CEFET/RJ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO

A PRODUÇÃO DE NARRATIVAS HISTÓRICAS POR ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL A PARTIR DE UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DO SISTEMA CARDIOVASCULAR

Samuel Mariosa Gumieri

Dissertação de Mestrado 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(a): José Claudio de Oliveira Reis

Rio de Janeiro
Agosto, 2019

A PRODUÇÃO DE NARRATIVAS HISTÓRICAS POR ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL A PARTIR DE UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DO SISTEMA CARDIOVASCULAR

Dissertação de Mestrado 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.

Samuel Mariosa Gumieri

Banca Examinadora:

Presidente, Professor Dr. José Claudio de Oliveira Reis (CEFET/RJ- UERJ)
(Orientador)

Professora Dra. Giselle Faur de Castro Catarino (UERJ)

Professor Dr. Hermann Schiffer Fernandes (CEFET/RJ)

Professora Dra. Tânia de Oliveira Camel (FIOCRUZ)

Rio de Janeiro
Agosto, 2019

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central do CEFET/RJ

G974 Gumieri, Samuel Mariosa
A produção de narrativas históricas por alunos do ensino fundamental a partir de uma abordagem histórico-filosófica do sistema cardiovascular / Samuel Mariosa Gumieri. – 2019.
88f.+anexos : il.color. , grafs. ; enc.

Dissertação (Mestrado). Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, 2019.
Bibliografia : f.85-88.
Orientador : José Claudio de Oliveira Reis

1. Ciências (Ensino fundamental). 2. História da ciência. 3. Sistema circulatório. 4. Pesquisa qualitativa l. Reis, José Claudio de Oliveira (Orient.). II. Título.

CDD 372.35

Elaborada pelo bibliotecário Leandro Mota de Menezes CRB-7/5281

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela oportunidade de ingressar no curso e pela força para permanecer em meio a tantas adversidades.

Ao meu orientador Professor Dr. José Claudio, por todo apoio, paciência, dicas e aprendizado oportunizado.

Agradeço a minha esposa Beatriz e ao meu filho Murilo, pela paciência e compreensão nas minhas ausências em que precisei estar nas aulas e concentrado na produção deste trabalho.

Aos meus estimados alunos, sem os quais essa pesquisa não seria possível.

Muito Obrigado!

RESUMO

A PRODUÇÃO DE NARRATIVAS HISTÓRICAS POR ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL A PARTIR DE UMA ABORDAGEM HISTÓRICO-FILOSÓFICA DO SISTEMA CARDIOVASCULAR

Considerando a relevância da inserção de elementos históricos e filosóficos da ciência na educação científica, percebemos que ainda são poucas as pesquisas que visam tal implementação, principalmente nos anos finais do Ensino Fundamental. O presente trabalho busca investigar por meio de pesquisa-ação, quais desses elementos surgem a partir de Narrativas Históricas produzidas por alunos de uma turma de 8º ano do segundo segmento do Ensino Fundamental. A pesquisa foi realizada em uma escola municipal em Teresópolis, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. A partir da elaboração e aplicação de sequência de ensino investigativa com uma abordagem histórica sobre a construção do conhecimento a respeito do sistema cardiovascular, buscamos dar subsídios para que os alunos construíssem suas narrativas. Como forma de representar seus textos, os grupos escolheram um poema e um pequeno filme utilizando a técnica de *stop motion*. Durante os trabalhos encontramos alguns desafios como problemas disciplinares da turma e a dificuldade na escrita e produção textual. Por meio da Análise de Conteúdo os resultados foram discutidos e apesar das dificuldades, foi possível identificar aspectos histórico-filosóficos e culturais da ciência representados nos trabalhos dos alunos.

Palavras-chave: Narrativas Históricas; História da Ciência; Ensino de Ciências

Rio de Janeiro

Agosto, 2019

ABSTRACT

THE PRODUCTION OF HISTORICAL NARRATIVES BY ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS FROM A HISTORICAL-PHILOSOPHICAL APPROACH TO THE CARDIOVASCULAR SYSTEM

Considering the relevance of the insertion of historical and philosophical elements of science in science education, we realize that there is still little research aimed at such implementation, especially in the final years of elementary school. The present work seeks to investigate through action research, which of these elements arise from Historical Narratives produced by students of an 8th grade class of the second segment of elementary school. The research was conducted in a municipal school in Teresópolis, Mountainous Region of the State of Rio de Janeiro. From the elaboration and application of the investigative teaching sequence with a historical approach to the construction of knowledge about the cardiovascular system, we seek to provide subsidies for students to build their narratives. As a way of representing their texts, the groups chose a poem and a short film using the stop motion technique. During the work we found some challenges such as disciplinary problems of the class and the difficulty in writing and textual production. Through Content Analysis the results were discussed and despite the difficulties, it was possible to identify historical-philosophical and cultural aspects of science represented in the students' works.

Keywords: Historical Narratives; History of science; Science teaching

Rio de Janeiro

2019, August

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Coração de acordo com Galeno 20

Figura 2. Uma das representações do coração de Leonardo da Vinci 24

Figura 3. Capa *"De Humani Corporis Fabrica"* 26

Figura 4. Experimento com torniquete em braço humano, de Harvey 30

Figura 5. Representação das quatro fases do ciclo básico da pesquisa-ação 32

Figura 6. Etapas da Sequência de Ensino Investigativa 33

Figura 7. Etapa "Problema": atividade grupo 2 50

Figura 8. Etapa "Problema": atividade grupo 1 52

Figura 9. Etapa "Problema": atividade grupo 3 52

Figura 10. Etapa "Problema": atividade grupo 4 53

Figura 11. Etapa "Problema": atividade grupo 5 54

Figura 12. Apresentação: A importância das dissecações 57

Figura 13. Apresentação: Sistema cardiovascular 64

Figura 14. Narrativa Grupo 1 67

Figura 15. Narrativa Grupo 2 69

Figura 16. Narrativa Grupo 3 70

Figura 17. Narrativa Grupo 4 71

Figura 18. Narrativa Grupo 5 72

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Desenvolvimento das atividades da pesquisa 34

Quadro 2. Questionário de sondagem: questão 01 36

Quadro 3. Questionário de sondagem: questão 02 38

Quadro 4. Questionário de sondagem: questão 03 38

Quadro 5. Questionário de sondagem: questão 04 40

Quadro 6. Questionário de sondagem: questão 05 41

Quadro 7. Questionário de sondagem: questão 06 42

Quadro 8. Questionário de sondagem: questão 07 43

Quadro 9. Questionário de sondagem: questão 08 44

Quadro 10. Questionário de sondagem: questão 09 46

Quadro 11. Questão: “Quem você acha que produziu essa obra?” 49

Quadro 12. Questionário final: questão 01 75

Quadro 13. Questionário final: questão 02 75

Quadro 14. Questionário final: questão 03 76

Quadro 15. Questionário final: questão 04 77

Quadro 16. Questionário final: questão 05 78

Quadro 17. Questionário final: questão 06 81

Quadro 18. Questionário final: questão 07 81

SUMÁRIO

Introdução **10**

1 Transposição Didática e Construção de Narrativas Históricas **13**

2 Sistema Cardiovascular – Da Antiguidade ao Renascimento **17**

2.1 Antiguidade – O coração como a sede da alma 17

2.2 Idade Média – Toda verdade nas Escrituras 22

2.3 Renascimento – Renovado interesse na arte e na ciência 23

3 Coleta de dados e Resultados **31**

3.1 Caracterização da turma 31

3.2 Metodologia da pesquisa 31

3.3 Atividade de Sondagem 35

3.4 Desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa 48

3.4.1 Etapa Problema 48

3.4.2 Etapa Sistematização 55

3.4.3 Etapa Contextualização Social: produção das Narrativas 66

3.5 Produção do filme 72

3.6 Considerações sobre as Narrativas 74

3.7 Questionário Final 74

Considerações Finais **83**

Referências Bibliográficas **85**

Apêndices **89**

Apêndice A – Questionário de Sondagem 89

Apêndice B – Questionário Final 91

Introdução

É consenso que nosso sistema atual de ensino é bastante questionado em relação a diversos fatores que recaem em insatisfação seja dos alunos, dos responsáveis ou dos professores. Esses fatores podem compreender aspectos como o processo de ensino-aprendizagem, a estrutura física das nossas escolas, a formação de professores, entre outros. Percebemos no ensino de ciências, em particular, dificuldades que podem comprometer a preparação do indivíduo enquanto cidadão para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea (SANTOS et al., 2011).

Enquanto educadores, necessitamos buscar soluções que tornem o ensino mais atraente e proporcione ao estudante uma visão mais adequada da ciência. Assim, acreditamos que o ensino de ciências deve ir além das resoluções de exercícios e memorização de termos e fórmulas. Para ALVIM e ZANOTELLO (2014):

> O ensino escolarizado das ciências não deve se limitar ao desenvolvimento de uma capacidade aguçada para fazer exercícios e responder questionários fechados sobre certos conteúdos, mas também envolver a construção de uma cultura científica, fazendo com que o estudante adquira noções sólidas sobre o quê as ciências produzem, quais seus objetos de estudo, como elas se desenvolvem historicamente e como se relacionam no mundo contemporâneo com as esferas social, econômica e política (ALVIM E ZANOTELLO, 2014, p.350).

Assim, valorizar os aspectos histórico-filosóficos torna-se essencial para proporcionar aos estudantes uma ciência humanizada, favorecer uma melhor compreensão dos conceitos científicos, contextualizar o ensino, além de ressaltar o valor cultural da ciência e promover o entendimento do caráter mutável do processo científico (HÖTTECKE, SILVA, 2011; OLIVEIRA E SILVA, 2012).

A abordagem tradicional da História da Ciência, muitas vezes restrita à história de fatos, anedotas e heróis, parece não ter sido ainda abandonada nas salas de aulas, apesar de não faltarem alertas na literatura (PRESTES e CALDEIRA, 2009). Assim, ao utilizar a História da Ciência deve-se evitar que se adote uma visão ingênua ou arrogante da ciência como sendo “a verdade” ou “aquilo que foi provado”, algo imutável e eterno, construído por gênios que nunca cometem erros (MARTINS, 1998). De acordo com BRAGA, GUERRA e REIS (2012), a História e Filosofia da Ciência

(HFC) devem contribuir para que alunos e professores possam pensar a ciência. Para os autores:

> A História e a Filosofia da Ciência devem trazer elementos para que alunos e professores possam pensar a ciência. Colocar em cheque visões que estão bem estabelecidas no senso comum. Conhecer outros pontos de vista acerca de um tema, sobre o qual já se tem alguma opinião, pode nos fazer mudar ou buscar argumentos para defendê-la. Só isso já é suficiente. Esse deve ser o objetivo: acrescentar elementos que permitam aos alunos e professores pensarem a ciência, tornando sua visão cada vez mais sofisticada (BRAGA, GUERRA e REIS, 2012. p.212).

Apesar de vasta literatura apontando a relevância da inclusão da História e Filosofia da Ciência no ensino de ciências, as pesquisas que visam tais implementações de forma empírica ainda são poucas nos anos finais do Ensino Fundamental. A maioria dessas pesquisas é realizada no Ensino Médio, em particular na disciplina de Física (TEIXEIRA, GRECA e FREIRE JÚNIOR, 2012; RIBEIRO, VELLOSO e MOREIRA, 2018).

Diante da necessidade de promover um ensino de ciências contextualizado, buscamos através deste trabalho, por meio da pesquisa-ação, desenvolver e aplicar uma sequência de ensino investigativa (SEI) que proporcione ao aluno melhor entendimento de como o processo científico ocorre, utilizando como base o estudo da história do sistema cardiovascular e a produção de Narrativas Históricas pelos alunos.

Dentro desta perspectiva, buscamos a resposta para a seguinte pergunta de pesquisa: Que fatores histórico-filosóficos e culturais surgem a partir de narrativas produzidas por alunos do 8º ano, após sequência de ensino investigativa com abordagem histórica do sistema cardiovascular?

A pesquisa foi realizada em uma escola pública municipal em Teresópolis, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, com uma turma de oitavo ano de escolaridade na qual o professor-pesquisador é também o professor regente da disciplina de Ciências da classe.

Escolhemos o sistema cardiovascular por fazer parte da grade curricular que deve ser trabalhada na turma em que a pesquisa foi realizada. Destacamos também o fato de que a abordagem desse tema favorece a compreensão de aspectos anatômicos e fisiológicos dos mecanismos de funcionamento do coração e dos vasos que compõem o sistema. Mesmo que os alunos sejam muito jovens, o entendimento do sistema

cardiovascular é importante para que possam desenvolver cuidados preventivos como a adoção de hábitos de vida saudáveis ao longo de toda vida que vão evitar doenças cardiovasculares (STERN, 2012). Outro fator que nos influenciou na abordagem do tema é a ampla disponibilidade de material histórico na literatura favorecendo a construção da nossa SEI.

É comum os livros didáticos mencionarem apenas Willian Harvey (1578-1657) quando falam sobre a circulação sanguínea. Buscamos dessa forma, mostrar aos estudantes um percurso de séculos, abordando as contribuições de diversos personagens influenciados por diferentes contextos para que dessem subsídios a Harvey para o entendimento da circulação sanguínea.

No primeiro capítulo fizemos uma síntese de alguns cuidados necessários na transposição didática, assim como na construção de Narrativas Históricas. Definimos algumas características das narrativas e discutimos como podem contribuir como recurso didático na compreensão do processo científico.

O segundo capítulo traz uma revisão teórica sobre como o conhecimento a respeito do sistema cardiovascular foi construído desde a Antiguidade até os dias de Harvey. A partir desse texto nos orientamos para montar nossa SEI com o objetivo de dar embasamentos para que os alunos criassem suas Narrativas Históricas.

A metodologia, as atividades desenvolvidas e os resultados seguidos de suas análises estão explicitados no capítulo 3, onde também estamos avaliando por meio de um questionário final os aspectos metodológicos do nosso trabalho. Esperamos que através das Narrativas Históricas produzidas pelos alunos possamos identificar aspectos histórico-filosóficos e culturais relevantes na construção do conhecimento científico e em especial sobre o sistema cardiovascular.

1. Transposição Didática e Construção de Narrativas Históricas

Considerando a relevância da inclusão da HFC no ensino de ciências como forma de viabilizar um ensino contextualizado, proporcionando ao estudante a oportunidade de compreender como o conhecimento científico é construído, buscamos refletir sobre as possibilidades que os textos históricos podem oferecer, como ferramentas promissoras nesse sentido.

No entanto, torna-se necessário a adaptação desses textos para a sua utilização na educação básica e é através dessa transposição que o professor poderá trabalhar os diferentes contextos em que a ciência está inserida.

Ao transpor os conteúdos da HFC em conteúdos apropriados para a educação básica torna-se necessário considerar o contexto em que esses conteúdos são aplicados, reconhecendo as diferentes funções sociais. Assim, o enfoque trazido por certos aspectos da transposição didática pode favorecer a construção dos conhecimentos de HFC para a escola básica (FORATO, MARTINS e PIETROCOLA, 2011).

Nos livros didáticos de Ciências para os anos finais do Ensino Fundamental, encontramos poucos textos com enfoque histórico-filosófico. A maioria apresenta o conteúdo já pronto sem valorizar as etapas de construção do conhecimento científico. Algumas narrativas, no entanto, surgem retratando alguma parte histórica de forma breve e direta, outras (bem poucas) utilizam a ficção no intuito de prender a atenção do estudante e ensinar determinado conteúdo, como a história da maçã que cai na cabeça de Newton e a banheira de Arquimedes, por exemplo. Mas é necessário que o educador esteja atento às características que esse tipo de texto apresenta, muitas vezes enaltecendo heróis e mostrando uma ciência individualista sem valorizar os diferentes contextos em que o conhecimento científico é construído.

A pseudo-história transmite falsas ideias sobre o processo histórico da ciência e a natureza do processo científico. A omissão do contexto pode induzir ao erro mesmo que se pretenda mostrar como a ciência funciona. Por exemplo, uma narrativa pode enfatizar demais as contribuições de um indivíduo, minimizar o papel de acidentes ou erros, simplificar o processo de investigação, ocultar o efeito de valores pessoais ou culturais. Elas podem transformar a ciência real em uma ciência idealizada (ALLCHIN, 2004).

RIBEIRO E MARTINS (2007) entendem que as narrativas relativas à História da Ciência, encontradas nos materiais didáticos podem desempenhar uma função informativa quando se referem ao fato de que tais textos existem mesmo para transmitir informações, dando ciência ao leitor de fatos e eventos que se julga importante ter conhecimento. Outra função seria a avaliativa, referindo-se aos eventuais significados que os fatos ali narrados possam ter.

Alguns autores têm pesquisado sobre a produção e o uso de Narrativas Históricas na educação básica como forma de incluir a HFC numa abordagem que discute aspectos da Natureza da Ciência (SCHIFFER, 2012; DRUMMOND et al., 2015; SILVA, SILVA E YANO, 2017; BATISTA E SILVA, 2018). No entanto, consideramos que o assunto é bem pouco explorado e destacamos que a maioria das pesquisas são voltadas apenas para o Ensino Médio, principalmente na disciplina de Física.

DRUMMOND et al. (2015) destacam três aspectos importantes que devem ser observados na elaboração de Narrativas Históricas: extensão e profundidade dos textos, quantidade de informações contempladas e formulação discursiva. Assim, entendemos que os textos não devem ser muito longos e devem apresentar uma linguagem não muito rebuscada, dependendo do nível de escolaridade e faixa etária dos alunos, além de não excederem a quantidade de informações. Outro aspecto destacado pelos autores é que não se devem desconsiderar fatores como a falta de pré-requisitos dos alunos no que se refere aos conhecimentos físicos, históricos, filosóficos e epistemológicos.

Para BRUNER, 1990 *apud* RIBEIRO e MARTINS (2007), as narrativas possuem três propriedades fundamentais. A primeira seria a sua sequencialidade, ao apresentar uma sequência cronológica de eventos, acontecimentos que envolvem personagens, atores reais ou imaginários. O que dá significado à narrativa é a sequência de suas sentenças e não a veracidade ou falsidade dessas sentenças. A segunda propriedade que se trata da narrativa é que ela pode ser real ou imaginária, sem perder seu poder como história. Tratam da vida, mas não precisam necessariamente ser fiéis a ela. Nas narrativas podem ser contados fatos em que a veracidade pode não ser comprovada, mas o que a torna válida é o fato de serem verossímeis, ou seja, “parecidas com a vida”. E o terceiro aspecto, também crucial é a necessidade de que a narrativa tenha algo que a justifique, não produzindo fatos e comportamentos ordinários,

esperados, gerando desinteresse do público-alvo, mas buscando um desvio do padrão cultural canônico, ou seja, tendo a capacidade de surpreender.

De certa maneira, qualquer narrativa da HC traz consigo de forma implícita ou explicita, as crenças, os valores e as orientações metodológicas de seu autor. Quando se faz um relato histórico do debate de teorias, da criação de um conceito científico ou da realização de um experimento, por exemplo, esses relatos trazem concepções sobre a natureza da ciência e os processos da sua construção (FORATO, 2009). Assim, deve-se ter o cuidado ao utilizar as Narrativas Históricas já existentes no meio escolar, uma vez que elas podem estar transmitindo de maneira equivocada os processos de construção da ciência, como afirmam FORATO et al. (2011):

> Muitas vezes, as entrelinhas de um texto sugerem uma visão de ciência diferente daquela que se busca defender. Algumas concepções arraigadas acabam por surgir furtivas em breves comentários ou adjetivos revelando juízos de valor que comprometem o resultado final de um trabalho, no que diz respeito às imagens de ciência e de seu funcionamento. Desse modo, torna-se bastante relevante a preocupação voltada para as narrativas históricas, presentes no ambiente escolar, e as concepções que elas podem promover sobre os processos de construção da ciência (FORATO et al., 2011).

É preciso, portanto, estar atento às diferentes formas em que os textos históricos são apresentados, podendo transmitir uma falsa ideia de como o conhecimento científico é construído.

O respeito pelo contexto histórico deve ser um princípio essencial para os historiadores, uma vez que não seguindo esse princípio, lendo o passado utilizando normas ou padrões do presente tem-se o que se caracteriza como Whiggismo. A história “whiggish” da ciência, geralmente atribui os erros a fatores não científicos e dá crédito de todo sucesso para um método considerado adequado. É possível percebermos nos textos sinais que demonstram tais características, como relatos que tendem a enfatizar cientistas como heróis e/ou relatar somente o que reflete favoravelmente determinado cientista. Truques históricos como: omitir pensadores anteriores, difamar um personagem e enaltecer outro, os erros individuais não serem considerados, sendo tudo encaixado em um modelo idealizado de ciência (ALLCHIN, 2004).

Histórias não são "apenas" histórias da ciência - elas são explicativas. Elas explicam através da narrativa. Os eventos da história e o resultado estão intimamente ligados. Toda história tem uma lição implícita, ou moral e modela o processo científico,

mostrando como uma série de eventos leva a um determinado resultado. Quando a narrativa é tendenciosa, a explicação sobre como a ciência funciona pode falhar (ALLCHIN, 2004).

Existe uma discussão a respeito de como uma narrativa pode contribuir, ou não, para facilitar o estabelecimento de relações entre os conceitos e alguns fenômenos. Essas discussões também chamam atenção a respeito de como nos contam sobre a ciência, sobre a sua natureza ao nos fazerem refletir sobre quem são as pessoas envolvidas no fazer ciência, a que e a quem ela serve, quais os processos envolvidos nessa atividade entre outros. As narrativas podem nos fazer pensar sobre os processos da ciência e ressaltar também um aspecto fundamental do desenvolvimento da atividade científica, que é o seu caráter de construção coletiva (RIBEIRO e MARTINS, 2007).

A partir de um recorte histórico sobre o sistema cardiovascular e elaboração de uma sequência de ensino investigativa, de certa forma criamos nossa própria narrativa, na intenção de viabilizar um ensino de ciências mais contextualizado. No entanto, nossa pesquisa terá foco em Narrativas Históricas produzidas pelos alunos, buscando identificar quais elementos histórico-filosóficos e culturais estarão presentes em seus textos. Como fator motivador, será proposto aos estudantes que expressem suas narrativas a partir de diferentes formas que poderão ser: poemas, história em quadrinhos, teatro, música etc.

