



GABRIEL HENRIQUE GERALDO CHAVES MORAIS

**NATUREZA DA CIÊNCIA, GALILEU E O ENSINO DA
REVOLUÇÃO COPERNICANA**

**LAVRAS – MG
2022**

GABRIEL HENRIQUE GERALDO CHAVES MORAIS

**NATUREZA DA CIÊNCIA, GALILEU E O ENSINO DA REVOLUÇÃO
COPERNICANA**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação
do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e
Educação Matemática para a obtenção do título de mestre.

Prof. Dr. Alexandre Bagdonas Henrique
Orientador

**LAVRAS – MG
2022**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Morais, Gabriel Henrique Geraldo Chaves.
Natureza da ciência, Galileu e o Ensino da Revolução
Copernicana / Gabriel Henrique Geraldo Chaves Moraes. - 2022.
96 p.

Orientador(a): Alexandre Bagdonas.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Federal de
Lavras, 2022.

Bibliografia.

1. História e filosofia da ciência. 2. Natureza da ciência. 3.
Ensino de Física. I. Bagdonas, Alexandre. II. Título.

GABRIEL HENRIQUE GERALDO CHAVES MORAIS

**NATUREZA DA CIÊNCIA, GALILEU E O ENSINO DA REVOLUÇÃO
COPERNICANA**

**NATURE OF SCIENCE, GALILEO AND THE TEACHING OF THE COPERNICAN
REVOLUTION**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras,
como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação
do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Educação
Matemática para a obtenção do título de mestre.

APROVADA em 16 de dezembro de 2022.

Dr. Alexandre Bagonas Henrique – UFLA

Dr. Fabio Marineli – UFLA

Dr. Evandro Fortes Rozentalsky – UNIFEI

Prof. Dr. Alexandre Bagdonas Henrique

Orientador

LAVRAS-MG

2022

DEDICATÓRIA

Além de todos que estiveram sempre do meu lado, este trabalho é dedicado a todos que ainda não foram tocados pelo poder de transformação da educação.

AGRADECIMENTOS

Início esta carta de agradecimento com lembranças acadêmicas: agradeço ao professor e orientador Dr. Alexandre Bagdonas, por toda paciência e dedicação durante a orientação e realização desta pesquisa. Gostaria também de agradecer ao grupo de estudos sobre sociedade, tecnologia, história da ciência e educação ambiental “GESTHA” da UFLA pelos debates envolvendo temas do ensino de ciências. Obrigado, Alexandre Dantas, Phelipe, Fernando, Samantha, Johnnie, entre outros. Agradeço também o grupo de pesquisa em astronomia Sputnik, alguns materiais e estudos criados por lá (como o debate geocentrismo x heliocentrismo), nos inspiraram em algumas reflexões e atividades. Por fim, aos membros da banca de qualificação Fábio Marineli e Evandro Rozentalski pelas valiosas contribuições.

Agradeço também, de forma especial, ao Professor Dr. Mário Luiz Viana Alvarenga, o primeiro professor que me fez sentir um gosto especial pela Física e que indiretamente serviu como um exemplo a ser seguido em minha carreira docente.

Agradeço agora a todos aqueles da minha família e amigos que acreditaram em mim e agora podem ver de perto a formação de um mestre em ensino de ciências e educação matemática.

“Lavar as mãos do conflito entre os poderosos e os impotentes significa ficar do lado dos poderosos, não ser neutro. *O educador tem o dever de não ser neutro.*”

(Paulo Freire)

RESUMO

Diversas pesquisas em ensino de ciências evidenciam a relevância do papel desempenhado pela HFC no ensino e aprendizagem. Buscando melhorar a compreensão do desenvolvimento científico e propor discussões sobre conceitos astronômicos, este trabalho apresenta reflexões a respeito da Natureza da Ciência (NdC). Estudamos o período da revolução copernicana e a obra de Galileu Galilei, selecionamos e construímos textos com potencial pedagógico para a construção de uma sequência didática para aulas de Ciências para o nono ano do ensino fundamental II. Nestas atividades, discutimos sobre aspectos da história da revolução copernicana e aspectos culturais, políticos e econômicos da época, promovemos debates sobre os modelos geocêntrico e heliocêntrico. Posteriormente, discutimos textos que apresentam o personagem Galileu sob duas perspectivas: de um lado um herói perseguido pela igreja e por outro lado um cientista com artimanhas de convencimento de suas ideias. Durante a intervenção pedagógica, realizada na Cooperativa de Ensino de Bambuí, coletamos os dados através de questionários semiestruturados e gravação dos encontros online. Buscamos com estes dados analisar e problematizar percepções dos alunos sobre NdC. Categorizamos estas respostas sob a luz de concepções filosóficas como o relativismo ingênuo, o posicionamento empírico-indutivista, o racionalismo e o realismo. Nos dados colhidos observamos indícios de concepções de senso comum sobre o desenvolvimento científico, como por exemplo, a crença em um método científico rígido e infalível, interpretado como uma prova e representado idealmente como um algoritmo, a noção de cientistas serem gênios isolados da sociedade e a percepção das teorias científicas se desenvolverem por meio da razão pura, ou por dedução a partir de princípios que são conhecidos *a priori*. Concluimos que esta intervenção pedagógica funciona como problematizadora destas concepções do senso comum e auxilia na compreensão da história podendo proporcionar uma visão e um entendimento mais adequado do mundo à sua volta. Ressaltamos também que construir um material como este, apesar de trabalhoso, é fundamental para uma formação mais ampla e contemporânea do professor.

Palavras Chave: História e Filosofia da Ciência. Natureza da Ciência. Ensino de Astronomia. Ensino de Física. Revolução Copernicana.

