Curriculares sobre a Importância da História das Ciências no Contexto da Crise da Modernidade In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 2, p. 333-350, ago. 2020.

HANSSON, L.; YACOUBIAN, H., A. Nature of Science for Social Justice: Why, What and How? In: _____ **Nature of Science for Social Justice**, Springer, p. 1-22, 2020.

HODSON, D. Learning Science, Learning about Science, Doing Science: Different goals demand different learning methods**.** International **Journal of Science Education**. V. 36, n. 15, p. 2534-2553, 2014.

IBIAPINA, I; M. L.; BANDEIRA, H. M. M.; ARAÚJO, F. A. M. **Pesquisa Colaborativa: Multirreferenciais e Práticas Convergentes**. 1. ed. Piauí, Universidade Federal do Piauí, 2016.

KLESTINEC, C. **Theaters of Anatomy: Students, teachers and traditions of dissection in Renaissance Venice**, New York, John Hopkins, 2011.

LIMA, N. W. et al. Educação em Ciências nos Tempos de Pós-Verdade: Reflexões Metafísicas a partir dos Estudos das Ciências de Bruno Latour. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, [s. l.], p. 155–189, 2019. Disponível em: https://periodicos.ufmg.br/index.php/rbpec/article/view/4933.

MARTINS, A. F. P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703–737, 2015.

MATTEDI, M. Dilemas da simetria entre contexto social e conhecimento: a redefinição das modalidades de abordagem sociológica do problema do conhecimento Política & Sociedade. **Revista de Sociologia Política**, Florianópolis, v.3, n. 4, p. 41-79, Abril, 2004.

MATTHEWS, M. História, filosofia e Ensino: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

MCCOMAS, W. F.; CLOUGH, M. P.; ALMAZROA, H. The role and character of the nature of science in science education. In: MCCOMAS, W. F. **The Nature of Science in Science Education: Rationales and Strategies**. University of Southern California, California, 2002.

MOREIRA, L. S.; SOARES, A. J. G. Entre defesas e críticas aos Centros Integrados de Educação Pública. **Revista Contemporânea de Educação**, v.14, nº 30, 2019.

MOURA, B. A. O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a história e filosofia da ciência? **Revista Brasileira de História da Ciência, Rio de Janeiro**, v. 7, n. 1, p. 32-46, 2014.

MOURA, C. B.; CAMEL, T.; GUERRA, A. A Natureza da Ciência pelas Lentes do Currículo: Normatividade curricular, contextualização e os sentidos de ensinar sobre Ciências. **Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, Belo Horizonte, 22, p. 1–27, 2020.

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: In: HANSSON, L.; YACOUBIAN, H., A. **Nature of Science for Social Justice**, Springer, p. 137–155, 2020.

MOURA C. B.; 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 – UFMG**, v.16, n. 3, p.725–748, dez., 2016.

NYHART, L. K. Historiography of the History of Science**.** In: LIGHTMAN, B. (Org.) A **Companion to the History of Science**. New Jersey: Wiley Blackwell, p. 07-22, 2016.

PICKERING, A. **The mangle of practice: time, agency and science**. Chicago, IL: University of Chicago Press. 1995.

PIMENTEL, J. ¿Qué es la história cultural de la ciencia? **ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura**, n. 743, p. 417-424, 2010.

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.

REBOLLO, R. A. A difusão da doutrina da circulação do sangue: a correspondência entre William Harvey e Caspar Hofmann em maio de 1636. **História, Ciências, Saúde Manguinhos**, vol. 9(3), p. 479-513, set.-dez, 2002.

REBOLLO, R. A. **William Harvey e a Descoberta da Circulação do Sangue**. 1. ed. São Paulo: UNESP, 2013.

SOUZA, L. K. Pesquisa com análise qualitativa de dados: conhecendo a Análise

Temática. **Arquivos Brasileiros de Psicologia**, Rio de Janeiro, vol. 71 (2), p. 51-67, 2019.

THIOLLENT, M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. São Paulo: Cortez, 1986.

TREVISOL, J. V.; MAZZIONI, L. A universalização da Educação Básica no Brasil: um longo caminho. **Roteiro**, [S. l.], v.43, n. esp., p. 13–46, 2018.

TRIPP, D. Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. In: **Educação & Pesquisa**. vol.31, n.3, p.443-466, 2005.

SASSERON, L. H. Alfabetização Científica, Ensino por Investigação e Argumentação: Relações entre Ciências da Natureza e Escola. **Revista Ensaio**, Belo Horizonte, v.17, n. especial, p. 49 – 67, nov. 2015.

YACOUBIAN, H. A. A framework for guiding future citizens to think critically about nature of science and socioscientifc issues. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, 15(3), p. 248–260, 2015.

YIN, R. K. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto Alegre: Bookman, 2.ed. trad. Daniel Grassi, 2001.