2. Sistema Cardiovascular – Da Antiguidade ao Renascimento

2.1. Antiguidade – O coração como a sede da alma

Para tentarmos compreender a forma como o conhecimento científico a respeito do sistema cardiovascular foi sendo construído ao longo do tempo é importante buscarmos os primórdios desse conhecimento a partir das concepções existentes desde a Antiguidade.

Para chegar à ideia de circulação sanguínea foi necessária uma mudança de mentalidade que foi acontecendo aos poucos a partir de novos paradigmas inerentes a cada momento histórico. Fatores culturais, religiosos, políticos entre outros contribuem para a produção do conhecimento científico, uma vez que a ciência não é um elemento à parte da sociedade, estando inserida dentro de um determinado contexto.

O sistema cardiovascular é formado pelos vasos sanguíneos e coração sendo responsável pela circulação do sangue de forma a transportar nutrientes e gás oxigênio por todo o corpo, além de eliminar o gás carbônico que é produzido pelas células e tóxico para o organismo. O entendimento dessa informação perpassa pela compreensão do mecanismo de entrada e saída de ar nos pulmões, além da fisiologia dos órgãos que formam o sistema respiratório, as veias, as artérias e o coração. Para isso, foi necessária uma ruptura de paradigmas característicos de cada período, permitindo o desenvolvimento da ciência e da medicina. A incorporação de novas técnicas de dissecação também foi um fator crucial não só para a compreensão da circulação sanguínea, mas também para revolucionar toda a medicina.

É comum encontrarmos nos livros didáticos a atribuição principalmente a William Harvey (1578 – 1657) da “descoberta” da circulação do sangue, isso quando algum personagem da história é mencionado. A maioria dos livros didáticos apresenta o conteúdo “pronto” sem contextualização histórica (USBERCO et al., 2015; BARROS e PAULINO, 2016; STERN, 2012). Porém, vemos ao longo da história que inúmeros personagens deixaram as suas contribuições para que esse conhecimento se consolidasse. As características da revolução científica, no século XVII, favoreceram o desenvolvimento de interpretações mecanicistas, com uma linguagem da ciência mais

matemática. Isso contribuiu para que com base nos conhecimentos já existentes, Harvey avançasse no entendimento da circulação.

Na Antiguidade, o ar e a respiração apresentavam um status supranatural e a respiração era associada a um poder mágico, espiritual e invisível, próprios das divindades. Em todas as culturas antigas o que define a respiração é a expiração, ligada à ideia de "sopro da vida" enquanto a inspiração é ignorada. GOTTSCHALL (2000), considera que os primeiros filósofos-cientistas se depararam com o maior desafio da cultura de todos os tempos: interpretar racionalmente o mundo e sem conhecimento prévio acumulado, viam-se completamente desarmados diante do seu grande laboratório, a natureza.

Para Anaximenes de Mileto (550 a.C - 480 a.C), um filósofo pré-socrático, o ar era o elemento que dava origem a todas as coisas, ligando-se a uma entidade essencial à vida, chamada de pneuma. O ar estando igualmente distribuído seria invisível, manifestando a sua existência através do frio e do calor, da umidade e do movimento e estaria sempre em movimento (BORNHEIM, 2005).

Empédocles da Sicília (495 a.C. - 435 a.C.) considerava que o ar inspirado era levado ao coração pelas veias pulmonares para esfriá-lo. No coração havia mais calor e por isso ele e os vasos estariam em contínuo movimento. Esse "calor" era distribuído pelo sangue a todas as partes do corpo a partir do coração. Os pulmões seriam um presente dos deuses para acalmar o fogo da atividade do órgão. Essas ideias são reafirmadas por Hipócrates de Cós[1] (460 a.C. - 375 a.C.), figura central da Escola Hipocrática, na secção sobre o coração do livro *Corpus Hippocraticus* (GOTTSCHALL, 2000).

O sistema vascular e o pulso arterial foram descritos sistematicamente por Diógenes da Apolônia (430 a.C.) que afirmava que as artérias possuíam ar em seu interior. Baseava sua afirmação no vazio das artérias de animais estrangulados para dissecação, cujo sangue se desviava para outros sítios, deixando vácuo nas artérias e no ventrículo esquerdo (GOTTSCHALL, 2000).

Aristóteles (384 a.C. - 322 a.C.) entendia que o coração era a origem de todos os vasos e nervos. Afirma a existência de três ventrículos cardíacos que vão diminuindo de

[1] Com Hipócrates de Cós, no 5º século a.C.,surge a racionalidade na medicina, criando pelo método indutivo um sistema integrado de diagnóstico, prognóstico e tratamento, baseado em causas e efeitos e o aprendizado pela experiência -, moralizando a medicina pelo famoso juramento, com as ideias de benefício ao paciente e responsabilidade médica (GOTTSCHALL, 2007).

volume do lado direito para o esquerdo do corpo, porém todos eles ligados aos pulmões. Descreve também a existência de vasos que promovem essa comunicação dos ventrículos com os pulmões, para transportar ar ao coração. Aristóteles acreditava que a veia cava superior e a artéria pulmonar eram subdivisões de outro grande vaso, chamado por ele de “grande veia”. Também trouxe a informação de que o sangue mais quente e em maior quantidade estava no ventrículo direito enquanto o ventrículo esquerdo continha ar e sangue mais puro. Para Aristóteles o coração era o órgão mais importante do corpo, a sede da alma. O pneuma era uma parte da alma, mas a respiração tinha apenas ar e a sua principal função era resfriar o coração (BESTETTI, RESTINI e COUTO, 2014).

As dissecações tiveram papel crucial no desenvolvimento do conhecimento científico. A Escola de Alexandria constituiu-se a maior escola científica da Antiguidade Clássica, com as primeiras dissecações públicas de corpos humanos, que passam a ser uma prática regular. Essas dissecações teriam sido realizadas principalmente por Herófilo de Calcedônia (325 a.C. - 280 a.C.) e por Erasístrato (310 a.C. - 250 a.C.). Erasístrato teria desafiado muitas das doutrinas associadas com Hipócrates, rejeitando a visão de Platão e Aristóteles de que tudo fora criado com um propósito (teleologismo). Segundo ele, o ar penetrava pela traqueia, chegava aos pulmões e ali era transformado em pneuma, passando às artérias que o distribuíam para todo organismo, fornecendo assim o “espírito vital” (GOTTSCHALL, 2000; TALAMONI, 2014).

É difícil falar da história do sistema cardiovascular sem mencionarmos as fundamentais contribuições de Cláudio Galeno (130-200). Nascido em Pérgamo, na Ásia Menor , foi estudante de filosofia e posteriormente foi colocado pelo seu pai para estudar medicina. Aos 19 anos, com a morte de seu pai, Galeno foi para Smirna, onde estudou anatomia dos músculos e à Corinto conhecer mais filosofia e fisiologia, até chegar a Alexandria onde complementou seus estudos em medicina. A escola de Alexandria já não fazia mais dissecações em cadáveres e acredita-se que Galeno só teve oportunidade de dissecar macacos e porcos. Era uma figura imponente. Foi se tornando cada vez mais presunçoso à medida que fazia sucesso como médico e orador de assuntos anatômicos e fisiológicos. Sempre seguro de si, autoritário, não admitia ser

contestado. Tudo que falava e escrevia em medicina deveria ser aceito como um dogma (ANDRADE, 2017).

Galeno dissecava porcos e macacos e dava aulas de anatomia e fisiologia no Teatro Público, que eram bastante concorridas não só por médicos, mas também por outros cidadãos interessados. Dessa forma conseguiu descrever de forma mais completa desde então a circulação do sangue. Percebeu que as artérias conduziam sangue e não ar como se acreditava. Pensava que o sangue era produzido no fígado e que ao chegar no ventrículo direito se misturava com o pneuma vindo dos pulmões, onde era então purificado. Acreditava na existência de poros no septo, por onde o sangue passava para o ventrículo esquerdo. Em seguida, esse sangue partia pelas grandes artérias alcançando o cérebro que transformava o espírito natural em espírito animal. No entanto, Galeno não conseguiu perceber a circulação pulmonar, prevalecendo a ideia de que o sangue se perdia no interior dos órgãos (ANDRADE, 2017).

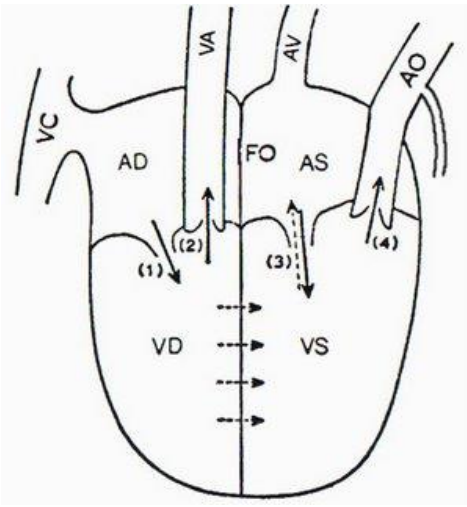


Figura 1: Coração de acordo com Galeno. As setas indicam o fluxo sanguíneo.
Fonte: Aulas de Anatomia[2]

PORTO et al. (1991) descrevem que, na concepção de Galeno, inspirado em Aristóteles, a formação do calor corporal, que era a fonte primária da vida, ocorria no coração seguindo o mecanismo: em baixa temperatura, o ar que chegava aos pulmões era levado ao coração que gerava calor pelo encontro desse ar com o sangue,

[2]Disponível em: http://aulas-de-anatomia.blogspot.com; Acesso em maio/2019.

funcionando como uma câmara de combustão. Os pulmões tinham a função de controlar o excesso de calor gerado expelindo-o junto com os resíduos na expiração.

Dessa forma, na distribuição sanguínea proposta por Galeno surgem as seguintes novidades em relação a de Erasístrato: presença de sangue nas artérias; existência de poros interventriculares; existência de dois tipos de sangue: um formado no fígado e outro no coração; um tipo de sangue claro e o outro escuro, o que só poderia ser dois tipos diferentes de sangue que nunca se encontravam.

Ninguém ousava adiantar os conhecimentos além do que Galeno havia conseguido, muito menos contestá-lo. Segundo Singer (1996), a permanência das ideias de Galeno por tanto tempo pode estar associada ao fato de Galeno ser um teleologista, acreditando que tudo fora feito por Deus para um determinado fim. Dessa forma, para conhecer o homem, era primeiro necessário conhecer a vontade de Deus. Essas ideias eram difundidas e aceitas sem questionamento. Somente no século XIV a anatomia teria um avanço com a retomada da dissecação de cadáveres.

Após Galeno não são encontradas atividades anatômicas por muitos séculos. Os trabalhos intelectuais entre os séculos VIII e XIII são destacados nos povos de língua árabe. Foi dessa maneira que muitos documentos da medicina grega foram traduzidos para o árabe. A recuperação de material médico dessas fontes árabes teria ocorrido no século XI no mosteiro de Monte Cassino (SINGER, 1996).

2.2. Idade Média – Toda verdade nas Escrituras

Para GOTTSCHALL (2000), a Idade Média (séculos V – XV) teria representado um período sem grandes mudanças na Anatomia e na Fisiologia em particular, pois se acreditava que toda a verdade já estava nas Escrituras dogmatizadas pelas ideias do médico Galeno com consequências dramáticas para os que ousassem contestá-las.

A partir do século VI começou-se a desenvolver a medicina monástica, sobre a forma de socorro dentro e fora dos limites dos conventos. Desde o início e durante toda a Idade Média se mantiveram as medicinas laicas e monásticas. Para os frades de Monte Cassino existia a recomendação de antes e acima de tudo cuidar dos doentes. No entanto, a crescente atividade médica dos monges provocou reações da Igreja que afirmava estar sendo desvirtuada a atividade religiosa. Tendo sido proibido aos monges

o uso da barba, barbeiros passaram a aproximar-se dos conventos, onde aprenderam técnicas cirúrgicas e odontológicas e assim começando a exercer a cirurgia após a proibição da medicina monástica. Tem-se assim a origem dos babeiros-cirurgiões e babeiros-dentistas (PRATES, 1998).

A proibição da medicina monástica impulsionou a escola laica de Salerno nos séculos X e XI. Salerno, localizada no Sul da Itália, era um ponto estratégico por sua localização costeira o que facilitava a comunicação da época. Apresentava um quadro político instável devido a sua multiculturalidade formada por uma cultura hebraica, árabe, grega e latina. Assim, a escola de Salerno tornou-se importante escola médica no mundo ocidental obtendo prestígio por toda Europa Medieval tendo como uma das maiores contribuições a tradução para o latim das terminologias de anatomia e cirurgia escritas em árabe, destacando-se também como pioneira na atuação de mulheres na medicina (MASIERO, 2016). Evoluiu de uma medicina rudimentar para uma de formação mais científica em que os ensinamentos incluíam dissecações anatômicas em porcos, começando no pescoço e seguindo o tórax, abdômen, cérebro, descobrindo o esqueleto e os vasos sanguíneos (ESPERT, 2004).

Existia na Idade Média uma crença na santidade do corpo e que este pertencia a Deus e não ao homem fazendo com que a Igreja visse a prática da dissecação com maus olhos. Apesar disso, a Igreja permitia que os cruzados ou peregrinos mortos tivessem seus corpos cortados e fervidos para os ossos serem transportados de volta às suas terras de origem. Depois de 1250 começaram as autópsias na Itália, para determinar causas de morte e na segunda metade do século XIII, na Universidade de Bolonha as dissecações começam a ser praticadas, apenas em corpos de criminosos (GOTTSCHALL, 2000).

Uma dissecação durava aproximadamente quatro dias, na seguinte ordem: ventre, peito, cabeça e membros, e tinha como função didática e não como pesquisa. A principal finalidade era observar e confirmar os conhecimentos já descritos por Galeno. Até vinte estudantes poderiam assistir se fossem em homem e trinta se fossem em mulher, já que os corpos de mulher eram mais raramente dissecados. Os cadáveres eram geralmente de criminosos, os considerados feiticeiros, os forasteiros enforcados e ainda os pacientes pobres mortos no hospital (GOTTSCHALL, 2000).

Por volta do século XV começou na Itália o movimento cultural e político conhecido como Renascença, um momento de transição, considerado fundamental para a ciência moderna e que logo se espalhou por toda Europa.

2.3. Renascença – Renovado interesse na arte e na ciência

O século XV é marcado pelo fato da arte exercer profunda influência sobre o progresso da anatomia. Há interesse por parte dos artistas em representar fielmente a forma humana. Artistas como Andrea Verrochio (1435-1488), Andrea Mantegna (1506), Lucca Signorelli (1444-1524), Leonardo da Vinci (1452-1519), Albrecht Dürer (1471-1528), Michelangelo (1475-1564) e Raphaello (1483-1521) deixaram desenhos de dissecações. O grande movimento naturalístico associado ao melhor acesso às fontes gregas produziu transformações fundamentais na perspectiva anatômica (SINGER, 1996).

Leonardo da Vinci (1452-1519) realizou investigações anatômicas que marcaram seus estudos sobre ossos, músculos, nervos, veias, articulações, intestinos e seus últimos estudos sobre o feto humano foram realizados em Roma. Teria dissecado mais de trinta corpos entre homens e mulheres de diferentes idades, retratando o que viu com precisão. Desejava a criação de uma "ciência visual" e a anatomia foi o campo escolhido por ele para sua síntese de arte e ciência. Não havia desenhos de anatomia na época, o conhecimento anatômico era o texto, em especial um livro de Mondino de Liuzze (1270 – 1326) que era lido nas demonstrações realizadas, além dos conceitos norteados por Galeno. Em um de seus desenhos, fez anotações mostrando a árdua tarefa de dissecar corpos num tempo em que não havia refrigeração ou formas de preservação: "Você pode ser detido pela ânsia de vomitar. O medo de viver à noite na companhia desses homens mortos, desmembrados e dissecados, é algo terrível de suportar." Assim, Da Vinci, também revelava as tensões que o perseguiam diante da tradição textual e das dissecações anatômicas. Ficava entre as repetições da tradição e as fantasias da sua época e suas observações. Em 1489, estudou em detalhes um crânio e buscou identificar a região responsável pelo "senso comum" definido por Aristóteles. Representou uma criança dentro do útero que se destaca pelo uso da cor avermelhada funcionando como sugestão do potencial de vida do bebê, apesar de ser baseado na dissecação de uma vaca

prenha. Teria deixado “escapar” o entendimento da circulação sanguínea, afinal a percepção da existência de válvulas de sentido único não era compatível com o que se acreditava em que o coração só bombeava sangue para dentro e fora dos ventrículos, gerando calor e o chamado “espírito vital”. Ele ficou num impasse por não conseguir conciliar àquilo que viu com o que acreditava ser a verdade (HAAG, 2012).

Descreve o coração como um músculo, sendo como os demais abastecidos por veias e artérias. Percebe então que o órgão tem quatro câmaras e não duas como se acreditava. As câmaras superiores, que são os átrios, são chamadas por ele de ventrículos superiores. Descreveu os movimentos de sístole e diástole cardíaca e o sincronismo entre a contração cardíaca e a pulsação periférica. Estudou as válvulas tricúspide, pulmonar, mitral e aórtica (KICKHOFEL, 2003).

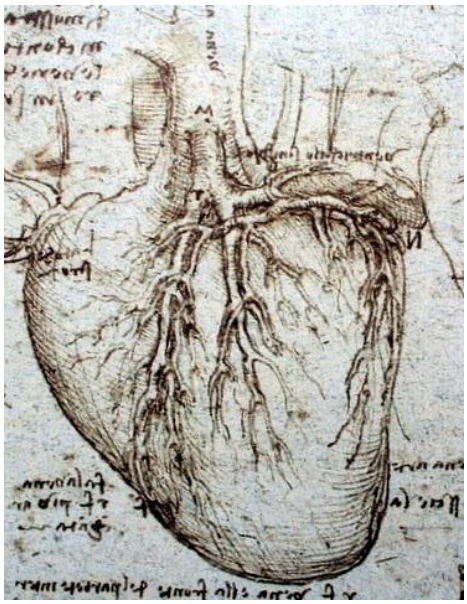


Figura 2: Uma das representações do coração de Leonardo da Vinci.
Fonte: Historinhas da Medicina[3]

As razões pelas quais Da Vinci não terminou seus projetos são muitas, mas destaca-se que a cultura do período não permitia a síntese proposta entre a arte, que produzia usando matéria imperfeita e corruptível e a ciência, que demonstrava por textos, os princípios e causas eternos e imateriais. Assim, grande parte de seu trabalho ficou esquecida até o século XIX (HAAG, 2012).

[3] Disponível em http://historinhasdamedicina.blogspot.com; Acesso em maio/2019.

Os trabalhos de Da Vinci poderiam ter sido responsáveis pelo desenvolvimento na anatomia e fisiologia em séculos. Apesar disso não ter acontecido, acredita-se que a atmosfera criada por Leonardo e outros artistas anatomistas contribuiu fortemente para o desenvolvimento da forma como o conhecido anatômico se concebia. Segundo Singer (1996) há exemplos nos quais o modo de representação adotado por Vesálio, apresenta alguma semelhança com o de Leonardo. Mas, ficou nas mãos do médico Andreas Vesalius (1514-1564) a grande mudança na qualidade dos trabalhos anatômicos. Este foi considerado como o primeiro anatomista moderno a situar seus estudos em bases firmes de observações.

No século XVI destaca-se a Universidade de Pádua considerada como o melhor centro europeu para o estudo da medicina. Apesar de ser católica, não impunha restrições religiosas. O sucesso da instituição teria se dado devido em grande parte ao respeito às liberdades civis, políticas e crescente demanda por quadros e profissionais bem formados da cidade de Veneza. Do século XV ao XVII, na Universidade de Pádua, ocorre forte incremento do pensamento filosófico, da Escola de Anatomia e Medicina e das ciências da astronomia, física e matemática. Em 1545 foi criado o primeiro horto botânico público universitário, e em 1594-1595 o primeiro teatro anatômico da Europa, construído por Fabricio d'Acquapendente (1533-1619), anatomista e professor de William Harvey (REBOLLO, 2010).

Nascido em Bruxelas, filho de médicos, Vesálio voltou-se a medicina ainda muito cedo. Em 1537 foi para Pádua, encarregado de ensinar cirurgia e anatomia na Universidade. Nesse período o ensino de anatomia consistia na leitura de um texto pelo professor para os alunos, geralmente baseado em Mondino e Galeno e a dissecação era realizada por um cirurgião iletrado, que mostrava junto do cadáver as partes mencionadas no texto. Assim, a atividade do professor de anatomia era expor a tradição textual, ou seja, o objetivo das dissecações conduzidas era a instrução e não a investigação. Vesálio não concorda com essa forma em que o ensino é ministrado e defende a separação entre o conhecimento dos livros e as técnicas de dissecação. Critica veementemente o fato de os médicos colocarem nas mãos dos cirurgiões-barbeiros as operações, além de demonstrarem interesse apenas pelos conhecimentos das vísceras, desconsiderando a estrutura dos ossos e músculos, nervos, veias e artérias. Com isso, a prática da dissecação e o conhecimento estariam se perdendo. Desce então de sua

cátedra e começa ele mesmo a fazer as dissecações, quando passa a corrigir alguns ensinamentos de Galeno, cujas observações eram baseadas principalmente em macacos (KICKNÖFEL, 2003).

Em 1538 com ajuda de um artista para desenhar versões de seis das pranchas de esboços que teria feito para os alunos, Vesálio publica seu trabalho. Três dessas pranchas mostravam o esqueleto humano e as outras três apresentavam o coração e todas as veias do corpo, a veia porta[4] próxima ao coração, o coração e todas as artérias. Como pouquíssimos trabalhos anatômicos anteriores eram ilustrados, a novidade causou espanto e seu mentor Jacob Sylvius (1478 – 1555) protestou afirmando que suas ilustrações degradavam a aprendizagem e induziam os estudantes ao erro. Apesar das críticas, o trabalho teve sucesso imediato entre os estudantes. Em 1543, quando Vesálio tinha apenas 29 anos termina seu novo trabalho o *De humani corporis fabrica*, que continha mais de 200 ilustrações coloridas à mão e constituído por sete volumes, sendo o livro III sobre veias e artérias e o livro VI sobre o coração e os pulmões. O trabalho foi enviado ao Imperador Carlos V, que de tão impressionado convidou Vesálio a se tornar um de seus médicos pessoais (FARNDON, 2015).