ABSTRACT

Several research studies in science teaching have highlighted the relevance of the role played by HPS in science teaching and learning. Seeking to improve the understanding of scientific development and to propose discussions about astronomical concepts, this paper presents reflections about the "nature of science" (NoS). We studied the period of the Copernican revolution and the work of Galileo Galilei, selected and constructed texts with pedagogical potential for the construction of a didactic sequence for Physics and Astronomy classes for ninth grade of elementary school. In these activities, we discussed cultural, political and economic aspects of the time, and promoted debates about the geocentric and heliocentric models, alongside with discussions about the history of the Copernican revolution. Later on, we discussed texts that present the character of Galileo from two perspectives: on one side a hero persecuted by the church, and on the other side a scientist with tricks to sell his ideas. During the pedagogical intervention carried out in the Cooperativa de Ensino de Bambuí, we collected data through semi-structured questionnaires and online meetings recordings. With these data we sought to analyze and problematize students' perceptions about NoS. We categorized these answers under the light of philosophical conceptions such as naive relativism, empiricist-inductivist positioning, rationalism, and realism. We observed in the collected data signs of common-sense conceptions about scientific development, such as the belief in a rigid and infallible scientific method, interpreted as proof and ideally represented as an algorithm, the notion of scientists being geniuses isolated from society, and the perception of scientific theories developing through pure reason, or by deduction from principles that are known a priori. During the activities, we problematized these conceptions through debates, reading and discussion of the texts. Finally, we conclude that this pedagogical intervention works as a problematizer of these common-sense conceptions and aids in the understanding of history by providing a more adequate vision and understanding of the world around us. We also highlight that building a material such as this, although laborious, is fundamental for a broader and more contemporary teacher shaping.

Keywords: History and philosophy of science (HPS). Nature of Science. Astronomy Teaching. Physics Teaching. Copernican Revolution.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 — As observações de Galileu sobre as luas de Júpiter	76
Figura 2 — As observações de Galileu sobre as luas de Júpiter	76
Figura 3 — As observações de Galileu sobre as luas de Júpiter.....	77
Figura 4 — Explicação heliocêntrica de por que Vênus e Mercúrio estão sempre próximos ao Sol.....	78
Figura 5 — Manchas solares, desenhadas por Galileu Galilei	79
Figura 6 — Argumento da torre	81

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 — Concepções filosóficas sobre o desenvolvimento científico	26
Quadro 2 — As atividades e seus objetivos específicos	33
Quadro 3 — Relação entre os REOS, suas durações, mês de intervenção e aulas previstas na sequência didática	35
Quadro 4 — Classificação das respostas da pergunta 1	37
Quadro 5 — Classificação das respostas da pergunta 2	40
Quadro 6 — Classificação das respostas da pergunta 3.....	43
Quadro 7 — Classificação das respostas da pergunta 1	48
Quadro 8 — Respostas dos alunos ao formulário 1	60
Quadro 9 — Respostas dos alunos ao formulário 2	68

LISTA DE SIGLAS

- ABP** Aprendizagem baseada em projetos
- BNCC** Base Nacional Comum Curricular
- CTSA** Ciência, tecnologia, sociedade e ambiente
- HFC** História e Filosofia da Ciência
- NdC** Natureza da Ciência
- TCLE** Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

SUMÁRIO

1	UMA BREVE APRESENTAÇÃO	11
2	INTRODUÇÃO	12
3	HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS	16
3.1	Revolução copernicana: uma mudança de paradigma	18
3.1.2	O ensino da revolução copernicana	21
4	NATUREZA DA CIÊNCIA	23
4.1	As visões deformadas sobre natureza da ciência	23
5	METODOLOGIA DE PESQUISA.....	27
6	UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE A REVOLUÇÃO COPERNICANA.....	30
6.1	Uma sequência didática sobre a revolução copernicana: Apresentando a intervenção pedagógica	31
7	UMA SEQUENCIA DIDÁTICA SOBRE A REVOLUÇÃO COPERNICANA: RESULTADOS E DISCUSSÕES	34
7.1	ATIVIDADE 1 - Aulas 1 e 2 da sequência didática – Um debate sobre os modelos planetários	35
7.2	ATIVIDADE 3 - Visões de natureza da ciência a partir de estudos sobre Galileu ..	44
7.3	Conclusões e algumas considerações	51
8	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	53
	REFERÊNCIAS	55
	APÊNDICES.....	61
	ANEXOS.....	77

1 UMA BREVE APRESENTAÇÃO

A motivação para este projeto de pesquisa se deu durante a minha graduação em licenciatura em física, mais precisamente na disciplina de eletromagnetismo. Na ocasião foi proposto que encontrássemos uma forma diferente de contar um pouco da história da luz, abordando a obra de diversos pensadores/cientistas, fazendo um caminho desde pensadores na Grécia Antiga até as equações de Maxwell.

A alternativa usada para tal tarefa foi a construção de uma peça teatral denominada “Na velocidade da luz”. Nela, um jovem enfrentava um dilema pessoal e em busca da conquista de uma garota nerd, e para isso passava a estudar a definição do conceito de luz com base em estudos de história da ciência. Durante a confecção do texto da peça notamos que construir e utilizar textos históricos com cunho científico poderia ser uma excelente proposta de intervenção pedagógica. Entretanto encontramos diversas dificuldades. No início imaginamos a escrita da peça como uma linha do tempo e apresentamos uma data associada a um marco importante sem o aprofundamento histórico necessário, apresentando erroneamente a história da ciência resumida a homens e datas. Notamos que o texto não agradava e percebemos que a utilização de história da ciência necessitava de mais tempo e estudo específico.

Entretanto, apesar das dificuldades observamos que a utilização da história da ciência parecia ser uma boa possibilidade de pesquisa e também útil para suprir algumas necessidades do ensino de física, afastando-a do seu modelo tradicional, além de proporcionar divulgação científica e reflexões sobre o ato de fazer ciência. A empolgação durante a confecção e estudo desta peça teatral despertou em mim o desejo de aprofundar neste campo de pesquisa e posteriormente buscar uma pós-graduação na área.

A seguir, na introdução abordamos os conceitos principais presentes neste trabalho. Aprofundamos sobre o uso da história e filosofia da ciência e também discutimos sobre o conceito de natureza da ciência, ambos sob uma perspectiva pedagógica.

2 INTRODUÇÃO

Ensinar física é uma tarefa que exige um cuidado e uma atenção especial. Muitas vezes as aulas de ciências, especificamente de física, tornam-se um emaranhado de conceitos, equações e fórmulas a serem memorizadas que fazem pouco sentido para os estudantes. Assim, todo processo complexo de construção científica e toda discussão histórica se reduz a uma simples exposição de conclusões de cientistas em seus momentos de “glória”, traduzidos em uma fórmula, uma equação ou em um enunciado do tipo “alguém descobriu tal conceito em tal ano”. Esta premissa engessa o processo de ensino e aprendizagem em ciências ao que Paulo Freire chamou de educação bancária, isso se deve à semelhança das transações financeiras. O professor realiza sucessivos depósitos de conhecimento nos alunos com a intenção de acúmulo de capital e, de uma forma absolutamente passiva, o aluno recebe e dia após dia memoriza para que o professor saque na hora da avaliação:

Em lugar de comunicar-se, o educador faz “comunicados” e depósitos que os educandos, meras incidências, recebem pacientemente, memorizam e repetem. Eis aí a concepção “bancária” da educação, em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los. Margem para serem colecionadores ou fichadores das coisas que arquivam. No fundo, porém, os 2410 grandes arquivados são os homens, nesta (na melhor das hipóteses) equivocada concepção “bancária” da educação. Arquivados, porque, fora da busca, fora da práxis, os homens não podem ser. Educador e educandos se arquivam na medida em que, nesta distorcida visão da educação, não há criatividade, não há transformação, não há saber (FREIRE, 1987, p. 33).