ZUAZO, P. **Nas escolas estaduais do Rio, aulas voltam à distância e com muitas queixas.** Extra Online, 02 de mar. 2021. Disponível em: https://extra.globo.com/noticias/rio/nas-escolas-estaduais-do-rio-aulas-voltam-distancia-com-muitas-queixas-24905064.html

Apêndice A

Professor: Phillipe P. C. Alcântara Data: / /22

Nome: _____ Turma:_____

Nome: _____

Nome: _____

Nome: _____

Nome: _____

Atividade de Biologia

Ciência é uma palavra que você já ouviu em várias situações ao longo da sua vida. Como você entende o que é ciência?

O que você entende por uma sociedade justa?

Você considera que a produção da ciência se relaciona com justiça social? Explique.

Apêndice B

Professor: Phillipe P. C. Alcântara Data: / /22

Nome: _____ Turma:_____

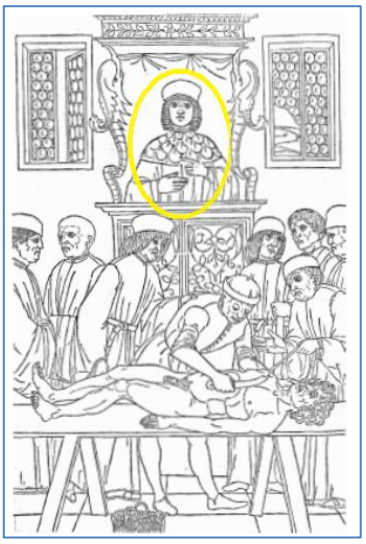
Nome: _____

Nome: _____

Nome: _____

Nome: _____

Sobre as representações a respeito da prática de dissecação nos sécs. XVI e XVII, responda.





1) Como está o professor em relação ao corpo dissecado na primeira imagem?

2) Qual é o trabalho do professor na primeira imagem?

3) Como está o professor em relação ao corpo na segunda imagem?

4) Na segunda imagem, o trabalho que o professor realiza é de alguma forma diferente daquele realizado na primeira imagem? Explique.

Apêndice C

Professor: Phillipe P. C. Alcântara Data: / /22

Nome: _____ Turma:_____

Nome: _____

Nome: _____

Nome: _____

Nome: _____

Trabalho de Colagem

Atividade

Faça, em grupo, uma colagem manual destacando aspectos que foram abordados no episódio histórico da circulação sanguínea que discutimos em sala de aula.

A colagem deve ter o tamanho de uma folha A4.

Entregue junto com a colagem um texto de um parágrafo que ajude a entender o trabalho de colagem que vocês produziram.

Planejamento

Antes de fazer a colagem, se organize e faça um planejamento do que será feito.

Etapas do planejamento:

1º Discutam em grupo para escolher o(s) aspecto(s) do episódio histórico que servirão de inspiração na sua arte de colagem manual.

2º Defina uma mensagem a ser transmitida pela arte que será produzida. Essa mensagem será o seu guia norteador no processo de construção da arte.;

3º Busquem e selecionem os elementos que serão utilizados na colagem.

Obs: Durante a 3ª etapa pode ser que não se encontre elementos suficientes para construir a mensagem que foi planejada. Nesse caso outras ideias podem surgir como alternativa. Isso é natural do processo e adaptações podem ser necessárias. O planejamento serve para auxiliar, mas não deixe que ele se torne um impeditivo. Adapte sempre que parecer interessante.

Relatório da Atividade

Um dos membros do grupo deve ser escolhido para ser o relator da atividade.

Esse membro deverá, ao longo da atividade, anotar as informações que foram pedidas na folha de relatório:

Apêndice D

Folha de Relatório

Grupo:

Relator:

Questões:

1. Quais foram os temas que surgiram?
2. Qual foi o escolhido?
3. Qual o porquê da escolha desse tema?
4. Qual foi a mensagem que o grupo escolheu para tentar expressar no trabalho artístico de colagem manual e explicar sobre a mensagem. Explique?
5. Quais elementos foram selecionados para compor a colagem? Fale um pouco sobre esses elementos e como eles participam da obra.
6. Algum desses elementos ficou de fora da obra final? Por quê?
7. Fale sobre outras questões da obra e do processo de criação que você considera importantes e que não foram relatadas anteriormente.

Apêndice E

Disciplina: Biologia **Professor: Phillipe P. C. Alcântara** **Data: /**

COMO FAZER UMA COLAGEM MANUAL? PASSO A PASSO

1 – ESCOLHA OS MATERIAIS



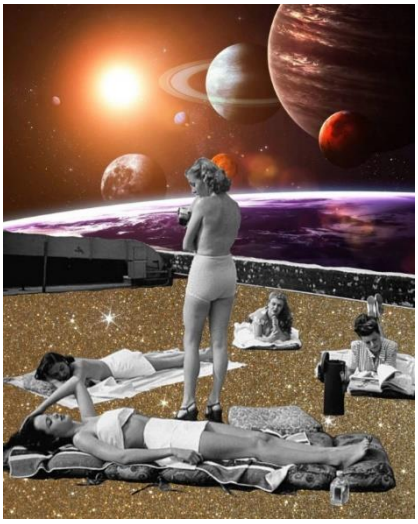
Pra começar, separe alguns materiais básicos. A artista Luiza Bié, no seu processo de criação, utiliza:

- **Tesoura de ponta fina,**
- **Cola transparente,**
- **Base de corte,**
- **Estilete de precisão; e**
- **Régua.**

Mas, qualquer ferramenta pode gerar resultados interessantes, então se atente às possibilidades de cada objeto.