[4] A veia porta recebe o sangue proveniente de todo o intestino, do baço, do pâncreas e da vesícula biliar e transporta-o para o fígado. Depois de entrar no fígado, a veia divide-se em ramo direito e ramo esquerdo e em pequenos canais que percorrem o fígado. Quando o sangue sai do fígado, volta para a circulação geral pela veia hepática (Herrine, 2019).

Figura 3: Capa De Humani Corporis Fabrica, em que o próprio Vesálio realiza a dissecção.
Fonte: Abc da Medicina[5]

Vesálio fez muitas observações sobre fisiologia respiratória e circulatória. Notou que um coração insuficiente podia ser revivido. Estudou os movimentos pulmonares com as costelas removidas e a pleura intacta, descreveu a respiração fetal após a cesariana em animais e relacionou o pulso arterial com a contração cardíaca. Tentou passar uma fina sonda pelos tais "furos" no septo interventricular, apesar de não conseguir enxergá-los. Assim, cautelosamente admite que o sangue "transpira" ressaltando que não podia ver os poros e louva a arte do Criador, que conseguia passar o sangue por orifícios invisíveis. No entanto, doze anos mais tarde, escreve que o septo do coração é tão duro, denso e compacto como o resto do coração e afirma não compreender como mesmo a menor partícula pode passar do ventrículo direito para o ventrículo esquerdo através do septo. Essa nova declaração deixaria o caminho aberto para o desenvolvimento da compreensão da fisiologia circulatória (GOTTSCHALL, 2000).

Sua precisão na representação do corpo humano fez de *Fabrica* um destaque na história científica. Entretanto, as duras críticas recebidas, principalmente pelas contestações aos trabalhos antigos, como os de Galeno, teriam feito com que Vesálio tomasse a decisão de abandonar a pesquisa e a academia. Em 1564, Vesálio partiu em peregrinação para a Terra Santa, por uma razão não conhecida, tendo morrido no navio quando voltava para casa (FARNDON, 2015).

Contemporâneo de Vesálio, Miguel Servet (1511 – 1553) um médico espanhol, embora fosse mais teólogo do que médico, buscando uma melhor compreensão da natureza da alma, realizou observações importantes sobre a circulação pulmonar. Afirmou que a mistura do ar inspirado com o sangue que vem do ventrículo direito para o ventrículo esquerdo é o que dá origem a "força vital". No entanto, percebe que esse sangue não flui através dos poros interventriculares como se acreditava. Esse sangue passaria por grandes condutos através dos pulmões, onde sua cor se tornaria mais clara,

[5] Disponível em: www.abcdamedicina.com.br; acesso em maio/2019.

passando de uma veia que se parece mais com uma artéria a uma artéria parecida com uma veia (PORTO et al., 1991).

As ideias de Galeno ainda dominavam e as observações de Servet foram ignoradas pelos médicos até porque foram publicadas em um livro de conteúdo religioso, que tinha como tema central os mistérios da Santíssima Trindade. Acusado de cometer heresias foi condenado à fogueira, com seus livros apreendidos e incinerados salvando-se poucos exemplares (PORTO et al, 1991 ; GOTTSCHALL, 2000).

Mateus Roaldo Colombo (1516 - 1559), nascido em Roma, foi sucessor de Vesálio na cátedra de Anatomia na Universidade de Pádua. Deixou em suas obras uma descrição da circulação sanguínea muito próxima à de Harvey. Disse que quando o coração se dilata chega ao ventrículo direito sangue da veia cava, sendo que ao mesmo tempo chega sangue misturado com ar por meio da artéria venosa ao ventrículo esquerdo. Ele descreve também os movimentos das valvas que são abaixadas permitindo a entrada do sangue, fechando-se em seguida, enquanto o coração se contrai, impedindo o sangue de fluir na mesma direção. No mesmo momento as valvas das grandes artérias e veia arteriosa abrem-se e permitem o sangue com ar passar espalhando-se pelo corpo enquanto o sangue venoso é levado aos pulmões. Apesar de todas essas informações, Colombo manteve-se fiel ao postulado de Galeno considerando o fígado como órgão central do sistema nervoso, perdendo a oportunidade de revolucionar os conhecimentos sobre a circulação sanguínea (PORTO et al., 1991).

O botânico e anatomista André Cesalpino (1519-1603), nascido na Itália, era professor de medicina em Pisa e conhecedor das ideias de Servet e Colombo. Fez experiências em animais na busca de observar o coração e os pulmões funcionando. Conseguiu compreender a circulação pulmonar e afirmou que o sangue flui da veia cava para o lado direito do coração e através da artéria pulmonar e das veias para o lado esquerdo do coração e dali para as artérias que o conduzem por todo corpo. Propôs a existência dos capilares ao observar que não havia derramamento de sangue entre os tecidos, como se acreditava há muitos anos. No entanto, achava que o sangue se originava no coração, entrando quente nas artérias e saindo frio nas veias (GOTTSCHALL, 2000).

Com o Renascimento italiano surge a emergência de uma visão mecânica para a compreensão do corpo e demais fenômenos naturais, o que permitiu que William

Harvey (1578-1657) apesar de estar ainda convivendo com uma compreensão de um corpo e um mundo estático, passasse a interpretá-los sob uma visão mecânica dos fenômenos naturais (DELIZOICOV, CARNEIRO e DELIZOICOV, 2004).

Harvey estudou entre os anos de 1597 a 1602 na Universidade de Pádua, doutorando-se em medicina. Em Londres, foi nomeado membro titular do Royal College of Physicians, onde desenvolveu investigações sobre Embriologia, Anatomia Comparada e Fisiologia da Circulação. Seus experimentos já não eram mais baseados somente em pressupostos galênicos e suas primeiras palestras já refletiam as ideias a respeito da circulação do sangue (DELIZOICOV, CARNEIRO e DELIZOICOV, 2004).

Ao observar um coração na mão em funcionamento conclui que o mesmo enrijece, percebendo que o movimento do coração é como o de qualquer músculo. Deduz que a contração do coração é simultânea com a expansão das artérias e perceptível no pulso. Isso é confirmado ao observar o sangramento em jatos de uma artéria seccionada, visivelmente no momento da contração ventricular e não durante a expansão ventricular. Através de uma série de experimentos, observa que a contração dos átrios é seguida pela dos ventrículos. Assim, o sangue que é impulsionado para dentro do ventrículo pela contração do átrio é enviado para as artérias através das contrações dos ventrículos. Do momento em que esse sangue passa para uma das grandes artérias (aorta ou pulmonar) ele não pode voltar atrás pela mesma via porque é impedido pelas válvulas. Essa observação já tinha sido feita por Galeno e por Leonardo da Vinci, porém Harvey só tinha conhecimento dos escritos de Galeno. A ação das válvulas da artéria pulmonar foi reconhecida também por Servet e Colombo, sendo que Harvey tinha conhecimento das conclusões desse último (SINGER, 1996).

No entanto, Harvey traz uma novidade: o fluxo de sangue não somente segue em uma direção, mas o faz de modo contínuo. Ele considera a capacidade do coração e calcula que supondo que o ventrículo tenha capacidade de duas onças (56g) e se o pulso bate 72 vezes em um minuto, em uma hora o ventrículo esquerdo iria despejar na aorta 72 x 60 x 2 onças (245 Kg) três vezes o peso de um homem. Questiona então: De onde poderia vir todo esse sangue? Para onde ele poderia ir? Por experimentos, ele observou que o sangue pode entrar no átrio direito através da veia cava e entrar no ventrículo direito através da abertura do átrio direito que possui válvulas que impedem o seu retorno. Logo concluiu que do ventrículo direito só pode haver uma saída, a artéria

pulmonar e percebe então que só seria possível um movimento circular do sangue (SINGER, 1996).

Entendendo o movimento do sangue como um circuito fechado, Harvey fez testes em um braço humano. Comprimiu uma veia superficial do braço, espremendo o sangue no sentido do coração, o que resultou em nódulos nas veias. Esses nódulos correspondiam às válvulas. Ao interromper a compressão sobre as veias que levavam o sangue no sentido para o coração percebe que o sangue não refluiu à veia, evidenciando a existências das válvulas que se fechavam impedindo o seu retorno. Deixando de comprimir a veia, o sangue corria novamente, vindo da extremidade do membro para o coração. Logo, Harvey conclui que o sangue fluía do coração para as artérias e voltava pelas veias sendo que as válvulas permitiam que o sangue apenas se movesse em direção ao coração (DELIZOICOV, CARNEIRO e DELIZOICOV, 2004).

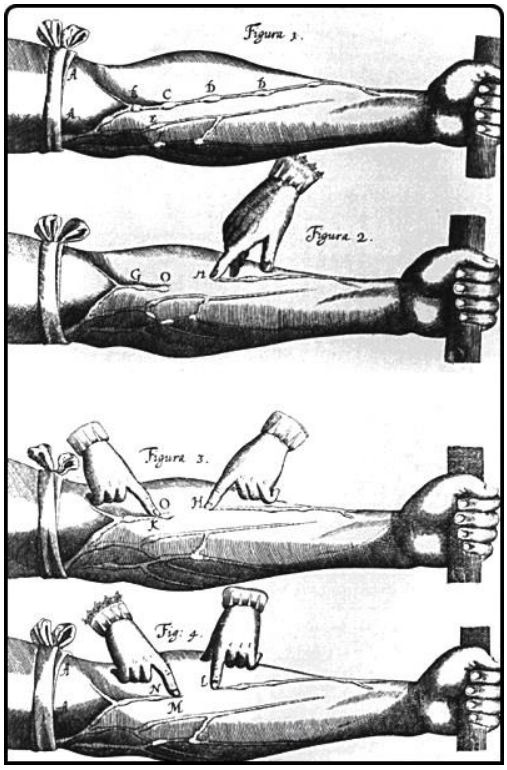


Figura 4 : Experimento com torniquete em braço humano, de William Harvey, *Exercitatis anatômica de motu cordis*, Frankfurt, 1628.
Fonte: Física Interessante[6]

[6] Disponível em: http://www.fisica-interessante.com ; Acesso em maio/2019

3. Coleta de Dados e Resultados

3.1. Caracterização da Turma

Nossa pesquisa foi realizada em uma escola municipal localizada no segundo distrito, a 40 quilômetros do centro da cidade de Teresópolis, Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro. Possui cerca de 600 alunos e atende desde a Educação Infantil até o 9º ano do segundo segmento do Ensino Fundamental nos turnos matutino e vespertino.

A escola possui um laboratório de informática, mas o acesso à internet é precário. Possui doze salas de aula, sala de diretoria, secretaria, sala de professores, cozinha, refeitório, pequena sala de recursos com material didático para atendimento de alunos especiais, biblioteca, quadra poliesportiva coberta. O prédio da escola apresenta bom estado de conservação.

A turma em que a pesquisa foi realizada foi uma turma de 8º ano, com 27 alunos, sendo 14 meninas e 13 meninos, cuja faixa etária é de 13 a 16 anos. É uma turma considerada por todos os professores indisciplinada e com dificuldade de rendimento. Durante as reuniões e conselhos de classe sempre houve discussão sobre a busca de soluções para melhor participação e comportamento dos alunos em sala, assim como da aprendizagem.

O período da pesquisa foi durante o último trimestre letivo (setembro a dezembro) do ano de 2018. O professor-pesquisador é o professor regente da disciplina de ciências da turma. O mesmo é efetivo no município e atua na escola desde o ano de 2013.

Durante a pesquisa tivemos alguns problemas que atrapalharam o andamento dos trabalhos. Além de termos vários alunos faltosos, um número significativo de alunos foi suspenso por questões de indisciplina. Tivemos que interromper os trabalhos, pois a turma estava bastante desfalcada. Outro fator que influenciou, principalmente no último mês de aula, foi o excesso de atividades realizadas pela escola como reuniões, aulas multidisciplinares, torneios, saraus entre outras atividades.

3.2. Metodologia da Pesquisa

Para realizarmos o trabalho utilizamos a proposta de pesquisa-ação, entendendo que se trata de um processo que segue um ciclo onde se aprimora a prática pela oscilação sistemática entre agir no campo da prática e investigar a respeito dela. Dessa forma, planeja-se, implementa-se, descreve-se e avalia-se uma mudança para a melhoria da prática, aprendendo mais no decorrer do processo, tanto a respeito da prática quanto da própria investigação (TRIPP, 2005). Podemos visualizar o processo no diagrama a seguir:

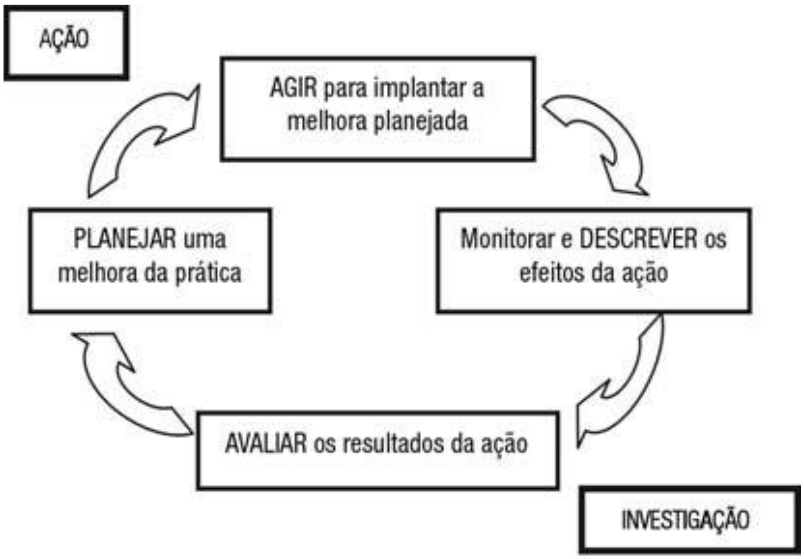


Figura 5: Representação em quatro fases do ciclo básico da pesquisa-ação (TRIPP, 2005).

Dessa forma, partimos do princípio de planejarmos uma melhoria da prática através da elaboração de blocos de atividades, no intuito de buscarmos uma contextualização histórico-filosófica do conteúdo curricular referente ao sistema cardiovascular. Em seguida, essas atividades são colocadas em prática, buscando a implantação dessas ideias elaboradas, para monitorá-las e descrevermos os efeitos dessas ações. Na sequência, avaliamos o processo por meio de uma atividade prática, além de um questionário com a avaliação dos alunos. Cabe ressaltar que como se trata de um recurso cíclico, intervenções são realizadas durante todo o percurso e os resultados serviram como base para uma reflexão sobre a prática e uma busca contínua, mesmo após o término do trabalho, pela melhoria do processo de ensino-aprendizagem.

Dividimos os trabalhos em blocos onde as atividades foram desenvolvidas, sendo que para o segundo bloco de atividades optou-se pela utilização de sequência de

ensino investigativa (SEI). As SEIs são sequências de atividades abrangendo um tópico do programa escolar onde as atividades são planejadas buscando proporcionar aos alunos: condições de trazer seus conhecimentos prévios para iniciarem conhecimentos novos; terem ideias próprias e poder discuti-las com seus colegas e com o professor passando do conhecimento espontâneo ao científico. Na maioria das vezes a SEI inicia-se com um problema que pode ser experimental ou teórico, o que vai introduzir o aluno no tópico desejado e dará condições para que ele pense e trabalhe com as variáveis relevantes no fenômeno científico. Após a resolução do problema ocorre uma atividade de sistematização do conhecimento, onde os alunos terão contato com textos e poderão comparar com o que fizeram e o que pensaram ao resolver o problema. Numa terceira atividade é importante promover uma contextualização do conhecimento no dia a dia dos alunos (CARVALHO, 2013). Para exemplificarmos melhor as etapas da SEI montamos o esquema a seguir:

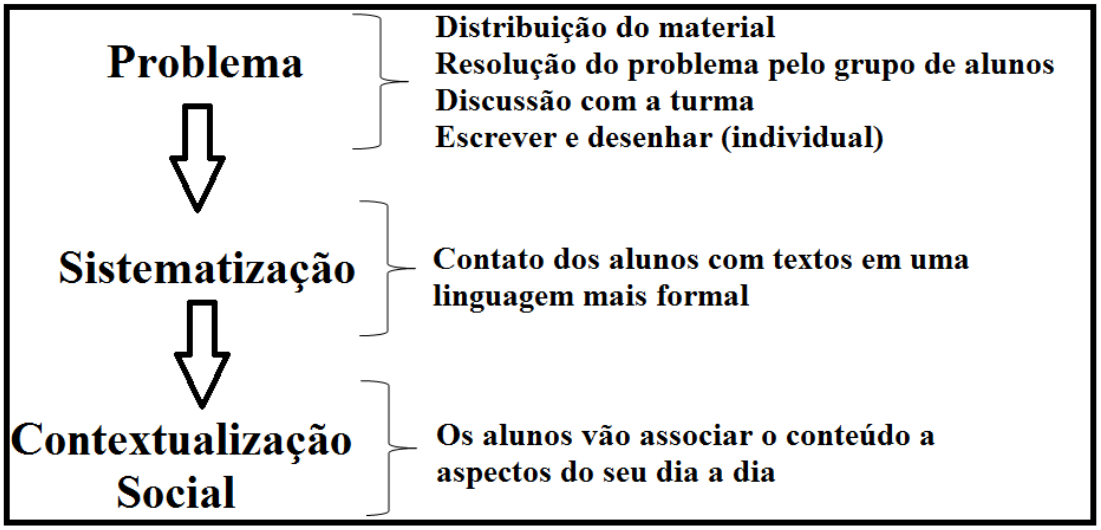


Figura 6 – Etapas da Sequência de Ensino Investigativa.

Fonte: elaborada pelo autor

Devido às interferências em nossas aulas, levamos mais tempo do que esperávamos para concluir todas as atividades. Cada aula tinha a duração de 50 minutos e cada bloco tinha um número de aulas de acordo com as especificidades das tarefas propostas. Para compreender como as atividades foram desenvolvidas construímos o quadro a seguir:

Quadro 1- Desenvolvimento das atividades da pesquisa

Continua

BLOCO	ATIVIDADE(S)	DESCRIÇÃO SUSCINTA	Nº DE AULAS
1	Atividade de sondagem	Questionário sobre o sistema cardiovascular.	01
2	Sequência Investigativa (Etapa I – Problema)	1. Análise de imagens de Leonardo da Vinci sobre o corpo humano e considerações a respeito da dissecação, da anatomia e construção do conhecimento científico. 2. Discussão com a turma (socialização das respostas dos grupos).	02
	Sequência Investigativa (Etapa II – Sistematização)	Sistematização do conteúdo: contato dos alunos com textos e imagens sobre o sistema cardiovascular.	04
	Sequência Investigativa (Etapa III – Contextualização Social)	1. Narrativas históricas - Produção de poema e texto para inserir no filme utilizando a técnica de "*stop motion*" escolhida pelos alunos. 2. Produção do Filme: criação de personagens utilizando massa de modelar; Criação de cenários para composição do filme; Produção de fotos para montagem do filme; Edição do filme.	02 06

3	Questionário de Avaliação.	Aplicação de questionário em que os alunos avaliaram as atividades desenvolvidas durante a pesquisa.	01

Fonte: elaborado pelo autor

Como forma de interpretar as afirmações dos atores envolvidos nessa pesquisa, no caso os alunos, optou-se pela Análise de Conteúdo de acordo com a metodologia proposta por Roque Moraes (2003). Para o autor:

> a análise textual qualitativa pode ser compreendida como um processo auto organizado de construção de compreensão em que novos conhecimentos emergem de uma sequência recursiva de três componentes: desconstrução dos textos do *corpus*, a *unitarização*; estabelecimento de relações entre os elementos unitários, a categorização; o captar do novo emergente em que a nova compreensão é comunicada e validada (MORAES, 2003).

Assim, o primeiro passo é a desconstrução e *unitarização* do *corpus*, tendo em mente a importância da relação entre leitura e significação. Na análise qualitativa os materiais textuais constituem significantes a que o analista precisa atribuir sentidos e significados. A emergência e comunicação desses novos sentidos e significados é o objetivo da análise (MORAES, 2003).

Da desconstrução desses textos surgem as *unidades de análise* que são representadas por códigos que indicam a origem de cada unidade. Essas unidades de análise são sempre definidas em função de um sentido pertinente aos propósitos da pesquisa, podendo optar-se também para a construção de categorias a partir da análise. Neste caso as unidades de análise são construídas com base nos conhecimentos tácitos do pesquisador, em consonância com os objetivos da pesquisa (MORAES, 2003).

Dessa forma, categorizamos as respostas dos alunos nas diferentes atividades com o objetivo de analisar os dados e construir argumentos que expressassem intuições e novos entendimentos sobre o fato investigado.

3.3. Atividade de Sondagem

Ao iniciarmos os trabalhos sobre o sistema cardiovascular optamos por utilizar como ponto de partida, a realização de um questionário sobre os conhecimentos prévios dos alunos a respeito do tema. Tal questionário tinha como objetivo tentar perceber quais os conhecimentos existentes, as dúvidas, os mitos e os equívocos para assim termos um direcionamento para os próximos trabalhos. Buscamos perceber também como os alunos entendem a forma como o conhecimento científico é construído e como esse conhecimento chega até nós.

De acordo com MACHADO (2015) para que a prática educativa tenha um bom planejamento é necessário considerar, além de outros fatores, a informação processada e acumulada pelo estudante em sua experiência anterior a uma atividade ou sequência de atividades. Assim, parte-se do pressuposto que existe a necessidade de reconhecer os níveis de representação individual, para explicar, compreender, tomar decisões sobre a forma de organizar a intervenção educativa.

Adotando uma proposta construtivista em nosso trabalho, entendemos que um princípio geral de todas as teorias construtivistas é o fato de que qualquer novo conhecimento tem origem em um conhecimento anterior. Assim para iniciar uma nova aula, um novo tópico, deve-se procurar saber o que os alunos já conhecem ou como eles entendem as propostas que iremos fazer. PIAGET (1976) *apud* CARVALHO (2013) explica o mecanismo de construção do conhecimento pelos indivíduos propondo conceitos como equilibração, desequilibração e reequilibração. Assim, entende-se que é a partir do conhecimento prévio, cotidiano, dando problemas, fazendo questões, promovendo desafios aos alunos (desequilibrando-os) é que daremos condições para que construam novos conhecimentos (reequilibração).