Esta prática dificulta a “compreensão das ciências como construções humanas, entendendo que elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade” (BRASIL, 2000b, p.12).

Frequentemente encontramos críticas a métodos de ensino que se preocupam apenas em mostrar conceitos aos alunos e cobrar sua memorização, entretanto diversas abordagens curriculares inovadoras e estratégias didáticas têm sido apontadas como auxiliadoras na renovação dos processos de ensino e aprendizagem. A abordagem de ensino através do movimento ciência, tecnologia, sociedade e ambiente (CTSA), por exemplo, busca promover propostas críticas a problemas que sejam familiares ao aluno, podendo tornar o processo de ensino e aprendizagem em ciências mais socialmente relevante (ZEIDLER et al., 2005; HODSON, 2011).

Neste trabalho focaremos na utilização da história e filosofia da ciência (HFC), uma área do conhecimento com fortes e profundas implicações para a Didática das Ciências (MARTINS, 2007). Muitos pesquisadores em educação científica defendem o caráter pedagógico da história da ciência, assumindo um papel de grande relevância como abordagem teórico-metodológica provedora de uma aprendizagem reflexiva, crítica do conhecimento científico. O estudo apropriado de casos históricos pode, por exemplo:

...promover compreensões sobre as dificuldades inerentes ao desenvolvimento científico; a criação de novas abordagens ao longo do desenvolvimento da ciência; o papel da observação e do experimento na produção de novos conhecimentos; o papel da descoberta acidental; as condições nas quais ideias são modificadas ou substituídas; o papel do conhecimento prévio na realização, planejamento e controle de experiências; a relação entre ciência e tecnologia; o caráter dinâmico da ciência; o papel da comunidade científica; e a relação entre ciência e sociedade (ROZENTALSKI, 2018, p.23)

Além da utilização da história da ciência, discutiremos também sobre a natureza da ciência (NdC). A natureza da ciência mescla aspectos de vários estudos sociais da ciência (Sociologia, Filosofia e História da ciência), combinados com pesquisas de ciências cognitivas como a psicologia. Esta combinação leva para uma descrição da ciência: qual seu funcionamento, como os cientistas operam em um grupo social, como a sociedade reage ao empreendimento científico (MCCOMAS, 2008)¹.

Este termo tem uma definição complexa, que tem se alterado e tem sido discutida nas últimas décadas. Existem discordâncias, por exemplo, sobre as prescrições de como a ciência deveria ser. Portanto, não é aconselhável o uso de conceitos únicos, rígidos e universais da chamada natureza da ciência ou mesmo do que seria uma visão de mundo científica. Sendo assim, torna-se um desafio a construção de estratégias, abordagens teórico-metodológicas e intervenções pedagógicas para a utilização da história da ciência com esta abordagem na educação básica (BAGDONAS, ZANETIC & GURGEL, 2014; ROZENTALSKI, 2018).

Entretanto, ainda é corriqueiro encontrarmos uma abordagem sobre o desenvolvimento científico em aulas de física que enfatiza somente os conceitos como acabados, em que toda parte humanizada da ciência, dotada de erros, acertos, tentativas, decepções e discussões entre cientistas, é negligenciada. Associam-se apenas uma equação a um nome, por exemplo: lei de Faraday, Lei de Gauss, Leis de Kepler, Leis de Newton. Essa negligência, quando pouco refletida, pode contribuir para que o aluno saia do ensino médio sem entender, por exemplo, se

¹ Um aprofundamento sobre o conceito de NdC se encontra na seção 4 deste trabalho.

Kepler era uma pessoa e um cientista imerso em um contexto social, ou apenas o nome de uma lei. É deixada de lado, toda a discussão sobre o cotidiano do cientista, seu meio social e político e todos os questionamentos filosóficos e dilemas éticos que os rodeavam, tratando-os sempre como cientistas neutros, imparciais, que seguiram um suposto método científico rígido e usaram critérios que funcionam como regras claras e não ambíguas.

Este tipo de abordagem transmite uma concepção de senso comum da ciência. A utilização da história e filosofia da ciência como abordagem teórico-metodológica torna-se uma das possibilidades para auxiliar no aprofundamento destas “concepções”² que corriqueiramente são transmitidas dentro de salas de aula ou até em livros didáticos.

Esta pesquisa aborda a construção e utilização de uma sequência didática, que apoiada em estudos sobre HFC juntamente com os estudos sobre NdC, propõe quatro atividades focadas no ensino de astronomia. Destacamos aqui que os aspectos de ordem histórica e filosófica relacionados com Astronomia compõem a lista dos erros conceituais mais comuns encontrados em livros didáticos sobre o tema (LANGHI, NARDI, 2007). Sendo assim, consideramos esta problematização fundamental na prática pedagógica.

Para esta abordagem escolhemos o estudo da revolução copernicana, um dos temas mais interessantes para se discutir HFC a partir da astronomia (GAMA & HENRIQUE, 2010; SILVA 2020), pois se trata de um momento de transformação na concepção do universo, ocorrida no início da Idade Moderna, saindo do modelo geocêntrico de percepção para a proposição de um modelo heliocêntrico. Além disto, este tópico foi escolhido por ser um tema central no ensino da astronomia, pois o sistema heliocêntrico é ensinado em todos os níveis e disciplinas.

Os objetivos desta pesquisa consistem em investigar concepções dos alunos sobre a natureza da ciência e problematizar concepções de senso comum a partir de suas reflexões sobre o tema enquanto participam de processos de ensino e aprendizagem sobre NdC.

Nestas atividades além da conceituação e diferenciação sobre Geocentrismo e Heliocentrismo e estudos sobre Galileu Galilei, também foram propostas discussões sobre o processo de construção da ciência que nos permitiram investigar concepções dos alunos quanto à natureza da ciência e ainda avaliar os impactos desta sequência didática nestas concepções.