O método de fixação também é um ponto importante. Além da **cola**, também é possível utilizar diferentes métodos para aderir os materiais às superfícies. Você pode usar, por exemplo, **grampos**, **linha e agulha** ou **fita adesiva**, mas antes verifique se possui uma base que suporte esses métodos.

2 – ENCONTRE O FUNDO PERFEITO



É importante prever o **tipo de superfície** que você gostaria de trabalhar. Para auxiliar nessa decisão, você pode primeiro relacionar os materiais que você pretende aderir nessa superfície.

Antes de sair **comprando** diferentes tipos de **papéis**, **que tal dar uma olhada nos materiais que você já tem? Felipe Marques** conta que, quando se trata de **colagem, qualquer tipo** de **papel** é **válido.** O artista recomenda **recortar** páginas de **revista e separá-las por cor**. Dessa forma é possível **obter papéis coloridos** sem necessariamente precisar **comprar blocos de folhas**.

Também é possível utilizar **publicações** impressas **antigas**, como **jornais** e **revistas, pedaços de tecidos ou fotografias**. E se **não encontrar** exatamente o que você quer, **imprimir imagens pode ser uma boa opção.**

Todos esses recursos podem ser usados para criar o fundo da sua colagem manual e a partir dele é possível começar a imaginar como será a sua composição.

3 – ORGANIZE SUA COMPOSIÇÃO

A flexibilidade é uma das grandes qualidades da colagem. É possível experimentar diversas composições antes de decidir a criação final.
Nessa etapa existem vários direcionamentos que você pode adotar. O processo de Lili Oliveira, por exemplo, é bem intuitivo: ***"A primeira dica que dou pra quem quer começar é não ter medo de arriscar"***, ela diz.
Lili também conta que nem todos os dias se sente inspirada ou com uma ideia pronta na cabeça, que a maior parte das suas colagens surgem intuitivamente: *"Eu deixo fluir com os recortes, e na hora que tô folheando revistas ou livros, tento transferir o sentimento daquele momento."*



Se estiver muito difícil agrupar os elementos, estabelecer critérios para reuni-los pode ser uma boa opção. Felipe Marques utiliza o círculo cromático para entender os contrastes que quer representar em suas obras. E isso ajuda a decidir sobre onde posicionar cada fragmento da colagem.



Além disso, Felipe também indica a **sobreposição de camadas** na hora de organizar a composição: "Podemos sobrepor camadas de cores similares criando um degradê por exemplo. Se trabalharmos apenas com uma cor, as **camadas são importantes para que a obra não fique 'plana'**, para que seja possível definir e limitar as formas presentes no trabalho. "As camadas reforçam a sensação de profundidade." conclui.

4 – LIBERTE-SE

Cada **artista** possui **diferentes formas** de **trabalhar**, mas o que todos **concordaram** é que **o processo de criação deve ser livre de amarras e do medo de errar.**



Lili Oliveira afirma que **conhecer o trabalho de outros colagistas pode ajudar bastante na busca por inspiração,** mas ressalta que é preciso ter consciência de que **se inspirar é diferente de copiar**.

A artista ainda complementa **que não existe certo, errado ou feio na colagem:** *"Mesmo com toda a técnica por trás, acredito que existe um sentimento a ser transferido com os recortes. Eu acredito muito* ***na força da mensagem através da arte****."* ela diz.



Outra dica é **manter em mente a mensagem que se quer transmitir** com a arte que está sendo criada e escolher os **elementos** de forma que se complementem na **construção** dessa mensagem. Remova aquilo que não contribui ou possa desviar o foco da mensagem principal. Quanto mais bem **definida a mensagem** mais agradável a arte será para quem a estiver analisando. A falta de **denição** deve ser evitada sob risco de que o resultado final seja algo **desagradável ou desinteressante**.

Fonte:

https://followthecolours.com.br/4-dicas-simples-para-criar-uma-colagem-manual/

DONDES, D. A. **Sintaxe da Linguagem Visual**. 3ª edição. São Paulo. Ed. Martins Fontes, 2007.

APÊNDICE F – Consolidado dos Dados da Pesquisa Empírica

Estudo Exploratória: Visão de Ciência e Justiça Social

Questão 1: "Ciência é uma palavra que você já ouviu em várias situações ao longo da sua vida. Como você entende o que é ciência?"