Quando perguntados sobre qual a principal função do coração, a turma foi praticamente unânime na resposta. Afirmaram que a principal função do coração é a de levar o sangue para todo o corpo. Apareceram algumas respostas diferentes, como veremos no quadro a seguir:

Quadro 2 – Questionário de Sondagem: Questão 1

Continua

1- Qual a principal função do coração?		
Categoria	**Número de**	**Exemplos de respostas**

	respostas	
Transporte de sangue.	13	*"Função de transportar sangue para todas as partes do corpo."* *" Mandar sangue para o corpo."*
Bomba de sangue.	10	*"Bombear o sangue."*
Associação com vida.	4	*"Bater e manter o ser humano vivo."* *"Transmitir vida para gente."*

Fonte: elaborado pelo autor

As respostas dos alunos indicam que eles têm noção de que a função do coração é enviar sangue para todo corpo, no entanto não demonstram conhecimento a respeito da circulação sanguínea nem das principais funções do sangue ao irrigar os órgãos. O primeiro grupo, com 13 alunos faz menção à função de transporte de sangue compreendendo que esse processo resulta no fornecimento de sangue para todo o corpo. O segundo grupo, com 10 alunos entende o coração como uma bomba, mas não menciona o fornecimento de sangue para o corpo todo ou para os órgãos. Notamos que alguns alunos fazem a associação do órgão com a função predominante de manter ou transmitir a vida. Essa concepção do coração como órgão mantenedor da vida está relacionada com ideias de Aristóteles que considerava o coração como sítio da vida. Era no coração que havia mais calor, razão pela qual ele e os vasos estão em contínuo movimento (GOTTSCHALL, 2000).

A hipótese de que os alunos não tem a percepção da circulação sanguínea se fortalece quando perguntamos para aonde vai o sangue que passa pelo coração. A maioria da turma respondeu que o sangue vai para o corpo todo, mas não demonstrou saber de que forma isso acontece.

Quadro 3 – Questionário de Sondagem: Questão 02

2- Para aonde vai o sangue que passa pelo coração?		
Categoria	**Número de respostas**	**Exemplos de respostas**
Vasos sanguíneos (veias)	8	*"Para as veias que levam para o corpo."* *"Vai para a veia que transfere para o restante do corpo."*
Corpo todo	11	*"Para toda a parte do corpo."* *"Para o corpo todo."*
Órgãos do corpo	6	*"Pulmões."* *"Para os órgãos do corpo."*
Não sabem	2	*"Não sei."*

Fonte: elaborado pelo autor

Nas respostas acima identificamos certo conhecimento sobre a existência das veias como condutoras de sangue por um grupo de 8 alunos, porém outros vasos como artérias e capilares não são mencionados. Um grupo maior de 11 alunos menciona que o sangue vai para todo o corpo, mas não consideram as artérias, veias, capilares no processo. Um grupo menor com 6 alunos, lembra que o sangue chega aos órgãos, o que é uma informação importante, mas parece não entender o que acontece quando esse sangue chega aos órgãos.

Esses assuntos serão debatidos durante as próximas atividades realizadas com a turma. Os alunos sabem que o sangue chega a todo corpo, porém é necessário fazê-los refletir de que forma isso acontece.

Foi pedido aos alunos que explicassem por que temos dois tipos de sangue: um escuro e outro mais claro, no intuito de sabermos se há conhecimento sobre a relação das cores com a presença de gás oxigênio e gás carbônico na corrente sanguínea.

Quadro 4 – Questionário de Sondagem: Questão 3

Continua

3 - Por que temos dois tipos de sangue: um escuro e outro mais claro?

Categoria	Número de respostas	Exemplos de respostas
Presença de nutrientes	11	*"Porque tem nutrientes diferentes no sangue."* *"Porque nós temos nutrientes no corpo."*
Presença dos glóbulos vermelhos	5	*"Por causa dos glóbulos vermelhos."* *"Por causa dos glóbulos vermelhos que dão a cor para o sangue."*
Presença de gases	1	*" O sangue claro é um sangue puro que sai do coração para levar oxigênio e nutrientes para o corpo. O sangue escuro é o que vem para o coração trazendo gás carbônico."*
Não sabem	10	*" Não sei."* *"Não faço a mínima ideia."*

Fonte: elaborado pelo autor

Percebemos o conhecimento de parte dos alunos a respeito do transporte de nutrientes no sangue, porém a maioria associa a presença desses nutrientes com a cor do sangue. Um grupo menor de 5 alunos atribui à presença de glóbulos vermelhos a cor do sangue, o que não está errado, mas não fazem a associação das hemácias (glóbulos vermelhos) com o transporte de gases e consequente alteração na cor sanguínea. Apenas 1 aluno atribui a existência dos gases oxigênio e carbônico como responsável por um sangue mais claro e outro mais escuro. Um grupo maior de 10 alunos, respondeu que não sabia ou não fazia a mínima ideia sobre o porquê de sangues de cores diferentes. Essas questões serviram para que houvesse reflexão e se questionasse a respeito das funções do sangue.

Para Galeno havia dois tipos de sangue, um formado no fígado e outro derivado do coração. Como um era claro e o outro escuro, ele acreditava ser dois tipos de sangue que nunca se encontravam e distribuídos de forma paralela, sem retorno. Chegando a

periferia do corpo, esses dois sangues, escuro e claro, sem volta eram consumidos, sendo a transpiração o resíduo desse efeito. Tanto para Aristóteles quanto para Galeno o sangue se perdia no interior dos órgãos (GOTTSCHALL, 2000).

Esses argumentos históricos juntamente com as concepções prévias dos alunos serviram de base para introduzir o assunto sobre circulação nas aulas seguintes.

Perguntamos aos alunos quantas cavidades existem no coração. A maioria dos alunos respondeu que no coração há apenas duas cavidades. Apenas um aluno afirmou corretamente que existem quatro cavidades no coração.

Quadro 5- Questionário de Sondagem: Questão 04

4- Quantas cavidades existem no coração?	
Categorias	**Número de respostas**
Duas cavidades.	22
Três cavidades.	2
Quatro cavidades.	1
Não sabem.	2

Fonte: elaborado pelo autor

Um detalhe interessante é que grande parte dos alunos não sabia o significado da palavra cavidade. Sendo assim, foi necessário que o professor explicasse do que se tratava tendo o cuidado de não fornecer a resposta. Assim, os alunos deduziram haver apenas duas cavidades, o que nos demonstra a falta de compreensão sobre o funcionamento do coração, bem como da circulação, uma vez que as duas cavidades superiores (átrio direito e átrio esquerdo) enviam sangue para as cavidades inferiores (ventrículos direito e esquerdo) e que o V.E envia sangue para todo corpo e o V.D para os pulmões. No entanto, essas informações não foram dadas de imediato para os alunos. Nas atividades seguintes foi mostrado um percurso de séculos para construção de tal conhecimento.

Outra questão foi se o coração é o órgão mais importante do corpo. A maioria dos alunos afirmou que sim, pois para eles é o coração que nos mantém vivos, como mostramos no quadro a seguir:

Quadro 6 – Questionário de Sondagem: Questão 05

5- O coração é o órgão mais importante do corpo? Por quê?		
Categoria	**Número de respostas**	**Exemplos de respostas**
Sim. Porque nos mantém vivos.	11	"*Sim. Porque sem ele nós não ficamos vivos."* *"Sim. Porque o coração que faz que o corpo fique vivo."* *"Sim. Sem ele não existe vida."* *"Sim. Porque o coração faz a gente sobreviver."*
Sim. Porque o coração bombeia o sangue.	9	"*Sim. Porque bombeia o sangue para toda parte do corpo."* *"Sim. Porque bombeia sangue levando nutrientes para todo o corpo."*
Sim. Porque o coração comanda tudo.	1	*"Sim. Porque o coração comanda tudo, tanto se ele parar nós morremos."*
Não. Porque é o cérebro.	4	*" Não. Porque o coração pode parar, mas sem o cérebro o corpo inteiro para."* *"Não. Porque é o cérebro."* *"Eu acho que ele não é o mais importante, porque o cérebro e o coração são os mais importantes."*
Não sabem.	2	*"Não sei."*

Fonte: elaborado pelo autor

A maioria dos alunos acha que o coração é o órgão mais importante do corpo. Os estudantes associam o coração como órgão mantenedor da vida. Um aluno chega até a afirmar que o coração comanda tudo. Um grupo menor de 4 alunos acha que o cérebro é o mais importante.

Aristóteles acreditava que o coração era o órgão mais importante do corpo, a sede da alma. Não acreditava que o pneuma era inspirado pelo corpo. O pneuma era uma parte da alma, mas a respiração continha apenas ar com a função primordial de resfriamento cardíaco. Herófilo (335 – 280 a.C), no entanto, reconheceu que os nervos se originam no cérebro e na medula espinal, negando a participação do coração no processo de respiração (BESTETTI, RESTINE e COUTO, 2014).

Aristóteles acreditava que o coração era a sede da vida, da inteligência, dos sentimentos e das emoções sendo o cérebro simplesmente um meio para resfriar o coração e evitar seu superaquecimento (SINGER, 1996). Apesar de não serem essas as funções do coração, é comum vermos essas associações no meio popular hoje em dia. O objetivo da questão em seguida era saber se os alunos possuíam tal concepção. As respostas foram categorizadas e mostradas no quadro a seguir:

Quadro 7 – Questionário de Sondagem: Questão 06

Continua

6- O coração é a sede da vida, da inteligência, dos sentimentos, das emoções?		
Categoria	**Número de respostas**	**Exemplos de respostas**
Não. É tudo no cérebro.	12	*"Não. Essas funções são do cérebro."* *"Não. O cérebro que guarda as emoções e os sentimentos."*
Não. Só a inteligência vem do cérebro.	4	*"Acho que não. Porque a inteligência vem do cérebro e a emoção vem do psicológico."* *"Não. Inteligência é do cérebro*

		e sentimentos e emoções são do coração.”
Não.	6	*“Não.”*
Sim.	3	*“Sim.”*
Não sabem.	2	*“Não sei.”*

Fonte: elaborado pelo autor

Quase a totalidade dos alunos afirmou que o coração não é a sede da vida, da inteligência, das emoções e dos sentimentos. Mesmo assim percebemos através das respostas que alguns alunos atribuem as emoções e os sentimentos ao “psicológico” ou ao coração.

Também foi perguntado aos alunos sobre o que é dissecação e qual a importância dessa técnica na produção do conhecimento científico. A maior parte dos alunos respondeu que não sabia o que era.

Quadro 8 – Questionário de Sondagem: Questão 07

7- O que é dissecação? Qual é a importância da dissecação no conhecimento científico?		
Categoria	**Número de respostas**	**Exemplos de respostas**
Não sabem.	19	*“Não faço ideia.”* *“Não faço ideia do que seja.”* *“Não sei.”*
Estudo de corpo morto.	8	*“Quando estudam o corpo de um morto.”* *“É quando abrem o corpo para estudar os órgãos.”*

Fonte: elaborado pelo autor

Compreendemos a técnica das dissecações como um fator histórico-cultural importante para o desenvolvimento científico. Como nosso intuito foi trazer a

contextualização valorizando os aspectos histórico-culturais, levamos aos alunos essa questão para que os mesmos se sentissem instigados a compreender as diversas formas que a construção do conhecimento científico é conduzida. Apesar de um grupo grande de 19 alunos não saber do que se trata, despertamos a reflexão e o interesse pelo assunto. O outro grupo com 8 alunos, demonstrou algum conhecimento em suas respostas, referindo-se ao estudo de corpo morto ou quando abrem o corpo para estudar os órgãos.

Sobre a produção do conhecimento científico a respeito do coração foi perguntado aos alunos de que forma esse conhecimento chega até nós e quem são essas pessoas que produzem tal informação. O número de respostas foi diferente do total de alunos porque foram consideradas mais de uma resposta para a questão.

Quadro 9 – Questionário de Sondagem: Questão 08

Continua

8- De que forma o conhecimento sobre o funcionamento do coração chega até nós? Quem são as pessoas que produzem essa informação?		
Categoria	**Número de respostas**	**Exemplos de respostas**
Ciência/Cientistas	16	*"Os cientistas, os médicos e o professor."* *"Pela Ciência e os cientistas."* *"Pela ciência."*
Médicos	10	*"Cardiologistas."* *"Chega através do estudo de médicos e cientistas."*
Professor/ escola	8	*"Estudando. São os professores, principalmente de Ciências."* *"Os professores."* *"Pelas escolas nas aulas de ciências e os cientistas."*

Livros/internet	4	*"Através de livros e internet. Os cientistas."*
Não sabem.	4	*"Não sei."*

Fonte: elaborado pelo autor

Observamos que um grande número de alunos (16) mencionou que a ciência e/ou os cientistas são os principais responsáveis por produzir o conhecimento científico, trazendo essas informações até nós. Essa concepção dos alunos a respeito da produção científica atribuída principalmente aos cientistas pode ter relação com uma visão de história da ciência linear ensinada nas escolas, dos "vencedores" que apresenta uma ciência decorrente da obra de cientistas que trabalham isolados do mundo em que vivem, desenvolvendo atividades exclusivamente ligadas a um laboratório (MOURA; GUERRA, 2016).

Um grupo de 10 alunos atribui aos médicos, citando inclusive os cardiologistas como os principais agentes produtores e divulgadores do conhecimento sobre o coração. Interessante ressaltar o conhecimento dos alunos a respeito da especialidade dos médicos cardiologistas. Esse conhecimento pode estar ligado ao fato de o Brasil ter índices muito altos de pessoas com doenças cardiovasculares sendo bem provável que os estudantes tenham membros na família nessa situação. Segundo dados da Sociedade Brasileira de Cardiologia (SBC) as doenças cardiovasculares, afecções do coração e da circulação, representam a principal causa de mortes no país, responsáveis por mais de 30% dos óbitos registrados.

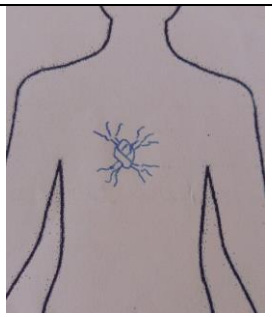
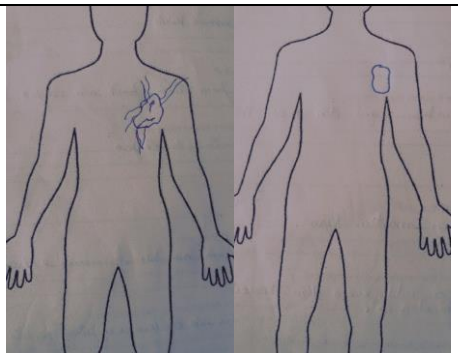
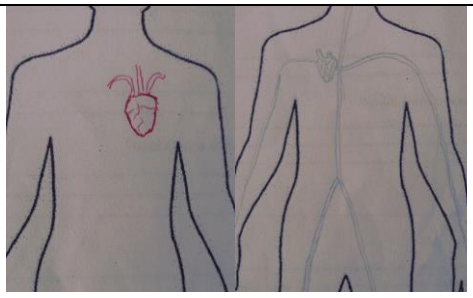
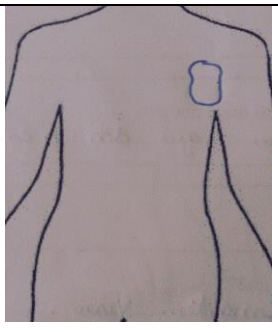
Um grupo um pouco menor de 8 alunos, menciona o professor e/ou a escola como fontes dessa informação, o que faz algum sentido, uma vez que para muitos estudantes o único contato com essas informações acontece na escola. Um grupo de 4 alunos menciona os livros e a internet e 4 não sabem.

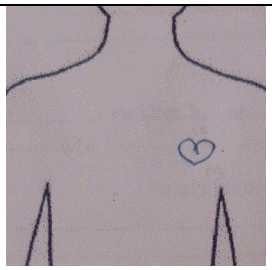
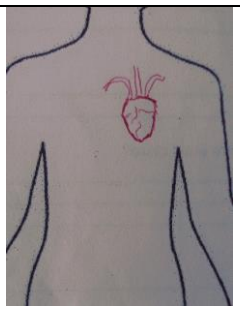
Por fim, foi dado um esquema de corpo humano para que desenhassem um coração. A maior parte da turma desenhou o órgão mais voltado para o lado esquerdo. Alguns exemplificaram também os vasos sanguíneos. Poucos desenharam exatamente

no centro do peito e outros não fizeram no formato real do órgão, exemplificando um coração no formato simbólico, popular como conhecemos.

Quadro 10 – Questionário de Sondagem: Questão 09

Continua

9- Na imagem abaixo faça um desenho do coração.		
Categoria	**Número de Respostas**	**Exemplos de respostas**
Localização: centro do peito	4	
Localização: lado esquerdo do peito	21	
Presença de vasos/artérias	19	
Ausência de vasos/artérias	6	

Formato popular	3	
Formato mais próximo do real	22	

Fonte: elaborado pelo autor

Sabemos que o coração está situado na cavidade torácica, entre os dois pulmões, mais na parte central do peito, com a porção inferior voltada levemente para baixo e para o lado esquerdo do peito. As ilustrações dos alunos apresentam quanto à localização, 21 representações com o órgão principalmente no lado esquerdo do peito. Essa representação equivocada pode estar relacionada mais com o senso comum, uma vez que estamos acostumados a ouvir e mencionar que o coração está no lado esquerdo do peito. Apenas 4 alunos desenharam o coração na parte central do peito, no entanto não representaram a parte de baixo ligeiramente voltada para o lado esquerdo.

Quanto à presença de vasos/artérias 19 alunos tiveram a preocupação em representá-los, o que é um fator interessante porque demonstra o entendimento do funcionamento do órgão como algo mais complexo, necessitando de vasos que transportem o sangue pelo corpo. Quanto ao formato, 22 representações foram próximas do formato real do coração. Apenas 3 alunos ilustraram o órgão no formato tradicional /popular como conhecemos.

Sobre o símbolo do coração, sempre houve curiosidade dos historiadores uma vez que pouco tem a ver com o coração anatômico. Para alguns, sua origem deve-se à semelhança com a folha da hera, que na Antiguidade representava o símbolo da imortalidade e do poder. Plutarco (46-120 d.C.), na obra sobre o mito de Isis e Osiris no Egito, afirma que o pessegueiro era dedicado a esses deuses, por ter seu fruto, a forma

do coração. Em consequência, a representação anatômica desse órgão conservou durante muitos anos a forma ovalada da fruta. Assim, inicialmente representado na forma arredondada de um pêssego, aparece pela primeira vez na forma atual, com uma ranhadura ou indentação na parte superior, num trabalho de anatomia escrito por Vigevano em 1347 (PRATES, 2005).

3.4. Desenvolvimento da Sequência de Ensino Investigativa

3.4.1. Etapa: Problema

Para que os alunos percebessem que o conhecimento científico é construído ao longo do tempo, influenciado por diversos fatores e sabendo que a ciência faz parte da cultura de uma sociedade, buscamos preparar uma atividade mostrando a ciência a partir do século XV, no período Renascentista onde surge um especial interesse dos artistas pelo estudo da anatomia. Assim, o desenvolvimento da perspectiva que ocorre na pintura vai permitir uma representação tridimensional mais realista das estruturas do corpo humano. Os estudos da morfologia humana, que os artistas realizavam, incluíam não só o das formas da superfície do corpo, mas também das estruturas de suporte (KICKHOFEL, 2003). Leonardo da Vinci se destaca por suas pinturas sobre o corpo humano, onde ele mesmo fazia suas dissecações e retratava com detalhes as estruturas corporais, inclusive as do coração.

Como primeira atividade da SEI (o problema a ser resolvido), sem comunicar aos alunos o autor das obras, entregamos algumas imagens de Leonardo da Vinci, buscando suas interpretações, uma vez que o objetivo dessa questão era mostrar para os alunos a existência da relação entre a arte e a ciência como fator cultural influenciador na produção do conhecimento científico em especial sobre o sistema cardiovascular. Escolhemos Leonardo da Vinci, por ser conhecido já dos alunos como artista, mas não como anatomista ou cientista.

A turma estava bastante agitada, até porque a aula acontecia após o intervalo (recreio). Os alunos foram divididos em cinco grupos por meio de sorteio na intenção de evitar a formação de grupos já estabelecidos e buscando uma interação diferenciada entre os alunos da classe. Ao ser distribuída a atividade, alguns alunos já perguntaram

quanto valia. Alguns ficaram preocupados se o que estavam respondendo estava correto. Outros perguntaram se a aula era de arte. Um aluno disse que a imagem não poderia ser de Leonardo da Vinci porque tinha representações do corpo humano. Os grupos analisaram as imagens e responderam as questões. A segunda parte da aula (discussão com a turma) ficou para o próximo dia. As atividades foram escaneadas e na aula seguinte foram discutidas através de projeção. Após a discussão para finalizar a etapa "Problema" foi solicitado que os estudantes escrevessem individualmente em seus cadernos o que aprenderam durante a aula.

Seguindo com a Análise de Conteúdo de acordo com a metodologia proposta por Roque Moraes (2003), categorizamos as respostas dos grupos para a primeira questão das atividades, comum a todos os grupos, onde perguntamos quem era o autor da obra.

Quadro 11 – Questão: "Quem você acha que produziu essa obra?