Todas estas reflexões aproximam este trabalho das novas propostas presentes nos itinerários formativos propostos pela BNCC, que são um conjunto de disciplinas, projetos, oficinas, núcleos de estudo, entre outras situações de trabalho, que os estudantes poderão escolher no ensino médio. Neles são propostos que os conhecimentos conceituais sejam

² Nos aprofundaremos nestas discussões na sessão 4.1.

associados a temáticas que permitem aos estudantes investigarem, analisarem e discutirem situações-problema que surjam de diferentes contextos socioculturais, além de compreender e interpretar leis, teorias e modelos (BRASIL, 2018).

No próximo capítulo abordaremos reflexões sobre uso de HFC no ensino de ciências, o potencial pedagógico de textos que utilizam esta abordagem teórico-metodológica. Além disso, justificamos a escolha do período da revolução copernicana para o desenvolvimento desta sequência didática. Adiante, nos aprofundaremos sobre o conceito de natureza da ciência e suas concepções de senso comum e também apresentaremos a metodologia de pesquisa utilizada na investigação e problematização das concepções de senso comum dos alunos durante a intervenção pedagógica. Por fim, oferecemos nossas reflexões sobre a sequência didática desenvolvida durante a pesquisa e logo após, apresentaremos nossas reflexões, discussões e categorizações sobre os dados colhidos nas atividades.

3 HISTÓRIA E FILOSOFIA DA CIÊNCIA NO ENSINO DE CIÊNCIAS

Ao longo dos últimos anos, diversas pesquisas e autores em ensino de ciências evidenciam a relevância do papel desempenhado pela HFC no ensino e aprendizagem das ciências. Alguns deles expõem razões para a empregar a HFC em diversos níveis de ensino como abordagem teórico-metodológica facilitadora na compreensão de conceitos, modelos e teorias. (p. ex.: ZANETIC, 1990; GIL, 1993; MARTINS, 2006; BAGDONAS, ZANETIC e GURGEL, 2014, ROZENTALSKI, 2018).

A utilização de HFC no ensino pode auxiliar na compreensão de fenômenos, demonstrar ao aluno que a ciência não se constrói de forma tão linear como aparece em alguns livros e materiais de divulgação científica, mas sim é resultado de um árduo e contínuo processo, pode desfazer o mito de que o conhecimento científico é imutável, permite discutir a relação do desenvolvimento da ciência com aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos de determinado período.

O estudo adequado de alguns episódios históricos também permite perceber o processo social (coletivo) e gradativo de construção de conhecimento, permitindo formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações. (MARTINS, 2006, p. 22)

Valoriza-se assim, o caráter mutável da ciência mostrando aos estudantes sua dependência de contextos históricos e culturais, derrubando mitos, humanizando gênios e ainda mostrando que o conhecimento científico aceito atualmente é suscetível de transformações (MOURA, 2014).

A HFC, além de tudo isso, tem a potencialidade de desenvolver várias qualidades quando inserida na sala de aula:

(1) motiva e atrai os alunos; (2) humaniza a matéria; (3) promove uma compreensão melhor dos conceitos científicos por traçar seu desenvolvimento e aperfeiçoamento; (4) há um valor intrínseco em se compreender certos episódios fundamentais na história da ciência – a Revolução Científica, o darwinismo, etc.; (5) demonstra que a ciência é mutável e instável e que, por isso, o pensamento científico atual está sujeito a transformações que (6) se opõe à ideologia cientificista; e, finalmente, (7) a história permite uma compreensão mais profícua do método científico e apresenta os padrões de mudança na metodologia vigente (MATTHEWS, 1992, p. 172, 173).

Entretanto, utilizar-se de HFC como ferramenta pedagógica não consiste em uma tarefa simples. Alguns obstáculos são enfrentados por professores que decidem utilizar concretamente a História da Ciência. Dentre estes obstáculos, inclui-se a escassez de textos confiáveis e

acessíveis que possam ser utilizados como material didático (FORATO, 2009; MARTINS, 2007; MARTINS, 2006). Por outro lado, a reflexão quanto ao uso destes materiais e estudos vem crescendo (POLATI, ZANETIC, 2016; MOREIRA, PROENÇA, 2017; CORDEIRO, 2021) na mesma proporção em que aumenta o interesse dos estudiosos pelo tema. Acreditamos também que a construção de textos didáticos com enfoque histórico é uma habilidade que pode ser desenvolvida pelos professores. Os textos permitem que a aprendizagem não esteja direcionada apenas em equações, leis ou conclusões de cientistas.

Diversos pesquisadores recomendam a utilização de materiais que, além de despertar a curiosidade e o interesse dos alunos, destacam a relevância atribuída aos experimentos históricos em seu contexto de origem superando, assim, uma abordagem meramente factual e descritiva da construção do conhecimento científico (KRASILCHIK, 2012; MARTINS, 2007; MARTINS, 2005).

A elaboração de textos e materiais didáticos com enfoques históricos requer uma seleção fundamentada e cuidadosa de fontes históricas para apresentar o conhecimento científico e suas condições de produção em uma perspectiva que viabilize um ensino de ciências capaz de estimular o interesse dos alunos. No entanto observa-se uma dificuldade de se encontrar fontes primárias, pois fatores como a tradução ou a interpretação destas fontes por terceiros, pode distorcer ou omitir informações que comprometam a veracidade dos fatos. Contudo, estas dificuldades não devem constituir em uma imposição aos professores que adotarem a história da ciência como fio condutor de seus trabalhos (MARTINS, 2007).

Corriqueiramente negligenciamos a história da física em abordagens pedagógicas, tanto a internalista, isto é, a história do surgimento dos conceitos e leis universais que compõem as teorias, quanto a externalista, isto é, aquela que procura relacionar a evolução das ideias da física ao contexto social. Há um arremedo de história quando se apresentam as datas de determinados acontecimentos e de nascimento e morte de alguns físicos. “A impressão que se tem é que as ideias da física surgiram num vazio intelectual e na ausência de determinantes sociais e econômicos” (ZANETIC, 1989, p. 15). Nesse sentido, estudar história da ciência de maneira crítica, reconhecendo as diferentes ênfases como o externalismo e o internalismo, e debatendo questões importantes e atuais como o quanto a ciência deve ser influenciada por questões sociais, é fundamental para promover uma visão mais crítica e madura sobre a autoridade da ciência, em direção à possibilidade de formar indivíduos que saibam aprender com os erros cometidos ao longo da história e tenham respeito pelo saber acumulado ao longo das gerações anteriores, mas também coragem para questionar e problematizar esse saber, tendo

em vista a necessidade de promover um diálogo inteligente com o mundo (BAGDONAS, 2019, p. 211).