Grupo 1: L; D; R; Z; W; e X
"Ciência é o estudo geral de tudo que aconteceu, acontece ou pode acontecer."
Grupo 2: A; J; e F
"Ciência é o conjunto de fatores como estudo, pesquisa e experiências sociais e biológicas que chegam ou não a algum resultado que nos ajude a compreender melhor o mundo."
Grupo 3: I; G; e K
"É o estudo da natureza e do corpo humano. Ciências é a pesquisa da vida, ASSIM TAMBÉM NA BIOLOGIA. Ela é dividida em diversas funções e objetivos. Pode ser o estudo para descobrir uma cura ou para acelerar o processo de crescimento de alimentos. São pesquisas."
Grupo 4: E; e N
"Ciência é o estudo mais aprofundado sobre questões da vida, algo que traz mais conhecimento a nossa história, ajudando nas descobertas sobre o mundo a fora.
Grupo 5 – H; C; e Q
"Derivada do latim scientia, a palavra significa conhecimento."
Grupo 6 – M; S; e V
"Entendemos que a ciência representa todo conhecimento adquirido através do estudo, pesquisa ou da prática, baseado em princípios certos."

3.3.1 Questão 2: "O que você entende por uma sociedade justa?"

Grupo 1 - L; D; R; Z; W; e X

“Não tem como existir, porque a sociedade já é desigual e a maior desigualdade que tem é de querer tornar igual o que já é desigual.”
Grupo 2 – A; J; e F
“É uma sociedade igualitária, sem preconceitos ou distinção de gênero, classe, raça nem diferenças financeiras.”
Grupo 3 – I; G; e K
“Hoje em nossa opinião a sociedade não é justa, por conta dos problemas que vemos, as pessoas são muito intolerantes quanto a tudo. Para a sociedade ser justa seria um longo processo onde todos deveriam estar dispostos a mudar, ter mais empatia.”
Grupo 4 – E; e N
“Onde as pessoas conseguem as mesmas oportunidades de vida de forma justa e sem preferências sobre questões financeiras.”
Grupo 5 – H; C; e Q
NÃO RESPONDERAM À QUESTÃO
Grupo 6 – M; S; e V
“Entendemos que parte do princípio de que todos os indivíduos de uma sociedade têm direitos e deveres iguais em todos os aspectos da vida social.”

Questão 3: “Você considera que a produção da ciência se relaciona com justiça social? Explique.”

Grupo 1 - L; D; R; Z; W; e X
NÃO RESPONDERAM À QUESTÃO
Grupo 2 – A; J; e F
“Sim. Porque a ciência também é um estudo da sociedade, com pesquisas para combater a injustiça social.”
Grupo 3 – I; G; e K
“Sim, nem todo mundo tem acesso aos estudos e muito menos aos resultados que a ciência trás. Por exemplo, o estudo das vacinas é feito, mas nem todos têm acesso às vacinas.”
Grupo 4: E; e N

NÃO RESPONDERAM À QUESTÃO
Grupo 5 – H; C; e Q
NÃO RESPONDERAM À QUESTÃO
Grupo 6 – M; S; e V
“Sim.”

1ª Intervenção: A prática de Dissecação nos séculos XVI e XVII

Questionário 1: não direcionado pela discussão sobre o episódio histórico

Questão 1: “Você já se perguntou como se chegou aos conhecimentos anatômicos do corpo que temos hoje? Como você acha que foi?”

Grupo 1 – F; J; R; e X
“As pessoas quando morriam eram abertas e tendo seus corpos e seus órgãos pegos como estudo científico e biológico para chegar aos conhecimentos que temos hoje.”
Grupo 2 – E; e N
“Por meio de estudos e experiências feitos em animais e em seres humanos, e com esses estudos viemos ganhando mais conhecimentos sobre o corpo humano.”
Grupo 3 – S; O; M; V; e H
“Sim, através de estudos, pesquisas e experiências.”
Grupo 4 – I; G; K; e T
“Sim, achamos que foi devido a muito estudo feitos em cadáveres humanos e muitas pesquisas ao longo dos anos.”
Grupo 5 – L; A; Z; P; e D
“Sim, estudando e mapeando o corpo humano, usando corpos vivos ou mortos.”

Questão 2: Para você como era o estudo da anatomia humana nos sécs. XVI e XVII?

Grupo 1 – F; J; R; e X

“Simplesmente eles pegavam animais e faziam testes para aplicar em humanos.”
Grupo 2 – E; e N
“Por experimentos feitos em animais e humanos, pegando parte de corpos de cadáveres e fazendo seus estudos.”
Grupo 3 – S; O; M; V; e H
“Dissecavam os corpos para realizar os estudos.”
Grupo 4 – I; G; K; e T
“Em nossa opinião, estudavam em cadáveres humanos, além de estudos em animais para saber dos efeitos decorrentes do objeto de estudos em humanos.”
Grupo 5 – L; A; Z; P; e D
“Era muito parecido com o de hoje em dia, mais como a tecnologia não era avançada não a ponto de manter o cadáver preservado como hoje em dia.”

Questão 3 - Que atores participavam do estudo do corpo humano nessa época? E hoje?