Quem você acha que produziu essa obra?		
Categoria	**Número de respostas**	**Grupo(s)**
Albert Einstein	2	3 e 4
Galileu Galilei	2	1 e 5
Leonardo da Vinci	1	2
Michelangelo	0	-

Fonte: elaborado pelo autor

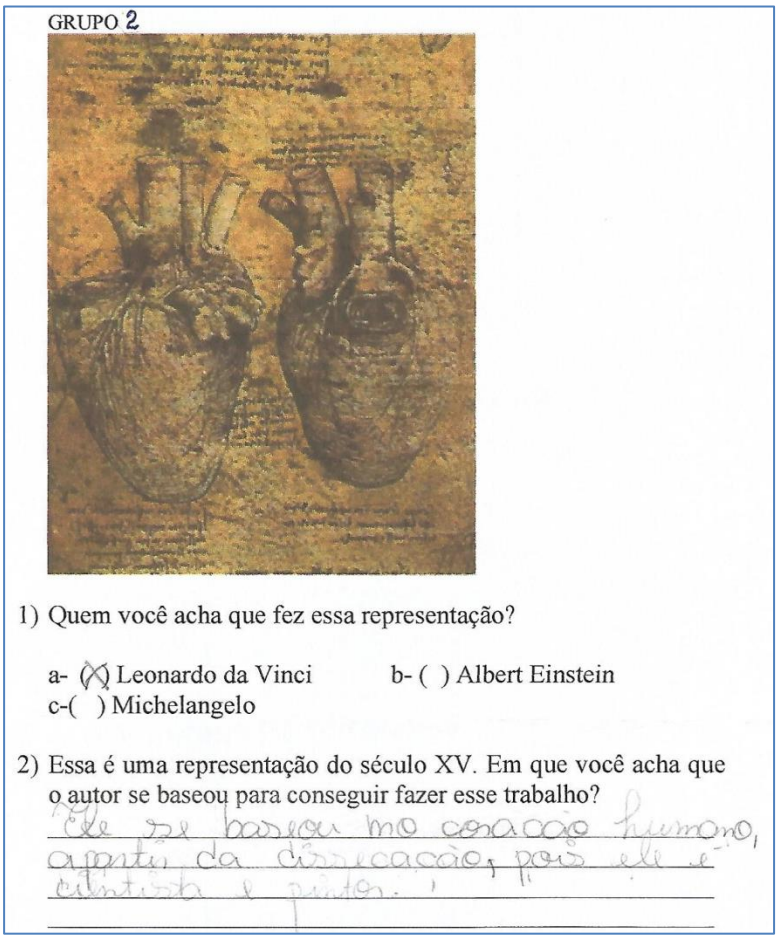
Observamos que apenas o grupo 2 disse que a obra era de Leonardo da Vinci. Os demais grupos ao olharem a imagem a associaram a outros autores que geralmente estão ligados a Ciência, como Albert Einstein (1879 – 1955) e Galileu Galilei (1564 – 1642).

A imagem da atividade do grupo 2 foi um desenho do coração representado por Leonardo da Vinci, no século XV. Assim, foi perguntado em que os alunos achavam que o autor se baseou para conseguir realizar o trabalho. A resposta do grupo foi:

" Ele se baseou no coração humano, a partir da dissecação, pois ele é cientista e pintor."

Notamos o conhecimento dos alunos do grupo a respeito da dissecação, reconhecendo a importância da prática para a produção do conhecimento no período Renascentista e ainda a informação de que Leonardo da Vinci era cientista e pintor. Durante a aula em que os trabalhos foram discutidos, foi perguntado aos alunos, onde eles obtiveram essas informações. Eles afirmaram ter sido nas aulas de Artes.

Aproveitamos para inserir a informação de que Leonardo descreve o coração como um músculo, sendo como os demais abastecidos por veias e artérias. Ao estudar o coração, percebe que o órgão tem quatro câmaras e não duas como se acreditava (assim como os alunos responderam no questionário de sondagem) e que também descreveu os movimentos de sístole e diástole cardíaca e o sincronismo entre a contração cardíaca e a pulsação periférica (KICKHOFEL, 2003).


GRUPO 2

1) Quem você acha que fez essa representação?

a- (X) Leonardo da Vinci b- ( ) Albert Einstein
c-( ) Michelangelo

2) Essa é uma representação do século XV. Em que você acha que o autor se baseou para conseguir fazer esse trabalho?

Ele se baseou no coração humano, a partir da dissecação, pois ele é cientista e pintor.

Figura 7 – Etapa “Problema” - Atividade grupo 2

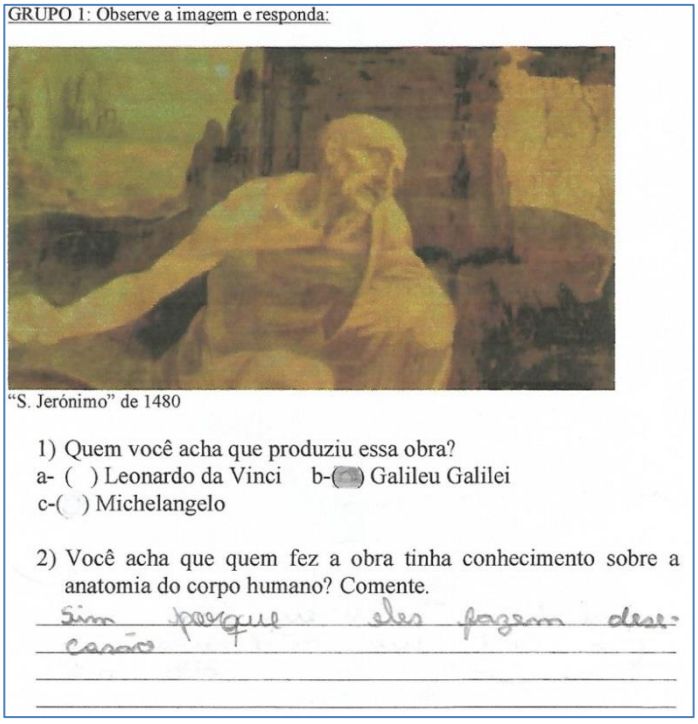
Fonte: elaborado pelo autor

O grupo 1 teve como imagem uma representação de Leonardo da Vinci intitulada “S. Jerónimo” de 1480, caracterizada por traços fortes que demonstram conhecimento a respeito da musculatura humana. Foi perguntado aos estudantes se eles achavam que quem fez a obra tinha conhecimento sobre a anatomia do corpo humano. A resposta do grupo foi:

“ Sim. Porque eles fazem dissecação.”

Entendemos que quando colocamos a questão sobre a dissecação no questionário de sondagem, geramos curiosidade em toda a turma e apesar de ainda não ter sido discutido em aula, os próprios alunos compartilharam informações a respeito do assunto. Alguns mencionaram em voz alta as dissecações realizadas em animais como sapos, mostradas em filmes e séries.

Após discutirmos a imagem que o grupo analisou, informamos que Leonardo da Vinci teria dissecado mais de trinta corpos entre mulheres e homens de diferentes idades, retratando o que viu com precisão. Destacamos uma de suas anotações em um dos seus desenhos que despertou a curiosidade e o interesse dos alunos: “ Você pode ser detido pela ânsia de vomitar. O medo de viver à noite na companhia desses homens mortos, desmembrados e dissecados, é algo terrível de suportar.” (HAAG, 2012).



GRUPO 1: Observe a imagem e responda:

“S. Jerónimo” de 1480

1) Quem você acha que produziu essa obra?
a- ( ) Leonardo da Vinci b-( ) Galileu Galilei
c-( ) Michelangelo

2) Você acha que quem fez a obra tinha conhecimento sobre a anatomia do corpo humano? Comente.

Sim porque eles fazem dissecação

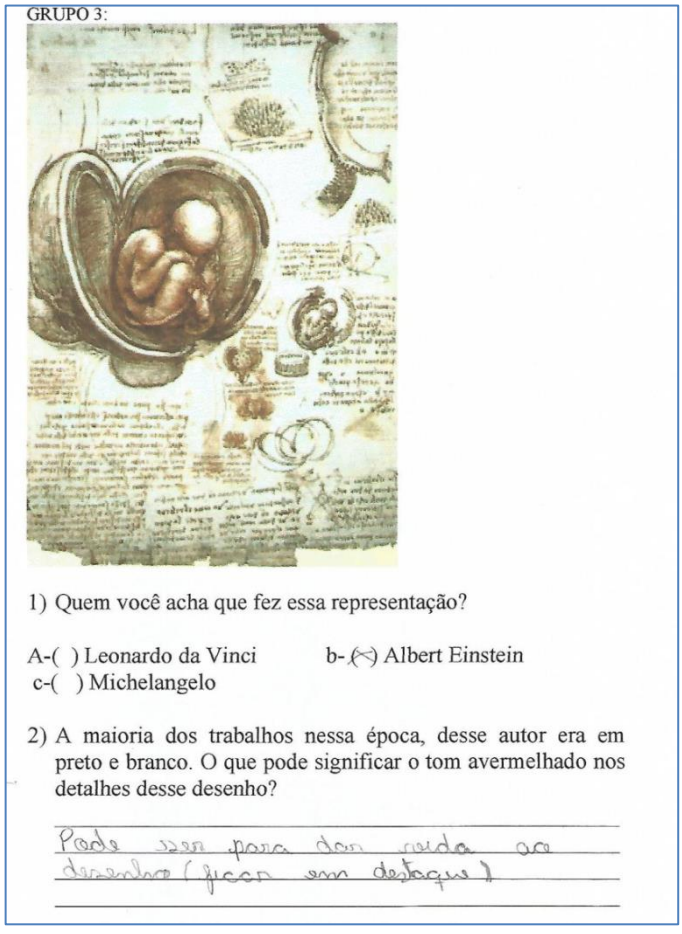
Figura 8 – Etapa “Problema”: Atividade grupo 1

Fonte: elaborado pelo autor

O grupo 3 recebeu a imagem da representação do feto no útero, do mesmo autor. Informamos na questão que a maioria dos trabalhos da época era representada em preto e branco e perguntamos o que poderia significar o tom avermelhado na imagem. A resposta do grupo foi:

“ Pode ser para dar vida ao desenho (ficar em destaque).”

Interessante que o grupo compreendeu a verdadeira finalidade dos tons avermelhados na imagem representada por Leonardo da Vinci para representar a vida.


GRUPO 3:

1) Quem você acha que fez essa representação?

A-( ) Leonardo da Vinci b-(x) Albert Einstein
c-( ) Michelangelo

2) A maioria dos trabalhos nessa época, desse autor era em preto e branco. O que pode significar o tom avermelhado nos detalhes desse desenho?

Pode ser para dar vida ao desenho (ficar em destaque)

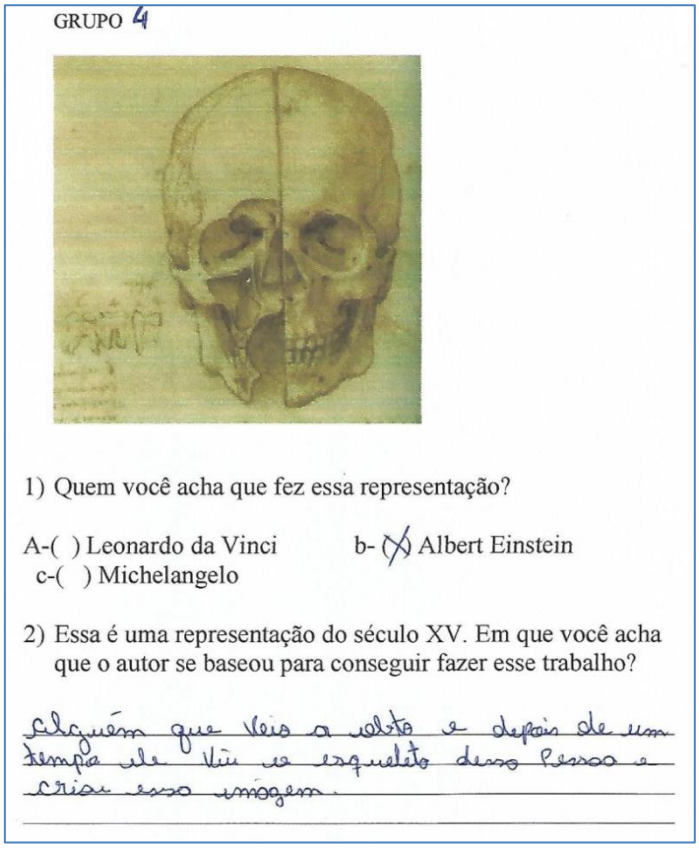
Figura 9 – Etapa “Problema”: Atividade grupo 3

Fonte: Elaborada pelo autor

Para o grupo 4 foi dada a imagem da representação de Leonardo da Vinci sobre o crânio. Perguntamos em que os alunos achavam que o autor se baseou para conseguir realizar o trabalho. A resposta do grupo foi:

“ Alguém que veio a óbito e depois de um tempo ele viu o esqueleto dessa pessoa e criou essa imagem.”

Notamos o reconhecimento do grupo a respeito da importância da observação e pesquisa na produção do conhecimento científico. O grupo entende que para o artista/cientista representar o crânio humano foi necessário observar o esqueleto de alguém que veio a óbito. Aproveitamos para destacar que o autor estudou em detalhes um crânio e buscou identificar a região responsável pelo “senso comum” definido por Aristóteles (HAAG, 2012).


GRUPO 4

1) Quem você acha que fez essa representação?

A-( ) Leonardo da Vinci b- (X) Albert Einstein
c-( ) Michelangelo

2) Essa é uma representação do século XV. Em que você acha que o autor se baseou para conseguir fazer esse trabalho?

Alguém que veio a obito e depois de um tempo ele viu o esqueleto dessa pessoa e criou essa imagem.

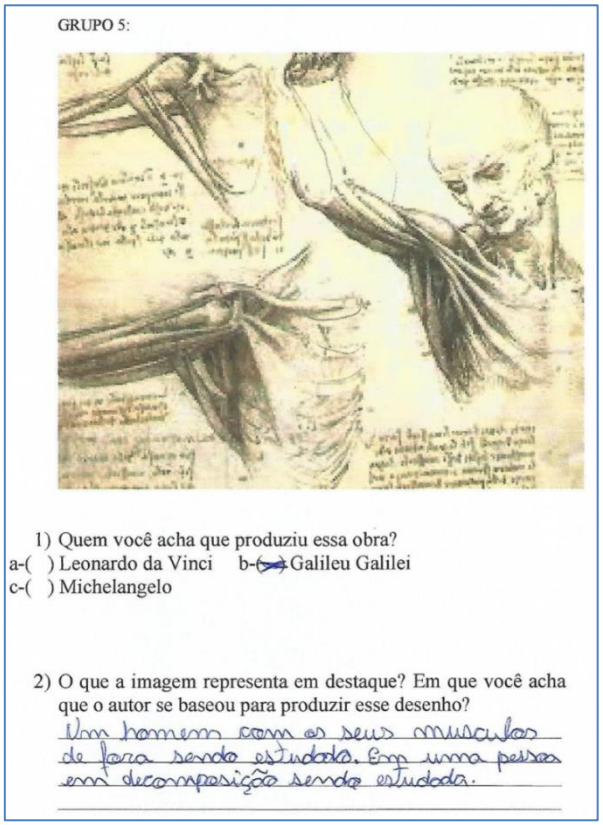
Figura 10 – Etapa “Problema”: Atividade grupo 4

Fonte: Elaborada pelo autor

Para o grupo 5, utilizamos uma imagem que mostra a constituição dos membros desde a estrutura óssea com a sobreposição dos tecidos musculares e tendões, representadas também por Leonardo da Vinci. Perguntamos sobre o que a imagem representa em destaque e assim como para os outros grupos perguntamos em que o grupo achava que o autor se baseou para produzir o desenho. A resposta do grupo foi:

“ Um homem com seus músculos de fora sendo estudado. Em uma pessoa em decomposição sendo estudada.”

O grupo conseguiu entender que para o autor produzir a imagem necessitou observar um corpo, apesar de não mencionar a dissecação, compreenderam ao examinar a imagem que para uma representação tão detalhada da musculatura e tendões foi necessária a observação de um corpo (para eles, ainda em decomposição).


GRUPO 5:

1) Quem você acha que produziu essa obra?
a-( ) Leonardo da Vinci b-(x) Galileu Galilei
c-( ) Michelangelo

2) O que a imagem representa em destaque? Em que você acha que o autor se baseou para produzir esse desenho?
Um homem com os seus musculos de fora sendo estudado. Em uma pessoa em decomposição sendo estudada.

Figura 11 – Etapa “Problema”: Atividade grupo 5

Fonte: Elaborada pelo autor

As conclusões com base na análise de imagens feitas pelos alunos serviram para discussão em sala e agregação de novos conhecimentos. Discutimos o que é a dissecação e também a vivissecção assim como alguns aspectos de como a ciência era praticada no Renascentismo e as contribuições de Leonardo da Vinci na produção de conhecimento do corpo humano e principalmente sobre o sistema cardiovascular. Destacamos as conclusões de Da Vinci sobre o coração ser formado por músculo e a existência das quatro cavidades no órgão, ao passo que a maioria dos alunos havia dito serem duas nas atividades de conhecimento prévio. Outro fator discutido e muito enriquecedor foi a questão de Leonardo ter guardado seus trabalhos e não divulgado na época. Destacamos que a cultura do período não permitia a síntese proposta entre a arte, que produzia usando matéria imperfeita e corruptível e a ciência, que demonstrava por textos, os princípios e causas eternos e imateriais (HAAG, 2012).

3.4.2. Etapa de Sistematização

Nas aulas 3 e 4 do bloco 2 da SEI, buscamos a sistematização do conhecimento, apresentando aos alunos uma linguagem mais formal por meio de textos e apresentações, utilizando o projetor para mostrar um pouco da história da dissecação. Por meio de gravação de áudio e anotações no diário de campo do professor, registramos as discussões e observações dos alunos, para podermos comentá-las.

Essas aulas aconteceram nos dois primeiros tempos, no turno da manhã. Alguns alunos estavam desanimados e de cabeça baixa enquanto outros mantinham conversas paralelas insistentes. Foi necessário bastante esforço para que os estudantes prestassem atenção à aula. Quando as imagens começaram a ser mostradas, certa curiosidade e alguns comentários foram observados. Porém, uma minoria continuou desatenta durante toda a aula.

Iniciamos falando sobre a origem da técnica da dissecação com os egípcios, seguida pelos mesopotâmios, os estudos de Herófilo e Erasístrato. Destacamos o fato de Cláudio Galeno, no século II, ter sido considerado o primeiro anatomista do mundo, mesmo sem nunca ter aberto um corpo humano e que apesar de ter escrito um tratado sobre anatomia humana que prevaleceu durante séculos, sua experiência com dissecação era apenas com porcos, macacos e outros animais. Neste momento focamos nas

questões culturais que mantiveram os conhecimentos de Galeno sem questionamentos por tanto tempo, até o início da Renascença. Assim, os ensinamentos de Galeno passaram a ser considerados definitivos, sem necessidade de contestação e foram traduzidos para vários idiomas, como o latim, siríaco, arábico e hebraico (GOTTSCHALL, 2000). Falamos que a dissecação começou a ser praticada na Escola de Salerno entre os séculos IX e XIII, e que eram utilizados cadáveres de criminosos, os considerados feiticeiros, enforcados estranhos à vila ou pacientes pobres mortos no hospital. No século XVI a dissecação era praticada em teatros anatômicos para numeroso público, porém o professor tinha exclusiva finalidade de confirmar os ensinamentos de Galeno. Permanecia em sua cátedra lendo tais ensinamentos enquanto cirurgiões-barbeiros faziam as demonstrações. Ao citarmos os cirurgiões-babeiros alguns alunos demonstraram estranheza e perguntaram por que babeiros faziam os cortes das dissecações. Nesse momento explicamos que durante algum tempo os monges exerciam a arte da medicina. Com a exigência da Igreja de que esses monges tivessem suas barbas raspadas, os barbeiros estavam sempre com eles e acabaram aprendendo as técnicas de cirurgia. No século X, a Igreja proíbe a atividades dos monges na medicina por achar que a finalidade da vida religiosa estava sendo desvirtuada, assim os barbeiros começam a exercer a cirurgia após a proibição da medicina monástica (GOTTSCHALL, 2000).

Nos slides seguintes (10, 11 e 12) exemplificamos um período em que os corpos eram roubados para serem estudados. Assim, através das ilustrações mostramos como era difícil conseguir um corpo para ser estudado. Seguimos falando sobre Leonardo Da Vinci e o fato de ter dissecado cerca de 30 corpos, mostrando mais alguns de seus trabalhos. Nesse instante da aula uma aluna questionou por que Leonardo manteve em segredo suas obras guardando-as por tanto tempo. Ressaltamos as características da época que poderiam ter contribuído para que esses trabalhos ficassem guardados por tanto tempo e que provavelmente Da Vinci tenha se deparado com um dilema ao fazer as dissecações: o que ele via era diferente do que já havia sido escrito e contestar essas informações na época poderia lhe trazer problemas.

Continua

A importância das dissecações

- Para melhor compreendermos como o conhecimento sobre o sistema cardiovascular foi construído ao longo dos séculos, precisamos ver como ocorriam as primeiras dissecações...

1

Os primeiros anatomistas e médicos foram os egípcios. Após vieram os Mesopotâmios.



2

No século III A.C., o estudo da anatomia avançou consideravelmente na Alexandria. Muitas descobertas lá realizadas podem ser atribuídas a Herófilo e Erasistrato.



3

- Herófilo da Calcedônia concretizou o desejo de muitos anatomistas ao dissecar o corpo humano.
- E assim, desenvolveu um esquema de distribuição, formato e tamanho dos órgãos.
- Ele descreveu o fígado, o cérebro, os órgãos sexuais.

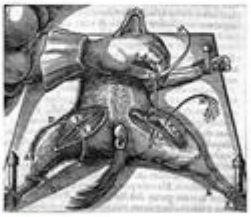


4

- Já Erasístrato colaborador de Herófilo também dissecou cadáveres humanos.
- Com isso, ele formou a Escola de Alexandria, a qual deu, a partir dali, impulso às ciências anatômicas.
- A partir do ano 150 A..C. a dissecação humana foi de novo proibida por razões éticas e religiosas.
- Parece que o estudo da anatomia humana, recomeçou mais por razões práticas que intelectuais.
- E o motivo mais importante para a dissecação humana, foi o desejo de saber a causa da morte por razões essencialmente médico-legais.
- De averiguar o que havia matado uma pessoa importante ou elucidar a natureza da peste ou outra enfermidade infecciosa.

5

- O conhecimento anatômico sobre o corpo humano continuou no mundo helenístico.
- Porém só se conhecia através das dissecações em animais.



6

- No século II D.C., Galeno, é considerado o primeiro anatomista do mundo, nunca abriu um cadáver de gente.
- Mesmo tendo escrito um tratado que por séculos foi a bíblia da anatomia humana, só tinha experiência em dissecar porcos, macacos e outros animais.
- Aplicando depois os resultados obtidos na anatomia humana, quase sempre corretamente.
- Contudo, alguns erros foram inevitáveis devido à impossibilidade de confirmar os achados em cadáveres humanos.

7

- A dissecação passou a ser praticada na escola de Salerno (sec IX - XIII).
- Durava quatro dias no inverno, na seguinte ordem: ventre- peito- cabeça - membros.
- O professor tinha exclusiva finalidade de confirmar os ensinamentos de Galeno.
- Cadáveres de criminosos, feiticeiros, enforcados estranhos à vila ou pacientes pobres mortos no hospital.
- No século XVI a dissecção era praticada em teatros anatômicos para numeroso público.