O enfoque destas atividades pedagógicas também pode ser direcionado para a reflexões: Como a ciência é construída? Como os cientistas desenvolveram tais idéias? Como foi utilizado o método científico? Como tal assunto está imerso em um contexto social? Quais idéias propostas por outros cientistas serviram de contraponto para o desenvolvimento do conteúdo? Todos estes aspectos citados são essenciais para a compreensão de conceitos ligados à epistemologia da ciência. Entretanto, esta discussão muitas vezes é negligenciada em salas de aula. Acreditamos que mesclar os debates focados na NdC, aliados ao uso de textos, pode se tornar uma ferramenta valiosa no combate a visões distorcidas da ciência e do ato de fazê-la fomentada por professores e alunos e conseqüentemente transmitida à sociedade.

Especificamente sobre o estudo da revolução copernicana podemos refletir sobre algumas questões epistemológicas sobre o desenvolvimento científico, como por exemplo, quais as virtudes e fragilidades de uma nova proposta científica que seja capaz de confrontar e subverter um esquema teórico secularmente consolidado? Por que essa proposição de novo modelo surgiu e se consolidou naquele momento histórico? Qual a verdadeira natureza das reações que despertou? Todas estas questões, por diversas vezes, são negligenciadas em aulas sobre este tema.

Acreditamos que a reflexão sobre estas questões também fazem parte da compreensão de como ocorre o desenvolvimento da ciência e são de suma importância na compreensão de um período histórico, sendo assim estes temas serão novamente abordados durante a análise da intervenção pedagógica.

A seção a seguir, aborda um estudo sobre este período que pode ajudar na compreensão histórica sobre a revolução copernicana e fomentar futuras reflexões. Neste compilado trazemos uma espécie de resumo dos textos que foram fundamentais para a construção da sequência didática.

3.1 Revolução copernicana: uma mudança de paradigma

O período histórico que estudamos neste trabalho foi a Revolução Copernicana, que se constituiu como um marco significativo tanto na história da ciência, quanto na história cultural da humanidade, representando uma verdadeira mudança de paradigma no entendimento do

universo e do nosso lugar nele. Essa mudança de paradigma, entretanto, não aconteceu de uma hora para outra, e envolveu diversos fatores históricos, culturais e científicos.

Até este momento, grande parte dos Aristotélicos propunham a esfericidade da Terra, de acordo com o argumento de que o elemento terra tinha a tendência natural de ir em direção ao centro de tudo. O universo, segundo Aristóteles, é finito e esférico. Tem a Terra, imóvel, como centro, e a região onde se encontram as estrelas como seu limite. Para além da esfera das estrelas não existe nada. (PEDUZZI, 2015). Logo, para ele, a Terra estava no centro do Universo. Vários estudiosos contribuíram para a formulação deste modelo, desde os primeiros filósofos do século VI a.C., os chamados pré-socráticos. Além disso, o universo Aristotélico era compreendido em duas regiões distintas: a região sublunar (região interna entre a Terra e a órbita da lua), e a região supralunar (região entre a órbita da lua até o limite externo do universo), nada existia além deste limite. Todos os elementos celestes da região supralunar eram feitos de éter que possuía uma característica natural de se mover em torno do centro do universo.

Todo este conhecimento foi parcialmente modificado por Ptolomeu (cientista grego que viveu em Alexandria, uma cidade do Egito) que organizou todo o conhecimento de astronomia acumulado pelos gregos nestes oito séculos e projetou um sistema astronômico geocêntrico detalhado que especificava as órbitas da lua, do Sol e de todos os planetas. Entretanto propunha um modelo de órbitas planetárias relativamente complicadas com um sistema de epiciclos, ou seja, círculos dentro de outros círculos. Os planetas se moviam em círculos e os centros deles circulavam a Terra. Além de tudo isto, no modelo Ptolomaico cada elemento tinha um lugar natural no universo. O lugar da água era a superfície da Terra. O lugar do ar era imediatamente acima da superfície da Terra. O lugar do fogo era o topo da atmosfera, próximo à órbita da lua, enquanto o lugar da Terra era fixo no centro do universo (CHALMERS, 1993).

Apesar de ser a principal teoria astronômica em vigor na Europa e no Oriente Médio por mais de um milênio, o sistema aristotélico-ptolomaico não conseguia explicar alguns movimentos planetários com precisão. O movimento aparente de um planeta em que ele parece fazer um movimento retrógrado no céu antes de retomar seu movimento natural de leste a oeste, as mudanças na velocidade orbital dos planetas e a paralaxe, são exemplos de fenômenos difíceis de serem explicados através deste modelo. Para resolver tais contratemplos, a teoria apresentava complexas teorias envolvendo epiciclos e deferentes, e não em observações astronômicas precisas. Estas explicações eram baseadas em modelos teóricos complicados e imprecisos e com o tempo estas limitações e discrepâncias foram surgindo. (KUHN, 2017).

Contudo, mais adiante no começo do século XVI, Copérnico estudou em detalhe a astronomia geocêntrica pois trabalhava na elaboração de mapas celestes para localização no mar e reconheceu as falhas desta teoria. Influenciado pelos trabalhos de astrônomos antigos como Aristarco de Samos (DRAKE, 1979), Copérnico apresenta duas grandes inovações: colocar o Sol no centro do universo e considerar a Terra um planeta como os demais e, portanto, em movimento.

Porém, a solidez do conhecimento científico da época, fomentada por sólidos contrapontos a esta teoria, proporcionaram dificuldades para Copérnico defender sua teoria, como por exemplo o “argumento da torre” que diz: se uma pedra solta do alto de uma torre que se encontra fixa na superfície da Terra cai exatamente no pé da torre e não a uma distância considerável deste lugar, conseqüentemente a Terra não pode estar girando em torno de seu próprio eixo, como dizia Copérnico. Outro argumento contra a teoria Copernicana dizia: se a Terra gira, por que objetos soltos em sua superfície não caem? E se a Terra gira, por que ela não deixa a lua para trás? (CHALMERS, 1993)

Nem o próprio Copérnico, que até então compartilhava de muitas concepções aristotélicas, teria a resposta para tais questões. Porém alguns argumentos como a maneira concisa da explicação da órbita planetária e a simplicidade matemática, fizeram com que este modelo pudesse ao menos “competir” com o modelo Ptolomeu aristotélico até então tomado como verdade, atraindo assim vários filósofos naturais da época para o seu lado da história (Ibidem).