Grupo 1 – F; J; R; e X
“Os religiosos e curandeiros”
Grupo 2 – E; e N
“Antigamente eram feitos por dentistas ... E hoje é feito por pessoas com mais conhecimentos, médicos cirurgiões e cientistas.”
Grupo 3 – S; O; M; V; e H
“Antigamente eram cientistas e hoje técnicos de necrópsia.”
Grupo 4 – I; G; K; e T
“Cientistas historiadores, biólogos, químicos, pesquisadores e médicos. Hoje: Médicos, biólogos e cientistas”
Grupo 5 – L; A; Z; P; e D
“Na época era o médico, enfermeiro e os estudantes, já hoje em dia é apenas os médicos, enfermeiros e biomédicos.”

Questionário 2: direcionado pela discussão sobre o episódio histórico

Questão 1 – "Como está o professor em relação ao corpo dissecado na primeira imagem?"

Grupo 1 – F; J; R; e X
"O professor está olhando de longe e instruindo os alunos porque ele não pode chegar perto do corpo porque naquela época era algo profano para eles."
Grupo 2 – E; e N
"Está orientando a dissecação."
Grupo 3 – S; O; M; V; e H
NÃO DEVOLVEU A ATIVIDADE.
Grupo 4 – I; G; K; e T
"Está em uma posição alta, uma posição de poder. Naquela época os professores ou qualquer pessoa de um cargo mais alto era considerado melhor que os outros."
Grupo 5 – A; L; Z; P; e D
"O professor se mantem afastado (distante) do corpo dissecado."

Questão 2: Qual é o trabalho do professor na primeira imagem?

Grupo 1 – F; J; R; e X
"Narrar e instruir os alunos dele para as pessoas verem."
Grupo 2 – E; e N
"Ensinando os alunos a fazerem a dissecação de forma correta."
Grupo 3 – S; O; M; V; e H
NÃO DEVOLVEU A ATIVIDADE.
Grupo 4 – I; G; K; e T
"O trabalho dele é ensinar, porém, naquele momento ele estava observando os alunos para ver se o procedimento estava correto"
Grupo 5 – A; L; Z; P; e D
"Ele está supervisionando o grupo que está examinando o cadáver."

Questão 3: Como está o professor em relação ao corpo dissecado na segunda imagem?

Grupo 1 – F; J; R; e X
“No caso ele está dissecando o corpo por vontade própria sem se importar com ser algo profano.”
Grupo 2 – E; e N
“Está praticando a dissecação.”
Grupo 3 – S; O; M; V; e H
NÃO DEVOLVEU A ATIVIDADE.
Grupo 4 – I; G; K; e T
“Ele está próximo do corpo, em contato com o corpo, porque ele vê a necessidade de ter esse contato para fazer as pesquisas ele mesmo e, assim, aprender ainda mais e em ocasiões até mesmo mudar os livros com suas descobertas”
Grupo 5 – A; L; Z; P; e D
“O professor está próximo ao corpo, participando diretamente da incisão.”

Questão 4: Na segunda imagem, o trabalho que o professor realiza é de alguma forma diferente daquele realizado na primeira imagem?

Grupo 1 – F; J; R; e X
“Na primeira imagem o professor está de longe porque ele não poderia dissecar o corpo porque naquela época era considerado algo profano e já na segunda o professor não se importa com o fato de ser algo profano e ele mesmo disseca o corpo.”
Grupo 2 – E; e N
“Sim, na primeira o professor só está orientando, e já na segunda ele está praticando a dissecação.”
Grupo 3 – S; O; M; V; e H
NÃO DEVOLVEU A ATIVIDADE.
Grupo 4 – I; K; G; e T
“Sim, a diferença está na forma de ensinar entre os professores. Na primeira imagem o

professor está apenas os ensinando sem auxiliar, já na segunda imagem o professor está entre os estudantes, próximo ao corpo, os auxiliando na prática.”
Grupo 5 – A; L; Z; P; e D
“Sim, porque na segunda imagem, diferente da primeira, o professor participa ativamente da atividade exercida.”

2ª Intervenção: Transição entre Modelos do Fluxo Sanguíneo

Registro Escrito do Relator

Grupo 1: A; J; I; F; e R
“Mapa mental sobre circulação sanguínea” “O quebra-cabeça é algo didático, facilitando o aprendizado.” “Montando o quebra-cabeça, forma-se um mapa mental com o tema circulação do sangue ao centro e seus principais tópicos ao redor. O mesmo ocorre com o quebra-cabeças do ‘fluxo sanguíneo das marés’.”
Grupo 2: K; T; V; H; e U
“A circulação do sangue é essencial para o funcionamento do corpo humano; o coração atua como uma bomba, fazendo o sangue circular. Se não ingerirmos os nutrientes necessários para o sangue ele não irá funcionar como deve e irá causar sérios problemas.”
Grupo 3: M; S; O; C; e Q
“Circulação: Fala sobre o percurso que o sangue faz. O coração atua como uma bomba e o seu movimento ativo é de contração.” “Marés: Fala sobre o fluxo do sangue, o movimento ativo do coração”
Grupo 4: L; G; P; E; e N
“A disposição das peças do quebra-cabeças nos leva a pensar que pelo fato de a circulação do sangue estar no centro, temos informações que nos levam a pensar, e assim aprender mais sobre como funciona a circulação do sangue, fazendo com que aprendamos com mais facilidade a matéria;” “Fluxo sanguíneo das marés é como se o corpo fosse areia e o sangue a água.”