8

Continua

Professor – ensinando anatomia, retratado no final do séc. XV



9

Como os corpos eram roubados

- Os ladrões de túmulos invadiam os cemitérios, cavavam perto de um corpo que havia sido enterrado a pouco tempo.
- A localização da sepultura era descoberta por espiões que se infiltravam em enterros, até conseguir abrir a parte do caixão onde ficava a cabeça.



10

- Passavam então uma corda ao redor do pescoço e puxavam o corpo.
- Retiravam toda a roupa, joias e o que mais houvesse de valor (para não correr os risco de serem presos).
- Colocavam tudo de volta no caixão, cobriam com terra, punham o cadáver num saco e se dirigiam para a escola de medicina mais próxima.



11

- É a história desse período e o contato com as imagens de mais de 1200 desenhos anatômicos produzidos pelo próprio Leonardo da Vinci que tornam interessante o livro "*Os Cadernos Anatômicos de Leonardo da Vinci*" (Leonardo on the Human Body).



12

- Leonardo de ser Piero da Vinci era observador, cientista e inventor. Capaz de representar arte em anatomia (ou vice-versa).
- Seu desenho mais famoso, o Homem Vitruviano.
- É um estudo das proporções do corpo humano, ligando arte e ciência numa obra singular que representa o Humanismo Renascentista.



13

- Leonardo da Vinci (1452–1519) foi o primeiro artista que considerou a anatomia além do ponto de vista meramente pictórico.
- Fez preparações que logo desenhou, das quais são conservadas mais de 750, e representam o esqueleto, os músculos, os nervos e os vasos.



14

- As ilustrações foram completadas muitas vezes com anotações do tipo fisiológico.
- A precisão de Leonardo é maior que a de Vesalio e sua beleza artística permanece inalterada.
- Sua valorização correta da curvatura da coluna vertebral ficou esquecida durante mais de cem anos.
- Representou corretamente a posição do fetus in útero e foi o primeiro a assinalar algumas estruturas anatômicas conhecidas.

15



16



Figura 12 – Apresentação: A importância das dissecações

Fonte: Elaborada pelo autor

Nas aulas 5 e 6, continuando com a etapa de sistematização foi apresentado aos alunos um perfil histórico sobre a construção do conhecimento a respeito do sistema cardiovascular, o que compreendeu o período desde a Antiguidade até os conceitos aceitos de Harvey. Essas aulas tiveram a sua importância uma vez que seu objetivo era mostrar que o processo de construção de conhecimento sobre o sistema cardiovascular não foi mérito de apenas um cientista, ao contrário, diversos personagens contribuíram para que Harvey chegasse as suas conclusões. Os fatores culturais, religiosos, as

características do período influenciaram nas condições em que esse conhecimento se concretizava. Procuramos dessa forma, mostrar para os alunos que o que foi considerado como erro, muitas vezes teve grande importância no sentido de gerar contestação e busca por novos saberes.

O momento foi gravado em áudio e fizemos anotações no diário de campo do professor, para que pudéssemos registrar as discussões e intervenções dos alunos e assim comentá-las.

Iniciamos a aula falando sobre as informações existentes a respeito do sistema cardiovascular no período da Antiguidade, citando as concepções de Aristóteles e Erasistrato. Explicamos aos alunos que assim como Hipócrates, Aristóteles admitia a existência de um pneuma: uma espécie de sopro que fazia parte da alma e se deslocava através das veias. O coração e veias continham sangue, mas as artérias e vasos pulmonares somente ar. A irrigação do corpo pelo sangue era comparada com a irrigação de jardins por um sistema de canais que se dispunham em paralelo, sem se encontrar. Assim, o sangue andava para frente e se consumia nos tecidos. Acrescentamos as contribuições de Aristóteles para o conhecimento sobre o coração. Ele descreveu a principal artéria saindo do coração e lhe deu o nome de aorta. Porém, acreditava que a sede da inteligência estava no coração, sendo o mesmo a fonte de calor inato.

Dando continuidade, falamos sobre Erasístrato de Cós que atribuiu a sede da inteligência ao cérebro e não ao coração como Aristóteles e acredita-se que ele tenha desenvolvido um conceito de que a respiração dependia da passagem de ar pelos pulmões: o ar para chegar aos pulmões penetrava pela traqueia, passava pelas veias pulmonares para o ventrículo esquerdo, sendo transformado em pneuma, passando às artérias e sendo distribuído para todo o corpo.

Neste momento da aula aproveitamos para introduzir a ideia da circulação sanguínea do corpo ao informar que o sistema não é paralelo como acreditava Aristóteles. Deixamos algumas perguntas no ar para que os alunos refletissem: O que acontece com o sangue quando passa pelo coração? Para aonde vai? Um aluno respondeu que vai para os órgãos. Perguntamos então, o que acontece com esse sangue nos órgãos?

Em seguida falamos sobre Galeno e apresentamos o seu modelo de coração em que acreditava na existência dos poros interventriculares. Ou seja, para Galeno uma parte do sangue presente no ventrículo direito dirigia-se a artéria pulmonar para irrigar os pulmões, sendo neles consumidos, enquanto uma porção menor passaria através de poros invisíveis para o ventrículo esquerdo. Galeno traz algumas ideias novas que foram importantes para o entendimento da circulação sanguínea como: a presença de sangue nas artérias e não ar; dois tipos de sangue, um seria formado no fígado e outro derivado do coração. Porém, ele acreditava que chegando a periferia do corpo, os dois sangues sem volta eram consumidos, sendo a transpiração o resíduo desse efeito. Assim a ideia que se tinha era de um sistema de distribuição centrífuga, paralela e sem retorno dos dois tipos de sangue.

Em sequência partimos para a Idade Média. Discutimos algumas características relacionadas ao período reafirmando que a ciência era julgada inútil pelos setores mais radicais. Logo, nesse período não houve grandes modificações a respeito do conhecimento sobre o sistema cardiovascular uma vez que nessa época a ciência e a medicina foram dominadas pelos traumatismos das guerras e dos combates e pelas doenças infectocontagiosas e suas consequências, as epidemias. Passamos para o período da Renascença onde mostramos as contribuições de alguns personagens na compreensão do funcionamento do coração procurando associar às realidades vividas por eles nesse período. Assim, destacamos os trabalhos de Leonardo Da Vinci (Itália) Andreas Vesálio (Bélgica), Miguel Servet (Espanha), Colombo (Itália) . Finalizamos a aula com alguns aspectos da Revolução Científica e as conclusões de Willian Harvey sobre a circulação.

Como já havíamos falado bastante sobre Leonardo Da Vinci, focamos nas suas contribuições sobre o coração. Deixou várias ilustrações do órgão, trouxe a informação de que o coração é formado por músculo e sobre o funcionamento das valvas cardíacas. Em seguida falamos sobre Vesálio. Explicamos que o mesmo critica a forma como o ensino de anatomia é praticado, relegado na prática a dissecadores ignorantes, analfabetos, incapazes de compreender ou explicar o que fazia aos estudantes. Também mostramos um pouco de sua obra tão famosa "*De Humani Corporis Fabrica*" enfatizando os volumes que possuem representações relacionadas ao sistema cardiovascular, como o 3º (sistema vascular) e o 6º (coração e os pulmões) volumes.

Vesálio relaciona o pulso arterial com a contração cardíaca. Não consegue observar os poros interventriculares e admite com certa cautela que o sangue transpira pelos espaços invisíveis. Porém, doze anos mais tarde escreve que o septo do coração é tão duro, denso e compacto como o resto do coração e diz não ver como a menor partícula pode ser transferida do ventrículo direito para o esquerdo através do septo. Apesar dessa informação, Vesálio não propõe um novo mecanismo para o sangue chegar do outro lado do coração, porém deixa o caminho aberto para modificar os conhecimentos sobre a fisiologia circulatória (GOTTSCHALL, 2000). Prosseguimos falando sobre Miguel Servet, que foi aluno de Vesálio e escreveu um livro onde nega a presença dos poros interventriculares e afirma que a artéria pulmonar levava sangue para todo o corpo e não só para os pulmões. Foi repreendido por Calvino através de carta e teve sua obra proibida de ser publicada. Mesmo assim conseguiu publicá-la por meios próprios. Foi preso, acusado de heresias e condenado à morte, sendo queimado nove meses após a impressão de seu livro. Neste momento da aula percebemos a perplexidade de alguns alunos ao saber que Servet foi queimado vivo. Aproveitamos para ressaltar as características da época, as questões culturais e reafirmar que na construção do conhecimento científico ao longo da história, quando contestavam alguém ou algum conhecimento já estabelecido, poderiam ser perseguidos e até condenados a morte. No entanto, esses personagens trouxeram grandes contribuições para a produção desse conhecimento.

A próxima fala foi sobre Mateus Roaldo Colombo (1516-1559) que foi aluno de Vesálio e também contestou Galeno ao afirmar que o sangue não poderia passar do ventrículo direito para o esquerdo sem passar pelos pulmões. Baseando-se em vivissecções que praticava em animais percebeu a presença de quatro valvas cardíacas de modo a permitir o sangue fluir em apenas uma direção e reafirmou a inexistência dos poros interventriculares. Colombo também percebeu que a quantidade de sangue existente nos pulmões era muito grande para apenas nutri-los. Mesmo com todas essas informações, sua teoria foi rejeitada. Nesse momento da aula reafirmamos que esses novos conhecimentos para serem aceitos tinham como obstáculo os conceitos antigos de uma distribuição sanguínea paralela, logo a ideia de circulação contínua exigiria uma difícil mudança de mentalidade.

Nos próximos slides falamos sobre Willian Harvey. Harvey era pesquisador e realizava experimentos constantemente em sua casa. Fazia vivissecções em animais de sangue quente e frio, procurando compreender o funcionamento do coração. Baseando-se em método quantitativo conseguiu demonstrar que a quantidade de sangue que passa pelo coração em uma hora pesaria três vezes mais que o individuo, tal sangue deveria passar repetidamente por esse órgão, em um movimento circular pelo corpo. Também fez testes com torniquetes sobre um braço, afirmando que o sangue flui das artérias para as veias e não no sentido contrário. Concluiu, portanto, que o sangue deve voltar pelas mesmas vias e cumprir um verdadeiro circuito e que a contração do coração é a causa única de todos os movimentos do sangue. Apesar de não compreender para quê o sangue circulava (SINGER, 1996).

Finalizamos a aula desenhando um esquema representativo da circulação sanguínea demonstrando a pequena circulação (pulmonar) e a grande circulação (sistêmica). Enfatizamos que as características do período chamado de "Revolução Científica", no século XVII permitiram uma mudança na forma como a ciência era praticada. Em vez de perguntar "por que?" os cientistas passam a buscar "como" as coisas aconteciam e com isso as interpretações tornaram-se mecanicistas e a linguagem da ciência tornou-se mais matemática, o que contribuiu para que Harvey baseando-se nos antecessores conseguisse chegar a explicação da circulação.

Ressaltamos que a compreensão da circulação tal como conhecemos hoje, é um fator de extrema relevância pelo alcance de suas repercussões na Fisiologia, na Cardiologia e em todas as áreas da Medicina e que o modelo de circulação elaborado por Harvey não foi por ele completado, pois não conhecia a existência dos capilares. Dessa forma, Harvey permaneceu acreditando que a função dos pulmões era resfriar o coração e que o coração produzia o "espírito vital" no sangue, não conhecendo a existência dos gases respiratórios,[7] das trocas gasosas no sangue entre outras funções do sistema cardiovascular (GOTTSCHALL, 2000).

A apresentação com os slides utilizados durante a aula está representada na figura a seguir:

[7] No final do século XVIII, as maiores propriedades dos gases conhecidos hoje como gás carbônico, oxigênio, hidrogênio e nitrogênio foram corretamente descritas por Priestley, Scheele, Black, porém ainda com bases na teoria do flogisto. Somente com os estudos de Antonie Laurent Lavoisier, a respiração ficaria completamente entendida (GOTTSCHALL,2000).

Continua

Sistema Cardiovascular



Na Antiguidade...

- Acreditava-se que o coração era o sítio da vida. Onde havia mais calor, razão pela qual ele e os vasos estão em contínuo movimento. Esse "calor" inato, era distribuído pelo sangue a todas as partes do corpo a partir do coração.
- Os pulmões eram considerados presentes dos deuses para esfriar o calor do coração.

Na Antiguidade

- Aristóteles (384-322 a.C)



- Admitia a existência de um pneuma, sopro, calor inato e participante da alma se deslocando através das veias.
- Segundo ele o coração e as veias continham sangue, mas as aterias e os vasos pulmonares somente ar.
- Irrigação do corpo pelo sangue por canais paralelos. O sangue andava para frente e se consumia nos tecidos, mas não circulava.

- Descreveu a principal artéria saindo do coração e a ela deu o nome de aorta.
- A sede da inteligência está no coração.
- O coração é a fonte de calor inato e o cérebro servia só para esfriá-lo.



- Erasistrato (280 a.C.)

O ar penetrava pela traqueia, passava para os pulmões, dali pelas veias pulmonares para o ventrículo esquerdo , enchendo-o com ar onde se transformava em espírito vital , passando às arterias, que o distribuíam para todo o organismo.



Erasistrato

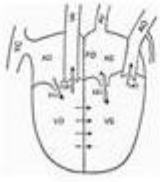
Galeno (130-200)



- Escritor médico que praticava dissecação e vivissecção em animais, principalmente macacos, cães, ursos e porcos.
- Pensava que a principal função da respiração era esfriar o calor inato e nutrir o corpo.
- Acreditava que o sangue venoso era formado no fígado.
- Acreditava na existência de poros invisíveis no septo, por onde o sangue passava do ventrículo direito para o ventrículo esquerdo.

Algumas ideias de Galeno

- Presença de sangue nas arterias;
- Poros interventriculares;
- Dois tipos de sangue, um formado no fígado e outro no coração;
- O sangue se perdia no interior dos órgãos , sem volta, era consumido, sendo a transpiração o resíduo desse efeito.



- Para Galeno, tudo na natureza já surgiu pronto e tinha uma finalidade bem definida, por isso não verificava seus resultados nem via necessidade de baseá-los em experiências.
- Depois de sua morte, em 200, o estudo da anatomia e da fisiologia cessou por muito tempo.

Continua

Na Idade Média...

- A ciência era julgada inútil pelos setores mais radicais , pois toda a verdade já estava nas escrituras;
- No século X, os monges são proibidos pela Igreja de desempenhar o papel de repositórios da arte médica;
- Barbeiros aprendem as técnicas cirúrgicas e odontológicas.
- A crença na santidade do corpo e de que ele pertencia a Deus e não ao homem fez a Igreja ver com maus olhos a prática da dissecção.

9

- Na Idade Média não ocorreu grande progresso na fisiologia cardiovascular, até porque nessa época a ciência e a medicina foram dominadas pelos traumatismos das guerras e dos combates e pelas doenças infectocontagiosas e suas consequências, as epidemias.

10

Renascença

- A partir de 1400 (Séc XV) começou na Itália o movimento cultural e político conhecido como Renascença, cujo renovado interesse nas ciências e nas artes deu origem ao método científico moderno.
- Em vez de usarem observações como "prova" de determinada "verdade", procuram tirar princípios gerais, aplicáveis a partir da observação do comportamento de eventos independentes (empiricismo).

11

Leonardo da Vinci (1452–1519)

- Dissecou 30 corpos humanos;
- Deixou vários importantes e inéditos desenhos do coração;
- O coração é formado por músculo;
- O movimento das valvas cardíacas;



12

Vesálio (1514– 1564)

- Nasceu em Bruxelas, de uma família de médicos católicos.
- Nos seus estudos critica o ensino da anatomia na época, relegado na prática a dissecadores ignorantes, analfabetos, incapazes de compreender ou explicar o que faziam aos estudantes.
- Vasculha cemitérios procurando ossos, guarda cadáveres em seus aposentos, corrige erros arraigados.

13

De Humani Corporis Fabrica

- 1° livro – tratava sobre ossos;
- 3° livro – Sistema vascular;
- 6° livro – Coração e os pulmões.

- Relacionou o pulso arterial com a contração cardíaca;
- Admite cautelosamente que o sangue "transpira", avisando entretanto que não podia ver os poros e louva a arte do Criador que conseguia fazer passar o sangue por orifícios invisíveis.

14

- Vesálio foi censurado até pelo seu mestre, Jacob Sílvio, que o chamou de vesanus (maluco), monstro, ignorante, ingrato, arrogante e impiedoso por contraria Galeno.
- Morre aos 50 anos voltando de uma peregrinação a Jerusalém.



15





16

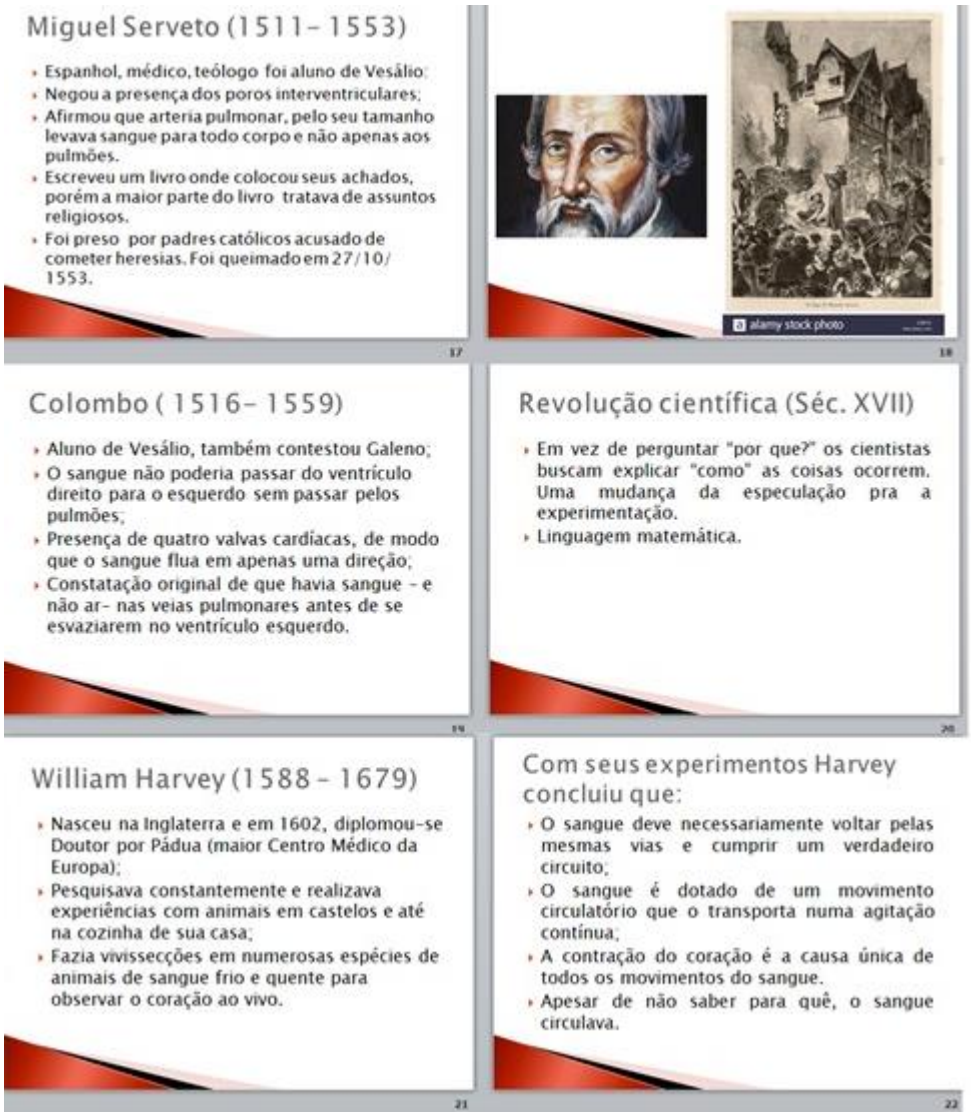


Figura 13 – Apresentação: Sistema Cardiovascular

Fonte: Elaborada pelo autor

3.4.3. Etapa de Contextualização Social: Produção das Narrativas Históricas

Na última etapa da SEI (contextualização social) é o momento em que os alunos podem associar o conteúdo a aspectos do seu dia a dia. São vários os tipos de atividades de contextualizações possíveis. De acordo com CARVALHO (2013), no segundo segmento do Ensino Fundamental e no Ensino Médio a atividade de contextualização social do conhecimento pode ser feita utilizando textos de História das Ciências, uma

vez que esses textos dão margem a discussões que relacionam ciência e desenvolvimento social. Esses textos são ricos, pois introduzem os alunos nos processos de construção do conhecimento científico.

Já trabalhamos com os textos históricos durante toda a SEI, inclusive na etapa de sistematização de conteúdo, quando apresentamos aos alunos uma linguagem mais formal. Nesta última etapa da SEI, a atividade desenvolvida foi a produção de narrativas históricas, com base nos textos e nas discussões durante a nossa aula. A turma foi dividida em grupos e para motivar a produção dos textos tiveram a liberdade de escolher de que forma iriam apresentá-los. Foram propostas aos alunos diversas possibilidades para que desenvolvessem suas narrativas e as apresentassem de alguma forma. As sugestões foram: poesias, poemas, peça teatral, música, história em quadrinhos, *stop motion* etc. Os alunos poderiam escolher qualquer momento do período histórico trabalhado ou falar de uma forma geral sobre o processo de construção do conhecimento científico sobre o sistema cardiovascular.