Um personagem importante no desdobramento deste entrave histórico entre modelos planetários foi Galileu Galilei. Cientista italiano nascido em Pisa na Itália em 1564, teve papel central na revolução copernicana. Por isso, recebeu destaque nesta pesquisa. Entretanto, muitas vezes se encontra em obras de divulgação científica uma visão romanceada de sua história, em que Galileu é tratado como um cientista praticamente mítico, em que suas descobertas são representadas como algo inevitável e individual, muito devido a sua face genial.

Galileu fez a defesa do sistema copernicano de duas formas: a primeira, com a construção de um telescópio observou que existiam milhares de estrelas não vistas a olho nu, observou as fases de Vênus e luas em Júpiter. Em segundo lugar configurou alguns dos fundamentos da mecânica newtoniana que estava em processo de elaboração e substituiria futuramente a mecânica aristotélica, como por exemplo, a ideia de que a trajetória de um corpo pode ser representada pela resultante de vários movimentos simultâneos (ZANETIC, 2007).

Galileu conseguiu defender o sistema copernicano das afrontas ao problema da torre já citado acima. Galileu propunha que ao soltar simultaneamente, esferas de mesmo diâmetro e

massas distintas e outras de diâmetros e massas diferentes, de modo que fossem abandonadas a partir do repouso, da mesma altura as esferas chegariam juntas ao solo, ou seja, suas velocidades não apresentavam proporcionalidade com as suas massas, contrariando a ideia aristotélica. É importante ressaltar que esta famosa experiência, muito divulgada em livros didáticos de física, onde Galileu teria deixado cair duas bolas de chumbo, uma grande e outra pequena, simultaneamente, para mostrar que chegariam juntas ao chão ao pé da torre, nunca foi por ele realizada. Galileu tinha a certeza de que as bolas de chumbo não chegariam juntas devido a presença do ar, pois essa teoria é válida apenas no vácuo (SILVEIRA e PEDUZZI, 2006).

Sabemos que seguindo esta linha do tempo, as idéias de Kepler, Newton e outra gama de cientistas foram essenciais para a consolidação da teoria copernicana. Porém, com enfoque na vida e na obra de Galileu, este trabalho se aprofundará na vida deste e nas suas relações individuais, sociais, culturais, políticas, entre outras.

Acreditamos que a partir do estudo deste período de revolução rico em discussões que abrangem tanto conceitos de física, quanto um importante período sociocultural de mudança de paradigmas, podemos discutir explicitamente alguns pontos relevantes sobre como é construído o conhecimento científico, como trabalham os cientistas, as relações entre a ciência e a sociedade entre outros aspectos negligenciados em sala de aula.

3.1.2 O ensino sobre a revolução copernicana

Diversos trabalhos sobre ensino da revolução copernicana baseados no uso de história e filosofia da ciência foram consultados ao longo desta pesquisa, como o Projeto Harvard³, apostilas de cursos de “Evolução dos Conceitos da Física” da UFSC e “Gravitação” USP⁴ (POLATI & ZANETIC, 2017), entre outros.

Para nós, na construção deste trabalho, tem particular relevância o autor Bertolt Brecht, e seu livro “A vida de Galileu” (BRECHT, 1977). Uma adaptação desta peça foi utilizada em nossa intervenção pedagógica pois se trata de um exemplo da aproximação da física, da história e também da arte, abordando os principais fatos ocorridos na vida do cientista, além disto, um resgate histórico da sociedade daquele período.

Gostaríamos de ressaltar também a importância do texto “Galileu: um cientista e várias versões” (ZYLBERSZTAJN, 1988), este texto proporcionou diversas reflexões sobre este

³ Disponível em <http://www.lacic.fis.ufba.br/Ensino.html>, acesso 03/2021

⁴ Disponível em <https://evolucaodosconceitos.wixsite.com/historia-da-ciencia>, acesso 03/2021

cientista fundamental na construção deste trabalho. Segundo o autor, é comum apresentarem aos estudantes apenas a imagem empirista de Galileu. Os professores de Ciências reforçam esta imagem, ao que parece, não em função de uma escolha fundamentada, mas muito provavelmente por não conhecerem a história das ciências e não terem tido acesso às demais versões a respeito do método galileano. Este texto rompe com esta simplificação perigosa e apresenta quatro visões sobre Galileu. Na primeira delas é apresentado como “Galileu - O empirista”, um cientista que rompe com a metafísica especulativa trazendo à tona um novo método baseado na observação e experimentação. A segunda versão denominada de “o herdeiro da Física medieval” problematiza o salto histórico de Aristóteles a Galileu e propõe que, quando jovem, Galileu teve acesso aos resultados da cinemática medieval, deixando claro que este período não foi uma página em branco na história da mecânica e pode ter influenciado sua obra. A terceira apresentação denomina Galileu como: “O platonista”, inspirada na obra de Alexandre Koyré, um dos mais renomados historiadores galileanos. Para Koyré, a abordagem utilizada por Galileu para investigar a natureza como, por exemplo, utilizar a matemática como instrumento para a apreensão da natureza, foi fortemente influenciada pela filosofia de Platão. E por fim, na última visão “o manipulador de ideias”, influenciado pela obra de Paul Feyerabend, “Contra o método”, o autor apresenta Galileu como um homem que se utiliza de propagandas e táticas persuasivas de aceitação para convencimento sobre suas ideias (ZYLBERSZTAJN, 1988).

Por fim, para estudos sobre as relações entre Galileu e a igreja, utilizamos o texto “O diálogo de Galileu e a condenação” (MARICONDA, 2000). Um trecho deste artigo foi utilizado como referência para a construção do anexo C.

Na seção 6.3.3 nos aprofundaremos na forma como estes trabalhos foram utilizados na construção de nossa sequência didática.

O capítulo a seguir aborda estas discussões através do conceito de Natureza da ciência e aprofunda sobre as possíveis visões equivocadas sobre o desenvolvimento científico que serão problematizadas ao longo deste trabalho.

4 NATUREZA DA CIÊNCIA

O estudo da natureza da ciência envolve diversos aspectos sobre o que é a ciência, seus processos internos e externos de funcionamento, os métodos usados na validação do conhecimento, os vínculos da ciência com a tecnologia, as relações sociais do cientista, as contribuições do desenvolvimento científico para a cultura e progresso da sociedade que a envolve. Tal perspectiva corrobora com a necessidade de superar visões de senso comum da ciência e do ato de fazer ciência, entre elas: a concepção empírico-indutivista e aleatória, a visão algorítmica, exata e infalível, uma ciência aproblemática, sem histórica e exclusivamente analítica, individualista, elitista, descontextualizada e neutra sobre a ciência (GIL PÉREZ et al., 2001).