Questão Final: "[...]. Assim como a história nos ensina, o conhecimento científico está em disputa e muda com o passar do tempo. A partir disso, você concorda que um conhecimento científico passa a se tornar aceito apenas se ele for o certo? Reflita [...]. Escreva pelo menos um parágrafo para justificar a sua resposta."

Grupo 1: A; J; I; F; e R
"Não. A ciência está em constante evolução, o que significa que as teorias criadas para explicar determinadas coisas podem ser mutáveis. Em alguns casos, com o avanço de pesquisas e uso de experiências, conhecimentos popularmente aceitos podem se apresentar errôneos. Sendo assim, nem todo conhecimento científico aceito está correto, podendo haver alterações com o tempo."
Grupo 2: K; T; V; H; e U
"Não, porque antigamente eles falavam que o sangue era produzido no fígado e isso não está correto. Eles faziam a pesquisa para saber como funciona as coisas no corpo humano e hoje em dia eles sabem o que é correto ou não, sendo que o errado antigamente era certo, para ter um porque aquilo está funcionando da maneira que está, ou como tem isso ali."
Grupo 3: M; S; O; C; e Q
NÃO ENTREGOU A ATIVIDADE
Grupo 4: L; G; P; E; e N
"Um conhecimento científico não passa a ser aceito com base no certo ou errado, mas sim se ele for validado através de demonstração, investigação, experimentação." "Nesse caso, a visão do Harvey conseguiu explicar com mais clareza a movimentação sanguínea."
Grupo 5: somente Z
"Não. O estudo da ciência está em constante evolução, portanto as teorias criadas para justificar certas coisas podem mudar a qualquer momento. Em muitos casos, em sua maioria por causa de uma tecnologia não tão avançada, muitas teorias podem ser feitas com base em fatos errados. Ou seja, nem todo fato científico ou teoria são aceitos até que se prove o contrário."

3ª Intervenção: Ampliando a visão sobre o episódio da Circulação do Sangue: um olhar para além da visão de "Descoberta"

Questionário sobre a trajetória de Harvey

Questão 1: Você acha que a trajetória de Harvey contribuiu de alguma forma para a proposição da circulação do sangue? Como?

Grupo 1 – H, T e V
"Sim. William Harvey descreveu corretamente os detalhes do sistema circulatório do sangue ao ser bombeado por todo o corpo, pelo coração. Suas descobertas foram importantes para os estudos e deixou notável contribuição para o desenvolvimento da ciência do corpo"
Grupo 2 – D, P, R, X e Z
"Sim, mesmo que Harvey tenha tido destaque por suas formações acadêmicas, ele teve a maior parte do seu desenvolvimento na Universidade de Pádua, onde suas hipóteses ou ideias foram reconhecidas, dando um pontapé inicial para a conclusão de uma futura ideia, sendo tanto usada quanto adaptada para os dias de hoje."
Grupo 3 – A, J e F
"Sim, porque com todo o trajeto entre as universidades e ele tendo buscado conhecimento entre elas, ele foi moldando a sua própria perspectiva sobre a circulação do sangue no corpo humano e assim dando origem em um fato para a ciência."
Grupo 4 – I; K e G
"Sim, pois com o seu amplo conhecimento adquirido com o tempo que ele passou em cada faculdade e sempre sendo um aluno muito estudioso e com um pensamento amplo, isso fez com que ele tivesse essas ideias, sua situação financeira e o lugar que sua família ocupava na sociedade ajudou bastante."

Questão 2: "Uma pessoa que nasce no Brasil hoje, quais são as condições dela para virar um cientista?"

Grupo 1 – H, T e V
“No Brasil as chances de se tornar um cientista são altas apenas para quem tem condições financeiras que possam ser investidas nos estudos, assim como William Harvey tinha condições. Já para a maioria dos brasileiros que dependem da educação pública, as chances de se tornar um cientista são baixas.”
Grupo 2 – D, P, R, X e Z
“Nos dias de hoje, o brasileiro terá uma dificuldade sim, mas tudo depende da condição que for dada porque mesmo com avanços tecnológicos também constará a questão da classe econômica que ele se instala. Por exemplo, as condições de Harvey colaboraram para o desenvolvimento científico dele, porque foi visto seus esforços até chegar em Pádua e provavelmente um brasileiro terá as mesmas dificuldades, diferentemente de uma pessoa nascida em um país privilegiado pelo reconhecimento, por exemplo Oxford.”
Grupo 3 – A, J e F
“No Brasil, o investimento na educação não é tão grande, o que dificulta o êxito de cientistas brasileiros. Além disso, devido a desigualdade social, muitos brasileiros não possuem as mesmas oportunidades entre si, o que gera um impasse entre as classes mais baixas na hora de crescer no meio científico.”
Grupo 4 – I; K e G
“No Brasil, para você entrar em uma faculdade você precisa do Enem, e para ter uma bolsa é muito difícil, se formar fora do país e mais fácil, porém hoje está mais acessível, você pode estudar antes dos dez anos de idade, e se sua família não tiver condições você pode tentar a bolsa, então hoje está um pouco melhor de conseguir se formar.”