Apenas um grupo optou por fazer um poema. Os demais grupos se interessaram pela criação de um pequeno filme utilizando a técnica de "*stop motion*", assim construíram suas narrativas que posteriormente seriam utilizadas no filme. As análises das narrativas estão a seguir:

Grupo 1

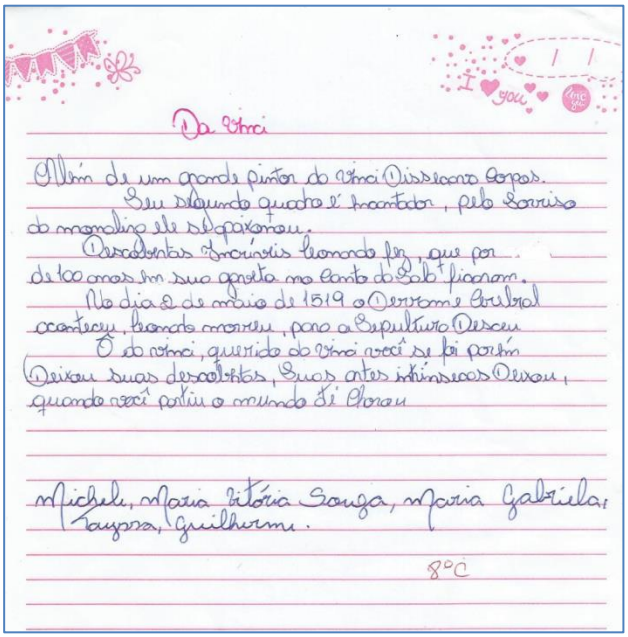


Figura 14 – Narrativa Grupo 1

Fonte: Dados da Pesquisa

A escolha por Leonardo Da Vinci pelos alunos para produção do poema nos mostra o quanto foi interessante para eles saberem que outros personagens, além dos ditos e reconhecidos como cientistas, contribuíram para o desenvolvimento do conhecimento científico. Observamos a frase que dá início ao poema:

"Além de um grande pintor, Da Vinci dissecava corpos."

Percebemos a admiração por saberem de outro trabalho de Leonardo antes não conhecido, que é a arte de dissecar corpos. Mais adiante no trecho:

" Descobertas incríveis Leonardo fez, que por mais de 100 anos em sua gaveta no canto da sala ficaram."

Os alunos demonstram um reconhecimento importante da história em que o contexto cultural talvez não tenha favorecido a publicação das obras de Da Vinci. Concordamos com MOURA e GUERRA (2016), quando afirmam ser fundamental a exploração do contexto histórico de produção das ciências, assim como suas relações com as demais produções culturais que compartilham desse contexto, de forma a trazer, através da História da Ciência, reflexões em torno à prática científica. Logo, quando exploramos esse contexto em sala de aula, proporcionamos aos estudantes uma aproximação mais real de como o conhecimento científico é produzido, podendo tornar as aulas mais interessantes. MARTINS (1998) já reconhecia que o uso da História da Ciência proporciona mostrar através dos episódios históricos que a produção do conhecimento é um processo lento, o que permite que os alunos tenham uma visão mais próxima da natureza da ciência, seus métodos e suas limitações. Isso é importante, pois faz com que o conhecimento científico seja desmitificado sem ser destituído de valor. O grupo finaliza o poema ressaltando as "descobertas" de Leonardo, mais uma vez sendo reconhecido não apenas como pintor, mas também como cientista:

“ Ô da Vinci, querido da Vinci, você se foi, porém deixou suas descobertas, suas artes intrínsecas deixou, quando você partiu o mundo até chorou.”

Os grupos 2, 3, 4 e 5 produziram uma narrativa para ser utilizada no filme. A princípio cada grupo produziria um filme. Separamos duas aulas (50 minutos cada) para que os alunos escrevessem suas narrativas. Percebemos grande dificuldade por parte dos estudantes para produzirem seus textos e como a produção do filme seria algo muito trabalhoso, sendo a turma bastante agitada, optamos pela produção de apenas um filme. Para tentar estimular a produção dos textos, deixamos cada grupo responsável por um período da história, para assim tentar direcioná-los melhor. Não era exatamente o que queríamos, já que daria margem a um texto com característica linear. No entanto, como o tempo para a produção dos trabalhos estava curto por conta da proximidade do término do ano letivo e de inúmeras atividades realizadas pela escola, entendemos ser essa a melhor opção. As narrativas serão apresentadas a seguir com suas respectivas análises:

Grupo 2

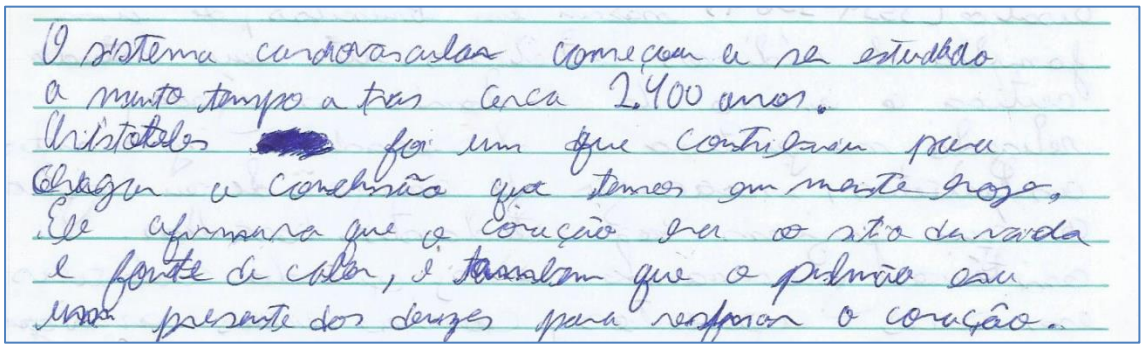

O sistema cardiovascular começou a ser estudado a muito tempo a tras cerca 2.400 anos. Aristoteles [redacted] foi um que contribuiu para chegar a conclusão que temos em mente hoje. Ele afirmava que o coração era o sito da raiva e fonte de calor, e [illegible] que o pulmão era um presente dos deuses para resfriar o coração.

Figura 15 – Narrativa Grupo 2

Fonte: Dados da Pesquisa

Destacamos que o grupo 2 reconhece a contribuição de Aristóteles para chegar ao que conhecemos hoje sobre o sistema cardiovascular quando afirma:

“ Aristóteles foi um que contribuiu para chegarmos a conclusão que temos em mente hoje.”

É importante os estudantes terem entendido que o conhecimento sobre a circulação sanguínea não é mérito apenas de um cientista, mas é fruto de um trabalho coletivo, um esforço de vários personagens, dentro dos limites dos períodos em que viveram e de suas culturas. O termo "*foi um que contribuiu*" nos evidencia essa compreensão por parte dos alunos. Nos mostra a percepção de uma ciência colaborativa.

Buscamos dessa forma, passar para o aluno a importância de compreender a ciência como uma atividade humana, historicamente construída, influenciada por um contexto cultural e não como uma construção puramente racional que a partir de observações, experimentos, deduções, induções se constitui num único e universal método científico (FORATO et al., 2011).

Grupo3

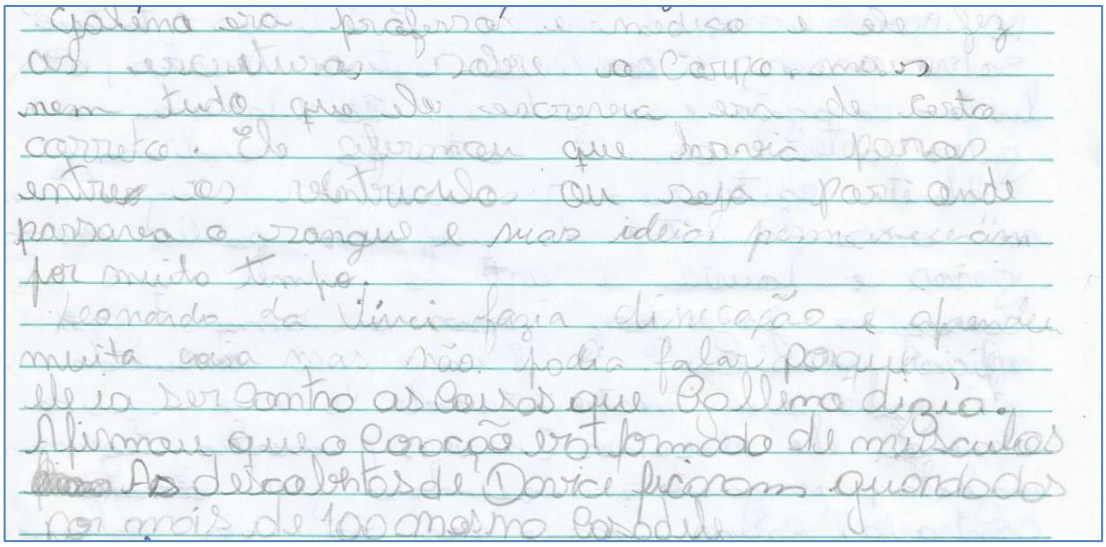


Figura 16 – Narrativa Grupo 3

Fonte: Dados da Pesquisa

Os alunos destacam a importância de Galeno na história da anatomia e do sistema cardiovascular ao afirmarem que "ele fez as escrituras sobre o corpo", porém destacam que nem tudo que ele escrevia era correto. Logo, acreditamos que tenham compreendido que um conhecimento se constrói a partir de "erros" e acertos. Como afirma MARTINS (1998), a ciência não nasce pronta, a partir de "grandes gênios". Muitas vezes o que aceitamos hoje foram propostas que surgiram com muitas falhas, de forma confusa sem possuir uma base observacional ou experimental. Através de debates

e críticas, convencimento dos pares, aos poucos, as ideias vão sendo aperfeiçoadas ou não, e isso pode transformar os conceitos inicias.

Questões culturais aparecem quando os estudantes afirmam que as ideias de Galeno permaneceram por muito tempo e também quando falam de Leonardo da Vinci, como podemos observar no trecho:

“ Leonardo Da Vinci fazia dissecação e aprende muita coisa, mas não podia falar porque ele ia ser contra as coisas que Galeno dizia.”

É percebida no trecho uma conclusão dos próprios alunos a respeito do fato de Da Vinci não ter publicado seus desenhos nos quais se baseou em dissecações. Eles entenderam que ele não queria ir contra ao que já estava escrito, apesar de ser diferente do que ele via. Ressaltamos que SINGER (1996) destaca que mesmo sem divulgar seus trabalhos, Leonardo e outros artistas anatomistas teriam criado uma atmosfera que inspiraria as representações de Vesálio. Ou seja, o movimento naturalista que Leonardo representou na arte teve profunda influência na anatomia.

Destacamos também o trecho em que se referem sobre o coração ser formado por músculos, o que é uma informação que numa “aula comum” os livros didáticos ou mesmo o professor passam para o aluno de forma direta, sem nenhum contexto.

Grupo 4

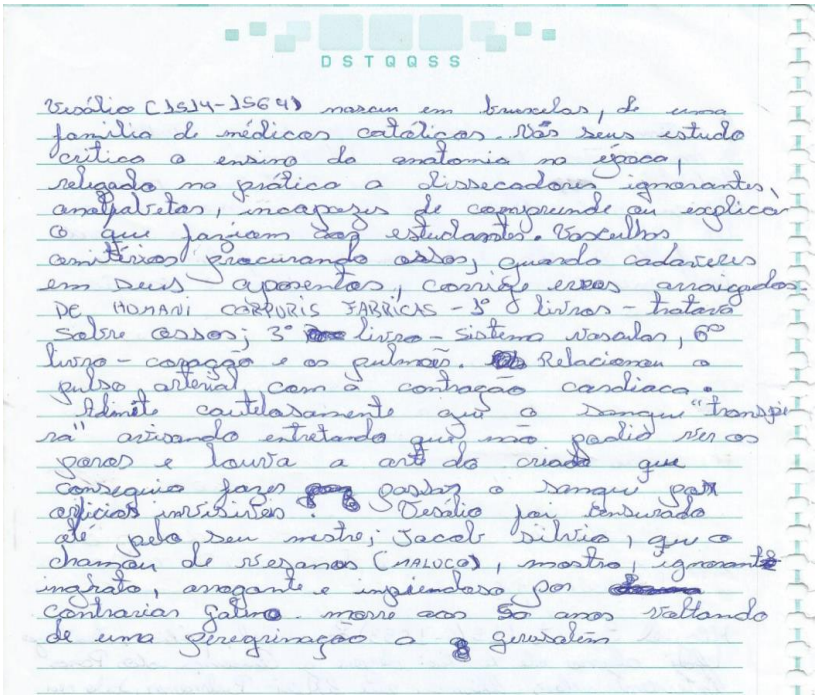


Figura 17 – Narrativa Grupo 4

Fonte: Dados da Pesquisa

O grupo 4 não conseguiu produzir o seu texto em aula. Apresentaram um texto na aula seguinte que não foi escrito com as próprias palavras do grupo. Fizeram um resumo sobre as contribuições de Vesálio ressaltando o fato de ter criticado o ensino de anatomia na época, além de que ele teria vasculhado cemitérios e guardado cadáveres em seus aposentos. São dois fatores que provavelmente chamaram a atenção dos alunos por suas características curiosas e aspectos culturais.

Grupo 5

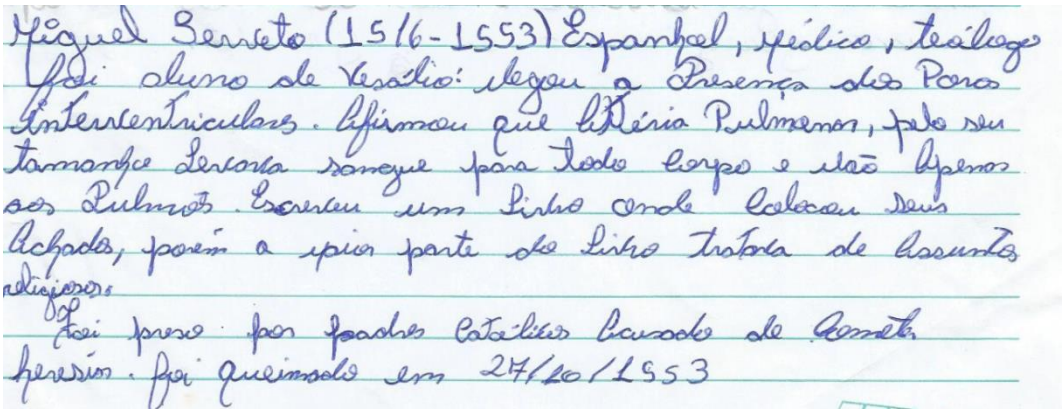


Figura 18 – Narrativa Grupo 5

Fonte: Dados da Pesquisa

Assim como o grupo 4, o grupo 5 não conseguiu realizar a atividade em sala. Não produziu o texto com suas próprias palavras, levando a atividade para casa e trazendo um resumo na aula seguinte sobre Miguel Servet, onde ressaltou as características que levaram Servet a morte ao contestar as ideias de Galeno. O mesmo grupo deveria ter apresentado uma narrativa também sobre Harvey, no entanto, não apresentou.

3.5. Produção do Filme

Para produzir o filme foi utilizada a técnica de *Stop Motion* que consiste em usar a disposição sequencial de fotografias diferentes de um mesmo objeto inanimado

simulando seu movimento. Estas fotografias são tiradas em um mesmo ponto, com o objeto sofrendo uma leve mudança de lugar, o que vai dar a ideia de movimento. É uma técnica bastante difundida no meio cinematográfico e nas últimas décadas tem sido utilizada por muitas pessoas ao redor do mundo de forma amadora.

Como o professor já havia trabalhado em outro momento com o *Stop Motion* em um projeto na escola, foi uma das sugestões para que os alunos contassem suas narrativas sobre o sistema cardiovascular. Assim, separamos duas semanas (6 aulas) para a realização da atividade. Os alunos em grupos ficaram responsáveis pela produção dos cenários e dos personagens de acordo com suas narrativas produzidas para que posteriormente formassem um único filme.

Para produzir os cenários, os alunos utilizaram cartolinas desenhando e colorindo os locais onde se passava a história. Os personagens foram criados utilizando arame para sua estrutura interna e massa de modelar para a parte externa.

Uma dificuldade encontrada foi a montagem dos bonecos. Demorou certo tempo para que os alunos conseguissem fazer a estrutura interna de arame de forma que dessem sustentação para os personagens. Outro problema foi a massa de modelar que por não apresentar boa qualidade, se deformava com facilidade ao tocar nos personagens.

Destacamos que um grupo de alunos, meninos, que sempre apresentou problemas de comportamento durante as aulas, demonstrou habilidades artísticas e boa manipulação na criação dos personagens, o que muito contribuiu para a finalização do trabalho. Interessante ressaltar que durante o trabalho os alunos pesquisaram sobre o tipo de vestimenta usado nas diferentes épocas, o uso de barba, cabelo e também pesquisaram sobre as características do ambiente onde a história se passava para a produção dos cenários. Esse momento foi muito importante para o entendimento da construção do conhecimento a respeito do sistema cardiovascular, fazendo com que os alunos associassem os diferentes contextos em que a ciência é produzida e para que pudessem perceber que o conhecimento sobre o coração não surgiu de uma hora para outra nem é mérito de algum cientista genial, mas uma construção coletiva ao longo do tempo.

Após a produção dos personagens e dos cenários, os alunos fizeram as fotografias para serem utilizadas no filme. Esta parte do trabalho foi realizada na própria

sala de aula, onde dois alunos mais habilidosos contribuíram para a montagem do filme. Finalizamos os trabalhos com a gravação dos áudios, em que os representantes de cada grupo leram suas narrativas para que fossem agregadas ao filme. Essa parte do trabalho foi realizada na biblioteca da escola, o local mais silencioso para que fosse feita a gravação. O último passo foi a edição do filme, realizada pelo próprio professor da turma.

O filme produzido pelos alunos encontra-se disponível no link: https://youtu.be/es34C22oqZk

3.6. Considerações sobre a produção das narrativas

Quando propomos a produção de narrativas pelos alunos esperávamos que os grupos apresentassem os textos com mais facilidade e que abordassem uma maior quantidade de assuntos dentro do que foi estudado durante a SEI. Não queríamos dividir os grupos por personagens e nosso objetivo era que os textos surgissem de forma mais espontânea. No entanto, presenciamos muita dificuldade por parte dos alunos em escrevê-los e percebemos a necessidade não só dos professores de Língua Portuguesa, mas também de outras disciplinas de proporcionarem atividades que estimulem a produção do texto em suas aulas. Infelizmente os estudantes estão acostumados a fazer exercícios copiando partes de textos de livros didáticos ou copiando do professor quando corrige as atividades na lousa, sendo pouco estimulados a construírem seus próprios textos.

Diante de tais dificuldades achamos melhor dividir os grupos por personagens para que algo fosse produzido. Mesmo assim, os grupos 4 e 5 não completaram a atividade, o que comprometeu de certa forma a nossa análise.

Devemos considerar que se trata de alunos do 8º ano de escolaridade, ainda imaturos e que apesar dos problemas existentes na turma, a SEI configurou-se em uma aula diferenciada, o que fez com que tivéssemos boa participação da maioria dos alunos.

3.7. Questionário Final

Por fim aplicamos um questionário para verificarmos como os alunos avaliaram a inserção da História da Ciência em nossas aulas, bem como os trabalhos desenvolvidos. Como o questionário foi aplicado na última semana de aula antes do término do ano letivo, só tivemos a participação de 20 dos 27 alunos da turma.

Quadro 12 – Questionário final: questão 01

1- Como você avalia o fato do professor usar a História da Ciência para estudarmos um conteúdo, como o sistema cardiovascular?	
Categoria	**Número de Respostas**
Ótimo	11
Bom	8
Regular	1
Ruim	0

Fonte: elaborado pelo autor

Acreditamos que os alunos compreenderam que o uso da História da Ciência ajuda a entender melhor um conteúdo, pois o mesmo aparece de uma forma mais contextualizada, mostrando como esse conhecimento foi construído ao longo do tempo. A maioria dos alunos classificou como “bom” e “ótimo” o professor utilizar a História da Ciência para estudar o sistema cardiovascular.

Quadro 13 – Questionário Final: questão 02

2- Como você avalia seu aprendizado sobre o sistema cardiovascular nas últimas aulas de Ciências?	
Categoria	**Número de respostas**
Aprendi muito	7
Aprendi o suficiente	10
Aprendi pouco	3
Não aprendi	0

Fonte: elaborado pelo autor

Por ser uma turma que apresentou problemas disciplinares, com alunos frequentemente envolvidos em situações que atrapalhavam as aulas, consideramos que o saldo de nossas aulas foi positivo. Pelo menos metade dos alunos disseram ter aprendido o que eles consideram suficiente e 7 alunos acharam que aprenderam muito. Uma das maiores dificuldades de todos os professores, discutidas nas reuniões e conselhos de classe, era a existência de um grupo de alunos que não conseguia se concentrar nas aulas, agitando toda a turma e dificultando o rendimento da mesma. Percebemos que durante nossas aulas e na produção do filme esse mesmo grupo participou e demonstrou habilidades que contribuíram para o resultado final.

Quadro 14 – Questionário Final: questão 03

Continua

3- Que assunto estudado em nossas aulas sobre o sistema cardiovascular você achou mais interessante?		
Categoria	**Número de respostas**	**Exemplos de respostas**
Fisiologia/morfologia do coração	5	*"Que o coração tem quatro cavidades."* *"Vasos sanguíneos."* *"O coração e suas artérias."*
Circulação sanguínea	5	*" O bombeamento do sangue."* *"A circulação do sangue."* *"Aprendemos a função do coração e eu achei esse assunto muito interessante."* *"O funcionamento do coração, como é bombeado o sangue, por onde ele passa."*
Aspectos histórico-culturais	4	*"Sobre a dissecação que eles abriram corpos para comprovar o que estava escrito no livro."*

		“Sobre a vida de Leonardo da Vinci.” *“Quando se fala que Leonardo da Vinci descobre que o coração é formado por músculos.”*
Não Responderam/ Respostas sem sentido	6	*“Sim. Porque aprendi várias coisas importantes.”* *“ Todas.”*

Fonte: elaborado pelo autor

Compreendemos que os alunos assimilaram boa parte das informações. Demostraram conhecimentos a respeito da fisiologia/morfologia do coração, compreendendo a existência das quatro cavidades e dos vasos sanguíneos, assim como das artérias. Alguns alunos destacam a compreensão da circulação sanguínea, a função e o funcionamento do coração. É percebida aqui uma mudança em relação aos conhecimentos relatados no questionário de sondagem, onde os estudantes não demonstravam os conhecimentos acima descritos. Identificamos aspectos histórico-culturais nas falas dos estudantes ao mencionarem as dissecações e sobre a vida de Leonardo da Vinci.