4.1 Visões deformadas sobre NdC

Algumas destas “concepções de senso comum” foram chamadas de “visões deformadas sobre o trabalho científico” por Gil Pérez e colaboradores (2001, pp. 129-134). O autor argumenta que essas visões distorcidas podem levar a uma compreensão inadequada do papel da ciência na sociedade. Algumas dessas visões deformadas incluem:

- a) A visão ingênua da ciência como uma atividade puramente objetiva e neutra, livre de valores e interesses sociais;
- b) A visão estereotipada da ciência como uma atividade solitária e individualista, executada apenas por gênios isolados que trabalham em suas próprias ideias;
- c) A visão exclusivamente técnica da ciência, que a vê como um conjunto de procedimentos matemáticos e experimentais, sem considerar a dimensão humana do trabalho científico;
- d) A visão simplista da ciência como um processo acumulativo, em que cada nova descoberta é adicionada a um corpo de conhecimento existente de forma linear e sem conflitos;
- e) A visão elitista da ciência, que a vê como uma atividade reservada apenas aos especialistas e intelectuais, excluindo a participação do público em geral.

As visões deformadas da ciência e de sua natureza têm levado a construção de uma visão simplista da experiência científica, ao utilizar os sentidos vinculados à observação livre de

preconceitos, usando esta observação para construir uma base segura de construção do conhecimento.

Outro problema comum detectado por pesquisas envolvendo a natureza da ciência é a noção que se poderia empregar o método científico como uma forma de separar o que é ciência do que não é, que seria universal, rígido, a ser seguido pelos cientistas como uma espécie de receita de bolo (GIL PÉREZ et al 2001, BAGDONAS E SILVA 2013, MARTINS 2015).

Ademais, reconhecemos também que existem diversas concepções filosóficas sobre NdC e, além disso, existem divergências entre estas concepções. Divergências com respeito a concepções epistemológicas, metodológicas e até axiológicas que se materializam em oposições como: realismo contra anti realismo, racionalismo contra relativismo, entre outros (BAGDONAS, ZANETIC, & GURGEL, 2014; DAMASIO & PEDUZZI, 2015).

No quadro a seguir trazemos de forma resumida, concepções filosóficas sobre o desenvolvimento da ciência. Vale ressaltar que as concepções abordadas a seguir são simplificações didáticas que, na realidade, representam posições filosóficas abrangentes e diversas. Os resumos foram construídos através de estudos sobre Thomas Kuhn, Paul Feyerabend, Lakatos, Chalmers e através de suas visões distintas sobre o desenvolvimento científico pode ajudar futuras categorizações sobre as concepções de senso comum dos alunos quanto à natureza da ciência. Neste quadro apresentamos uma dicotomia entre ideias de filósofos da ciência sobre a racionalidade dos processos de mudança científica: De um lado uma visão racional crítica defendida por Imre Lakatos e do outro o anarquismo epistemológico de Paul Feyerabend (BAGDONAS, 2015). Adicionamos a esta dualidade outras duas categorias: um posicionamento moderado, e, por fim, uma visão de senso comum denominada de concepção empírico-indutivista, uma visão bastante comum da ciência caracterizada pela concepção de existe um conjunto de procedimentos (observação, experimentação e medidas) que caracteriza o trabalho dos cientistas e conduzem, com segurança a construção do conhecimento científico (GIL PÉREZ et al. 2001)).

Estas concepções acima descritas podem ser relacionadas com as imagens de Galileu do texto “Galileu: um cientista e várias versões” (ZYLBERSZTAJN, 1988), citado na sessão 3.1.2.. “Galileu: o empirista”, nos proporciona uma exemplificação da tendência empírico indutivista. “Galileu: o Plantonista é apresentado como um cientista com tendências racionalistas. Por fim, “o manipulador de ideias”, apresenta o cientista de forma anárquica, inspirado na obra de Feyerabend, classificamos este como um cientista com tendências relativistas.

Quadro 1 — concepções filosóficas sobre o desenvolvimento científico ⁵

CONCEPÇÕES FILOSÓFICAS SOBRE O DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO	
CONCEPÇÃO EMPÍRICO-INDUTIVISTA	Consiste na concepção de que as observações e experiências científicas são neutras e livres de hipóteses ou suposições teóricas. Atribui excessiva importância à atividade empírica, como se esta consistisse em uma série de “descobertas” que se acumulam ao longo de um processo de contínua evolução.
CONCEPÇÃO RACIONALISTA	Os adeptos desta visão dão mais atenção aos conteúdos da ciência. Esta categoria é inspirada na epistemologia de Lakatos, onde defende-se que a história externalista da ciência tem papel secundário comparado com a reconstrução racional da história.
POSICIONAMENTO MODERADO	Se enquadram neste tipo de posicionamento aqueles que não convergem para os dois extremos positivistas e racionalistas. Classificamos como um posicionamento moderado as visões que buscam um equilíbrio entre internalismo e externalismo. Como por exemplo, aqueles que defendem o valor das normas que regulam as comunidades científicas, porém reconhecem que eventualmente os cientistas podem agir em desacordo com estas normas. Diversos filósofos da ciência adotam uma postura moderada, como por exemplo Thomas Kuhn.
RELATIVISTA	Respostas que se enquadram nesta visão são aquelas em que os alunos enfatizam aspectos sociais da ciência, dando mais atenção aos aspectos sócio históricos que aos conteúdos. Esta categoria é inspirada no anarquismo epistemológico de Feyerabend.

Fonte: do autor (2022)

A maioria dos pesquisadores defendem que o desenvolvimento científico depende tanto de questões teóricas quanto de fatores históricos e sociais, mas ainda existe uma discordância quanto ao peso dessa influência externa comparada aos fatores internos (BAGDONAS, ZANETIC, 2014). Diversos pesquisadores apontam que questões controversas como esta e outras como a neutralidade e a objetividade da ciência, demarcação entre ciência e não-ciência, o realismo e o antirrealismo científico, devem ser debatidas na formação de professores (ROZENTALSKI et al.2012, MATTHEWS 2012, BAGDONAS et al. 2014).