APÊNDICE G – Quadro de Temas e Códigos

Supertema	Tema	Subtema	Códigos	Onde apareceu?
Ciência	Caracterização da Ciência	Ciência como um estudo (C1.1)	"estudo geral de tudo"	Estudo Exploratório
			"conjunto de fatores como estudo, pesquisa e experiências sociais e biológicas"	Estudo Exploratório
			"É o estudo da natureza e do corpo humano."	Estudo Exploratório
			"Ciência é o estudo mais aprofundado "	Estudo Exploratório
			"a ciência representa todo conhecimento adquirido através do estudo, pesquisa ou da prática, baseado em princípios certos.”	Estudo Exploratório
		Ciência estuda fenômenos físico-químicos e sociais (C1.2)	"conjunto de fatores como estudo, pesquisa e experiências sociais e biológicas"	Estudo Exploratório
		Perspectiva de conhecimento científico universal e hegemônico (C1.3)	"a ciência representa todo conhecimento adquirido através do estudo, pesquisa ou da prática, baseado em princípios certos.”	Estudo Exploratório
		Experiências em Animais (C1.4)	"estudos e experiências feitos em animais e em seres humanos"	1ª Intervenção - Questionário Não Direcionado
			"pegavam animais e faziam testes para aplicar em humanos."	1ª Intervenção Questionário Não Direcionado
			"Por experimentos feitos em animais e humanos"	1ª Intervenção - Questionário Não Direcionado
			"além de estudos em animais "	1ª Intervenção - Questionário Não Direcionado
		Atores da Ciência (C1.5)	“(No passado:) Cientistas historiadores, biólogos, químicos, pesquisadores e médicos. Hoje: Médicos, biólogos e cientistas”	1ª Intervenção - Questionário Não Direcionado

		Perspectiva de conhecimento objetivo e crescimento linear (C1.6)	"religiosos e curandeiros"	1ª Intervenção - Questionário Não Direcionado
			"hoje em dia eles sabem o que é correto ou não"	2ª Intervenção
			"dando origem em um fato para a ciência."	3ª Intervenção - parte I
			"William Harvey descreveu corretamente os detalhes do sistema circulatório do sangue ao ser bombeado por todo o corpo, pelo coração. Suas descobertas foram importantes para os estudos e deixou notável contribuição para o desenvolvimento da ciência do corpo"	3ª Intervenção - parte I
		Relação entre contexto histórico e fazer científico (C1.7)	"naquela época era algo profano para eles."	1ª Intervenção - Questionário Direcionado
			"Naquela época os professores ou qualquer pessoa ..."	1ª Intervenção - Questionário Direcionado
			"o professor (...) não poderia dissecar o corpo porque naquela época era considerado algo profano "	1ª Intervenção - Questionário Direcionado
			"fazer as pesquisas ele mesmo (...) e em ocasiões até mudar os livros com suas descobertas"	1ª Intervenção - Questionário Direcionado
			"com todo o trajeto entre as universidades e ele tendo buscado conhecimento entre elas, ele foi moldando a sua própria perspectiva sobre a circulação do sangue no corpo humano."	3ª Intervenção - parte I
			"sua situação financeira e o lugar que sua família ocupava na sociedade ajudou bastante."	3ª Intervenção - parte I

			"ele teve a maior parte do seu desenvolvimento na Universidade de Pádua, onde suas hipóteses ou ideias foram reconhecidas, dando um pontapé inicial para a conclusão de uma futura ideia"	3ª Intervenção - parte I
			"com o seu amplo conhecimento adquirido com o tempo que ele passou em cada faculdade e sempre sendo um aluno muito estudioso e com um pensamento amplo, isso fez com que ele tivesse essas ideias"	3ª Intervenção - parte I
			"as condições de Harvey colaboraram para o desenvolvimento científico dele"	3ª Intervenção - parte II
		Relação de Poder (C1.8)	"Está em uma posição alta, uma posição de poder."	1ª Intervenção - Questionário Direcionado
		Noção processual da ciência (C1.9)	"A ciência está em constante evolução, (...) as teorias criadas para explicar determinadas coisas podem ser mutáveis."	2ª Intervenção
			"O estudo da ciência está em constante evolução, portanto as teorias criadas para justificar certas coisas podem mudar a qualquer momento."	2ª Intervenção
			"sendo tanto usada quanto adaptada para os dias de hoje."	3ª Intervenção
		Validação do conhecimento científico C1.10)	"Um conhecimento científico não passa a ser aceito com base no certo ou errado, mas sim se ele for validado através de demonstração, investigação, experimentação."	2ª Intervenção