Quadro 15 – Questionário Final: questão 04

Continua

4- A quem você atribui o entendimento da circulação sanguínea?		
Categoria	**Número de respostas**	**Exemplos de respostas**
Único personagem	8	*“Leonardo da Vinci.”* *“Galeno.”*
Vários personagens	4	*“ Todos contribuíram para a descoberta, porque Willian Harvey se baseou em todos os outros.”*

		“ Várias pessoas, porque não foi só uma pessoa que ajudou a descobrir como o sangue circula.” *“Eu acho que foram várias pessoas.”*
Não responderam/Não sabem	8	

Fonte: elaborado pelo autor

Apesar de mencionarmos várias vezes e mostrarmos através da história da construção do conhecimento sobre o sistema cardiovascular que diversos personagens contribuíram para o entendimento da circulação sanguínea, é muito forte a concepção dos alunos de que apenas um cientista é o responsável por determinado conhecimento. Acreditamos que tal concepção se faz tão forte devido a forma que o ensino de ciências tem sido praticado nas escolas, apresentando um conhecimento pronto, exaltando gênios e descartando o contexto cultural em que a ciência está inserida. Apesar desse fato, observamos as respostas de quatro alunos que demonstram justamente o contrário. Através de suas respostas, mostram que o conhecimento científico se faz com a contribuição de diversos personagens.

Quadro 16 – Questionário Final: questão 05

Continua

5-Você acha que questões culturais, religiosas, políticas podem influenciar na produção do conhecimento científico? Tente explicar.		
Categoria	**Número de respostas**	**Exemplos de respostas**
Sim.	14	*“Sim. Cada pessoa tem um pensamento e mesmo tudo ter sido estudado, algumas pessoas tem o pensamento diferente ou não acredita no que foi dito pela ciência por*

		conta da religião." *"Sim, porque algumas pessoas podem falar que não foi a ciência, mas possa ter sido Deus."* *"Sim, porque são várias formas de agir."* *"Sim. Porque às vezes as pessoas que descobrem algo novo e vai tentar falar que estar errado pode morrer e religiões podem ser contra."* *"Sim, porque dá mais aprendizado."* *"Sim. Porque tem coisas importantes que também contribuem para ciência."*
Não	4	*"Eu acho que política, cultura, religião não ia influenciar na produção do conhecimento científico."* *"Não. Cada um tem a sua religião, ou seja, cada um pensa de certa forma diferente."*
Não sei	1	
Não respondeu	1	

Fonte: elaborado pelo autor

Observamos que um grupo maior, com 14 alunos, compreendeu que de alguma forma a produção do conhecimento científico pode ser influenciada por fatores culturais, políticos, religiosos. Nos exemplos de respostas podemos perceber uma associação maior com aspectos religiosos, afirmando que por conta da religião, as pessoas podem ser contra determinado conhecimento científico. É provável que no decorrer de nossas aulas essa associação tenha ficado mais marcada para os alunos à medida que demos exemplos como o de Miguel Servet, que foi morto na fogueira acusado de cometer heresias. Ainda notamos na fala de alguns alunos, a percepção de que diversos fatores contribuem para o desenvolvimento da ciência. Vejamos os exemplos:

"Sim, porque são várias formas de agir."

"Sim. Porque tem coisas importantes que também contribuem para ciência.

Apesar de não citar quais coisas, parecem entender que o conhecimento científico não se constrói de forma isolada. Outro aluno faz uma observação interessante, ligando esses aspectos (culturais, religiosos, políticos) com mais aprendizado:

"Sim, porque dá mais aprendizado."

Um grupo menor de 4 alunos acredita que esses fatores não interferem na produção do conhecimento científico. No primeiro exemplo de resposta que destacamos o aluno apenas disse não acreditar, sem dar alguma justificativa:

"Eu acho que política, cultura, religião não ia influenciar na produção do conhecimento científico."

No segundo exemplo, apesar do aluno afirmar que não, a justificativa não parece muito coerente:

"Não. Cada um tem a sua religião, ou seja, cada um pensa de certa forma diferente."

Ressaltamos as dificuldades que os alunos possuem em sintetizar suas respostas e por se tratar de uma turma com pouco hábito de leitura, comportamento inadequado e falta de interesse no estudo, essas dificuldades se potencializam.

Quadro 17 – Questionário Final: questão 06

6- Ao utilizarmos a técnica de "stop motion" para contar a história do sistema cardiovascular, você acha que seu aprendizado:	
Categoria	**Número de respostas**
Foi melhor	9
Foi bom	5
Foi regular	6
Não houve aprendizado	0

Fonte: elaborado pelo autor

Sobre o uso da técnica de "*stop motion*" para contar a história do sistema cardiovascular, percebemos que na opinião dos alunos a aprendizagem foi mais efetiva. Acreditamos que o momento de criação dos bonecos com massa de modelar, assim como a criação do filme, tenham proporcionado uma aprendizagem de forma mais lúdica e prazerosa para os estudantes. Durante a atividade, os alunos pesquisaram sobre os personagens, suas características como: vestimentas, cabelo, barba, tamanho etc. Também pesquisaram sobre os ambientes em que os fatos ocorreram. Esses fatores por certo contribuíram para que os mesmos entendessem melhor o contexto em que o conhecimento sobre o coração e o corpo humano foi construído.

Quadro 18 – Questionário Final: questão 07

Continua

7 -O que você achou de usar a técnica de "stop motion" em sala de aula?		
Categoria	**Número de respostas**	**Exemplos de respostas**
Gostaram	18	*" Foi legal, pois nunca*

		tínhamos usado e é uma forma nova de aprender a matéria." *" Foi muito bom porque eu aprendi um pouco mais."* *"Foi bom, porque foi uma coisa diferente."* *"Gostei muito. Achei diferente, pois nenhum outro professor tinha feito antes. Eu acho que deveria ser feito mais vezes."*
Não gostaram	2	*"Não gostei, pois não sei fazer."* *"Eu achei regular."*

Fonte: elaborado pelo autor

Grande parte da turma aprovou a atividade como forma de viabilizar a aprendizagem. Afirmaram ter gostado por se tratar de uma forma diferenciada de estudar a matéria. Alguns alunos disseram que esse tipo de atividade deveria ser feita mais vezes, como podemos observar nos exemplos de respostas.

Considerações Finais

A abordagem da História da Ciência no ensino de ciências configura-se de extrema importância por criar possibilidades para que o aluno entenda como o saber científico se constrói influenciado pelos mais diversos fatores que afetam uma sociedade. Lamentamos o fato dessa inserção ainda ser muito tímida principalmente nos anos finais do Ensino Fundamental, uma vez que são poucas as pesquisas nesse sentido, além dos livros didáticos e dos currículos não abordarem o contexto histórico em que os conhecimentos se constroem.

As Narrativas Históricas constituem-se em boas ferramentas pedagógicas possibilitando uma abordagem da História da Ciência e favorecendo um ensino mais contextualizado. Quando produzidas pelo professor, fazem-se necessários alguns cuidados na transposição dos conteúdos históricos para uma linguagem didática como, por exemplo, observar a faixa etária dos alunos e os níveis de ensino, além de cuidados com o texto para evitar as pseudo-histórias.

Através das Narrativas Históricas produzidas pelos alunos foi possível identificarmos aspectos histórico-filosóficos e culturais que foram assimilados durante as aulas e assim respondermos a nossa pergunta de pesquisa: Que aspectos histórico-filosóficos e culturais surgem a partir de narrativas produzidas por alunos do 8º ano após sequência de ensino investigativa com a abordagem histórica do sistema cardiovascular? Percebemos a compreensão por parte dos alunos de que o conhecimento científico é construído por “outros” personagens além dos considerados famosos cientistas. Os estudantes também destacaram o contexto cultural em que viviam personagens como Galeno, Leonardo Da Vinci, Miguel Servet, Vesálio, Harvey e suas limitações diante do momento histórico em que estavam inseridos. Identificamos a percepção de uma ciência colaborativa, com diferentes personagens contribuindo ao longo do tempo para o estabelecimento de determinado conhecimento, como o da circulação por exemplo. Ao citarem os “erros” de Galeno demonstram uma ciência mais humanizada, passível de erros e acertos em seu processo de construção.

Ao responderem o questionário final identificamos na fala de alguns alunos a compreensão de aspectos tanto relacionados ao conteúdo como a função da circulação, morfologia e fisiologia do coração, quanto aspectos característicos da construção do

conhecimento científico após citarem, por exemplo, as dissecações e a maioria afirmar que questões culturais, religiosas, políticas podem influenciar na produção do conhecimento científico.

Encontramos alguns problemas como a dificuldade na produção textual dos alunos, na confecção dos personagens, além de questões disciplinares. No entanto, compreendemos que por se tratar de uma aula com uma abordagem diferenciada daquela que os estudantes estão acostumados, tais dificuldades fazem parte do processo em que se buscam caminhos para proporcionar a aprendizagem. Assim, como nosso trabalho se configura em uma pesquisa-ação, onde planejamos uma melhoria da prática através da implementação de ideias elaboradas e descrevemos seus efeitos para que possamos assim avaliar o processo, a pesquisa nos faz refletir sobre a prática no sentido de buscarmos a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de forma contínua.

Mediante os resultados das atividades, as participações dos alunos e as respostas no questionário final, podemos afirmar que o saldo foi bastante positivo. O momento de produção do filme, por seu aspecto lúdico, trouxe motivação e empolgação por parte dos estudantes, reforçando os conceitos trabalhados durante toda a SEI.

É necessário levar em consideração que os trabalhos com os alunos duraram um trimestre. Aulas com abordagens históricas levam mais tempo para serem preparadas e também aplicadas. Assim, é preciso ter certo cuidado quando a escola exige o cumprimento rigoroso de todos os conteúdos do currículo. Por mais que consideremos a importância de uma aprendizagem *sobre* ciência é interessante adequar os conteúdos históricos para abordar diferentes componentes curriculares. Por exemplo, a partir da história do sistema cardiovascular podem-se abordar outros temas como: o sangue, sistema respiratório, sistema imunológico. Deixamos essa observação para que se pense em pesquisas futuras.

Referências Bibliográficas

ALLCHIN, D.: Pseudohistory and Pseudoscience. **Science & Education**, 13, p.179–195, 2004.

ALVIM M. H.; ZANOTELLO M. História das ciências e educação científica em uma perspectiva discursiva: contribuições para formação cidadã e reflexiva. **Revista Brasileira de História da Ciência**, Rio de Janeiro, v. 7, n. 2, p. 349-359, 2014.

ANDRADE, C. H. V.: História ilustrada da medicina ocidental na Antiguidade. Ed. Baraúna, São Paulo, 2017. **Aplicação no Ensino**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, p. 3-21.

BARROS, C.; PAULINO, W.: Ciências: O Corpo Humano. Ed. Ática, 6ª ed., São Paulo, 2016.

BATISTA, R. F. M.; SILVA, C. C.: A abordagem histórico-investigativa no ensino de Ciências. **Estud. av**. vol.32 no.94, São Paulo, 2018.

BESTETTI, R. B.; RESTINI, C. B. A.; COUTO, L. B.: Evolução do conhecimento anatomofisiológico do sistema cardiovascular: dos Egípcios a Harvey, **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, 2014.

BORNHEIM, G. A.: Os Filósofos Pré-Socráticos. Editora Cultrix, São Paulo, 2005.

BRAGA, M.; GUERRA, A.; REIS, J. C. A física experimental numa perspectiva histórico-filosófica. In: LUIZ O. Q. PEDUZZI, A. F. P. M. J. M. H. F. Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. Natal: EDUFRN, 2012. p. 211-227. ISBN 978-85-7273-885-9.

CARVALHO, A. M. P.: O ensino de ciências e a proposição de sequências de ensino investigativas. **Ensino de Ciências por Investigação**. Cengage Learning, São Paulo, 2013, p.1-20.

DELIZOICOV, N. C.; CARNEIRO, M. H. S.; DELIZOICOV, D.: O movimento do sangue no corpo humano: do contexto da produção do conhecimento para o do seu ensino. **Ciência & Educação**, v. 10, n. 3, p. 443-460, 2004.

DRUMMOND, J. M. H. F.; NICÁCIO, J. D. S.; SKEETE, A. W; SILVA, M. M.; CÂMARA, A. T. A.; BEZERRA, F. V.: Narrativas históricas: gravidade, sistemas de mundo e natureza da ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 1, p. 99-141, abr. 2015.

ESPERT, A. N.: Aproximación a la historia de las autopsias Ii.- edad media. **The Electronic Journal of Autopsy**, 2004, 9-15. Disponível em: http://rea.uninet.edu/index.php/ejautopsy/article/view/7, acesso em 25/07/2019.

FARNDON, J.: A História da Ciência por Seus Grandes Nomes. Ed. Duetto Editorial, Volume 3, 128p., 2015.

FORATO, T. C. M. A Natureza da Ciência como Saber Escolar: um estudo de caso a partir da história da luz. 2009. Tese (Doutorado) – FEUSP, São Paulo.

FORATO, T. C. M.; PIETROCOLA, M.; MARTINS, R. A.: Historiografia e a natureza da Ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 28, n. 1: p. 27-59, abr. 2011.

GOTTSCHALL, C. A. M.: O sopro da alma e a bomba da vida (3000 anos de ideias sobre respiração e circulação). Ed. AGE, Porto Alegre, 2000.

GOTTSCHALL, C. A. M.: Medicina Hipocrática: Antes, durante e depois. Editora Stampa, Porto Alegre, 2007.

HAAG, C. Entre a cátedra e o ateliê: Desenhos de anatomia de Leonardo da Vinci, desconhecidos por séculos, revelam tentativa de unir arte e ciência, **PESQUISA FAPESP** 198. Agosto, 2012.

HERRINE, S. K.: Hipertensão Portal. Manual MSD Versão Saúde para a Família, 2019. Disponível em https://www.msdmanuals.com/pt-br. Acesso em agosto, 2019.

HÖTTECKE, D.; SILVA, C. C. Why implementing history and philosophy in school science education is a challenge: an analysis of obstacles. **Science & Education**, n. 20, p. 293-316, 2011.

KICKHÖFEL, E. H. P.: A lição de anatomia de Andreas Vesalius e a ciência moderna. **Scientiae Studi**, Vol. 1, nº3, 2003, p.389-404.

MACHADO, J. C. E.: Os conhecimentos prévios dos alunos no ensino de geografia: apontamentos para a organização das aulas. **Revista Brasileira de Educação em Geografia**, Campinas, v. 5, n. 10, p. 114-125, jul./dez., 2015.

MARTINS, L. A. P.: A História da Ciência e o Ensino de Biologia. **Jornal Semestral do gepCE**. Unicamp, nº5, dezembro, 1998.

MARTINS, R. de A. Introdução: a história da ciência e seus usos na educação. In: MASIERO, L. M.: Escola Medica Salernitana, procedimentos cirúrgicos estéticos e trotula de ruggiero: um trabalho de campo em Salerno (Itália), TRIM, 11 (2016), pp. 27-44.

MORAES, R.: Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**, v. 9, n. 2, p. 191-211, 2003.

MOURA, C.; GUERRA, A.: História Cultural da Ciência: Um Caminho Possível para a Discussão sobre as Práticas Científicas no Ensino de Ciências? **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências.** V. 16. n. 3. pp. 725–748, dezembro 2016.

OLIVEIRA, R. A. de; SILVA, A. P. B. da: História da Ciência e ensino de física: uma análise meta-historiográfica. In: LUIZ O. Q. PEDUZZI, A. F. P. M. J. M. H. F. **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.p.41-64. ISBN 978-85-7273-885-9.

PORTO, C. C.; RASSI, S.; REZENDE, J. M.; JARDIM, P. C. B.V.: O sistema circulatório de Galeno a Rigatto. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, São Paulo, v. 56, n. 1, p. 43-50, 1991.

PRATES, P.: A Origem do Barbeiro-Cirurgião. **Revista Associação de Medicina**, Rio Grande do Sul, 1998; 42:172-174.

PRATES, Paulo R.: Símbolo do coração. História, Ciências, Saúde – **Manguinhos**, v. 12, n. 3, p. 1025-31, set.-dez. 2005

PRESTES, A. E. B.; CALDEIRA A. M. A.: Introdução. A importância da história da ciência na educação científica. Filosofia e História da Biologia, v. 4, p. 1-16, 2009.

REBOLLO, R. A. : A Escola Médica de Pádua: medicina e filosofia no período moderno. Hist. cienc. saude-Manguinhos vol.17 no.2 Rio de Janeiro, 2010.

RIBEIRO, R. M. L.; MARTINS, I: O Potencial das narrativas como recurso para o ensino de Ciências: uma análise em livros didáticos de Física. **Ciência & Educação**, v. 13, n. 3, p. 293-309, 2007.

RIBEIRO, S. C. I.; VELLOSO, V. P.; MOREIRA, M. C. do A.: História e Filosofia da Ciência em Evento de Ensino de Ciências. Rev. HISTEDBR On-line, Campinas, v.18, n.4 [78], p.1150-1171, out./dez. 2018

SANTOS, A. C; CANEVER, C. F.; GIASSI, M. G.; FROTA, P. R. O.: A importância do ensino de ciências na percepção de alunos de escolas da rede pública municipal de Criciúma-SC. Revista Univap, São José dos Campos-SP, v. 17, n. 30, dez. 2011.

SCHIFFER, H..: Narrativas Históricas: Discutindo a Natureza da Ciência através de uma abordagem histórico-filosófica. Dissertação de Mestrado. Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca, CEFET/RJ, Rio de Janeiro, 2012.

SILVA, R. F. R.; SILVA, V. H. S.; YANO, V. T.: As narrativas presentes na História da Ciência: os limites entre o lúdico e o real no Ensino de Física. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – XI ENPEC Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, SC –3 a 6 de julho de 2017.

SINGER, C. Uma breve história da anatomia e fisiologia desde os gregos até Harvey. Campinas: Ed. da Unicamp, 1996.

STERN, I.: Ciências no século XXI. Ed. Saraiva, 8ºano, 2ª ed., São Paulo, 2012.

TALAMONI, A. C. B.: Anatomia, ensino e entretenimento. In: Os nervos e os ossos do ofício: uma análise etnológica da aula de Anatomia. São Paulo: Editora UNESP, 2014, pp. 23-37.

TEIXEIRA, E. S.; GRECA, I. M.; FREIRE J. O: Uma revisão sistemática das pesquisas publicadas no Brasil sobre o uso didático de história e filosofia da ciência no ensino de física. In: LUIZ O. Q. PEDUZZI, A. F. P. M. J. M. H. F. Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino. Natal: EDUFRN, 2012.p.9-40. ISBN 978-85-7273-885-9.

TRIPP, D.: Pesquisa-ação: uma introdução metodológica. **Educação e Pesquisa**, São Paulo, v. 31, n. 3, p. 443-466, set./dez. 2005.

USBERCO, J.; MARTINS, J. M.; SCHECHTMANN, E; FERRER, L. C.; VELLOSO, H. M.: Companhia das Ciências. Ed. Saraiva, 8ºano, 4ª ed., São Paulo, 2015. v. 12, n. 3, p. 1025-31, set.-dez. 2005.

Apêndice A: Questionário de Sondagem

Caro aluno(a), estamos iniciando as nossas aulas sobre o Sistema Cardiovascular. Como ponto de partida iremos responder algumas questões que vão auxiliar o andamento das nossas próximas aulas!

Aluno(a):
_____

1) Qual a principal função do coração?
_____
_____
_____

2) Para onde vai o sangue que passa pelo coração?
_____
_____
_____

3) Por que temos dois tipos de sangue: um escuro e outro mais claro?
_____
_____
_____

4) Quantas cavidades existem no coração?
_____
_____

5) O coração é o órgão mais importante do corpo? Por quê?
_____
_____
_____
_____

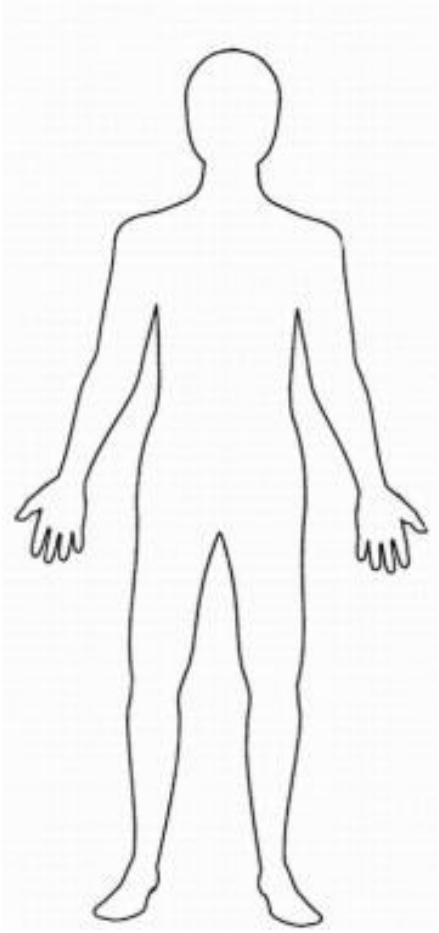
6) O coração é a sede da vida, da inteligência, dos sentimentos, das emoções?
_____
_____
_____

7) O que é dissecação? Qual a importância da dissecação no conhecimento científico?
_____
_____

8) De que forma o conhecimento sobre o funcionamento do coração chega até nós? Quem são as pessoas que produzem essa informação?

_____
_____
_____

9) Na imagem abaixo faça um desenho do coração.



Apêndice B: Questionário final

Durante o último trimestre estudamos o sistema cardiovascular de uma forma diferenciada. Para aprendermos como funciona o coração vimos como o conhecimento foi construído desde a Antiguidade até nossos dias.

1) Como você avalia o fato do professor usar a História da Ciência para estudarmos um conteúdo, como o sistema cardiovascular?

   (A) Ótimo (B)Bom (C) Regular (D) Ruim

2) Como você avalia seu aprendizado sobre o sistema cardiovascular nas últimas aulas de Ciências?

   (A) Aprendi muito (B) Aprendi o suficiente (C) Aprendi pouco (D) Não aprendi

3) Que assunto estudado em nossas aulas sobre o sistema cardiovascular você achou mais interessante?

   _____
   _____
   _____

4) A quem você atribui a "descoberta" da circulação sanguínea?

   _____
   _____
   _____

5) Você acha que questões culturais, religiosas, políticas podem influenciar na produção do conhecimento científico? Tente explicar.

   _____
   _____
   _____

6) Ao utilizar a técnica de "stop motion" para contar a história do sistema cardiovascular, você acha que seu aprendizado:

   (A) foi melhor (B) foi bom (C) foi regular (D) não houve aprendizado

7) O que você achou de usar o "stop motion" em sala de aula?

   _____
   _____
   _____

8) Observações:

   _____
   _____
   _____
   _____
   _____