			"nem todo conhecimento científico aceito está correto, podendo haver alterações com o tempo."	2ª Intervenção
			"Ou seja, nem todo fato científico ou teoria são aceitos até que se prove o contrário."	2ª Intervenção
		Perspectiva de conhecimento argumentativo (C1.11)	“Nesse caso, a visão do Harvey (foi aceita porque) conseguiu explicar com mais clareza a movimentação sanguínea.”	2ª Intervenção
		Relações com tecnologia (C1.12)	"Em muitos casos, (...) por causa de uma tecnologia não tão avançada, muitas teorias podem ser feitas com base em fatos errados	2ª Intervenção
	Atitude em Relação à Ciência	Positiva ou Otimista (C2.1)	"Ciência é o conjunto de fatores (...) que nos ajude a compreender melhor o mundo"	Estudo Exploratório
			"Pode ser (...) para descobrir uma cura ou para acelerar o processo de crescimento de alimentos."	Estudo Exploratório
			"Ciência é o estudo mais aprofundado (...) ajudando nas descobertas sobre o mundo a fora.""	Estudo Exploratório
			"a ciência representa todo conhecimento adquirido através do estudo, pesquisa ou da prática, baseado em princípios certos.”	Estudo Exploratório
		Negativa ou Pessimista (C2.2)	"nem todo mundo tem acesso aos estudos e muito menos aos resultados que a ciência trás. Por exemplo, o estudo das vacinas é feito, mas nem todos têm acesso às vacinas.”	Estudo Exploratório

Justiça Social	Caracterização da Justiça Social	Igualdade (JS1.1)	“É uma sociedade igualitária, sem preconceitos ou distinção de gênero, classe, raça nem diferenças financeiras.”	Estudo Exploratório
			(uma sociedade justa é) "onde as pessoas conseguem as mesmas oportunidades de vida de forma justa e sem preferências sobre questões financeiras.”	Estudo Exploratório
			"Entendemos que parte do princípio de que todos os indivíduos de uma sociedade têm direitos e deveres iguais em todos os aspectos da vida social.”	Estudo Exploratório
		Equidade (JS1.2)	“Não tem como existir, porque a sociedade já é desigual e a maior desigualdade que tem é de querer tornar igual o que já é desigual.”	Estudo Exploratório
		Noção processual de Justiça Social (JS1.3)	"Para a sociedade ser justa seria um longo processo onde todos deveriam estar dispostos a mudar..."	Estudo Exploratório
		Valores (JS1.4)	"as pessoas são muito intolerantes quanto a tudo. Para a sociedade ser justa seria um longo processo onde todos deveriam estar dispostos a mudar, ter mais empatia.”	Estudo Exploratório
	Atitude em Relação à Justiça Social	Positiva ou Otimista (JS2.1)	xxxxxxxx	
		Negativa ou Pessimista (JS2.2)	“Não tem como existir, porque a sociedade já é desigual e a maior desigualdade que tem é de querer tornar igual o que já é desigual.”	Estudo Exploratório

			"nem todo mundo tem acesso aos estudos e muito menos aos resultados que a ciência trás. Por exemplo, o estudo das vacinas é feito, mas nem todos têm acesso às vacinas.”	Estudo Exploratório
Ciência e Justiça Social	Relação entre C. e J.S.		"a ciência também é um estudo da sociedade, com pesquisas para combater a injustiça social.”	Estudo Exploratório
			"nem todo mundo tem acesso aos estudos e muito menos aos resultados que a ciência trás. Por exemplo, o estudo das vacinas é feito, mas nem todos têm acesso às vacinas.”	Estudo Exploratório
		Igualdade	“No Brasil as chances de se tornar um cientista são altas apenas para quem tem condições financeiras que possam ser investidas nos estudos, assim como William Harvey tinha condições."	3ª Intervenção - parte II
			"muitos brasileiros não possuem as mesmas oportunidades entre si, o que gera um impasse entre as classes mais baixas na hora de crescer no meio científico."	3ª Intervenção - parte II
			"foi visto seus esforços (de Harvey) até chegar em Pádua e provavelmente um brasileiro terá as mesmas dificuldades, diferentemente de uma pessoa nascida em um país privilegiado."	3ª Intervenção - parte II
		Relações com o Contexto Histórico	“No Brasil, o investimento na educação não é tão grande, o que dificulta o êxito de cientistas brasileiros."	3ª Intervenção - parte II

			"hoje está mais acessível, você pode estudar antes dos dez anos de idade."	3ª Intervenção - parte II
			"se sua família não tiver condições você pode tentar a bolsa, então hoje está um pouco melhor de conseguir se formar."	3ª Intervenção - parte II
		Tecnologia	"tudo depende da condição que for dada porque mesmo com avanços tecnológicos também constará a questão da classe econômica"	3ª Intervenção - parte II