Em algumas atividades de nossa sequência didática, detalhadas no capítulo 6, utilizamos um trecho da peça teatral “A vida de Galileu” para apresentarmos Galileu Galilei como um herói racionalista, mas também utilizamos um texto inspirado em “Galileu: um cientista e várias versões” para apresentar Galileu de uma forma menos apegado ao método científico, de uma forma mais inspirada no anarquismo epistemológico de Feyerabend. Acreditamos que seja de suma importância discutir e investigar a concepção dos alunos quanto a estas dualidades.

⁵ Gil Perez et al 2001, Bagdonas e Silva 2013 e Martins 2015.

Desse modo, torna-se útil refletir sobre as possíveis distorções da Ciência que um ensino desconectado da realidade tem difundido, visto que as diferentes concepções sobre a Natureza da Ciência acarretam em uma postura diferente sobre como se deve ensinar Ciência. Aqueles que enxergam a Ciência como verdade absoluta estão somente preocupados com os resultados a serem transmitidos aos estudantes, e uma mudança epistemológica requer a implementação de abordagens capazes de romper com uma visão equivocada da Ciência (GIL PÉREZ et al. 2001; MARTINS 1998).

A problematização destas visões deve ser pensada diariamente na prática docente, pois sua prática transmitir uma visão simplista sobre o que é ciência e qual a função social desta (CHALMERS, 1994; BAGDONAS, ZANETIC & GURGEL, 2014; BAGDONAS & SILVA 2013; MARTINS 2015). Entre as sugestões abordadas nas últimas décadas por pesquisadores interessados em problematizar estas visões equivocadas, adotamos a abordagem baseada na inserção da História e Filosofia da Ciência no ensino (MATTHEWS, 1995; MARTINS, 1999; MARTINS, 2007; DOMINGOS, BAGDONAS, ZANETIC, 2020; SANTOS, 2021). Nossa intenção busca romper com a apresentação de uma Ciência dogmática e linear, focada na reprodução de conceitos e resoluções de problemas em sala de aula.

Acreditamos que a utilização de propostas pedagógicas com um enfoque voltado à natureza da ciência, pode ser uma importante ferramenta no combate a visões equivocadas fomentadas em aulas de Física. Apresentar aos alunos os fatos presentes na época atrelados a influências políticas, sociais e econômicas se torna importante para a humanização da ciência e para uma tentativa de concepção menos equivocada. Tudo isto deve ser feito sem deixar de lado os conceitos e as ideias associadas à física de fato, enriquecendo assim a discussão.

No próximo capítulo trataremos da metodologia de pesquisa utilizada neste trabalho.

5 METODOLOGIA DE PESQUISA

Neste capítulo apresentamos artefatos para coleta de dados, o tipo de pesquisa que foi realizada, o local de desenvolvimento das aulas, o nível escolar e a sequência didática desenvolvida.

Adotamos uma abordagem qualitativa de pesquisa. Na pesquisa qualitativa com enfoque sócio-histórico não se investiga em razão de resultados, mas o que se quer obter é “a compreensão dos comportamentos” (BOGDAN, BIKLEN, 1994, p.16), especificamente em nosso caso, buscamos, entre outros objetivos, identificar concepções de senso sobre o desenvolvimento científico.

Esta abordagem busca acompanhar o processo de ensino e aprendizagem, dando mais ênfase a esse do que ao resultado final (FLICK, 2009).

As ferramentas utilizadas para coleta de dados neste estudo foram:

- a) Formulários⁶ da plataforma *google*: Após a atividade 1 e após a atividade 3 os alunos acessaram e responderam perguntas abertas⁷;
- b) Aplicativos de mensagens: Durante a confecção das respostas dos formulários, os alunos tinham a possibilidade de propor discussões nos grupos da turma;
- c) Reuniões (fóruns e *google meet*): Todas as aulas que compuseram esta intervenção pedagógica foram gravadas ao vivo.

Antes da primeira aula os estudantes tiveram acesso ao termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE). O TCLE teve o intuito de resguardar pesquisadores e estudantes de possíveis riscos ou constrangimentos ao longo da pesquisa, evitando também análises enviesadas. Pela nossa legislação, o TCLE é o documento que garante ao participante da pesquisa o respeito aos seus direitos, nele devem estar expressos riscos, mesmo que mínimos (conforme Res.466/12⁸ não existe pesquisa sem riscos) e os procedimentos para minimizá-los. Todos os envolvidos na pesquisa assinaram favoravelmente por sua participação e não houve evasão ou desistência no decorrer da intervenção.

⁶ A elaboração e discussão sobre estes formulários ocorreu durante as reuniões semanais do grupo de pesquisa GESTHA (Grupo de Estudos sobre Sociedade, Tecnologia, História da Ciência e Educação Ambiental)

⁷ Todas as respostas para estas perguntas se encontram nos anexos deste trabalho nos apêndices C e D.

⁸ para leitura completa da resolução acesse:

<https://conselho.saude.gov.br/resolucoes/2012/Reso466.pdf>

As aulas foram construídas visando a participação efetiva em grupo de todos os alunos. Ao final de cada atividade um questionário estruturado foi aplicado e as respostas a estas perguntas foram discutidas no início da aula posterior.

Os formulários do *Google*⁹ foram compostos por perguntas dissertativas no qual as respostas permitiram analisar e refletir sobre visões equivocadas sobre NdC através de uma abordagem da História e filosofia da ciência no ensino (MATTHEWS, 1995; MARTINS, 1999; MARTINS, 2007; PEDUZZI et al, 2012). Como estes enxergam o desenvolvimento científico? Quais fatores contribuem para este desenvolvimento? Como uma teoria se sobressai perante a outra? Quais as relações entre os cientistas?

Os dados passaram por uma pré-análise através de uma leitura flutuante, o primeiro contato com os dados a serem analisados e, portanto, trata-se de uma etapa de elaboração de índices ou categorias baseados na repetição de termos e ideias a serem categorizadas (CAVALCANTE, CALIXTO & PINHEIRO, 2014), após todas as respostas serem analisadas, escolhemos algumas respostas para aprofundamento.

O público alvo composto por 19 estudantes do 9º ano do ensino Fundamental II da Escola Cooperativa de Ensino de Bambuí, uma escola particular da cidade de Bambuí-MG, no centro oeste de Minas Gerais, os alunos desta escola trabalham com apostilas focadas em preparação para futuros vestibulares, sendo assim, este tipo de trabalho envolvendo história da ciência em aulas de Física foi uma novidade. Optamos por desenvolver a pesquisa em uma turma do nono ano do ensino fundamental II. Antes do desenvolvimento desta sequência didática, os alunos desta turma estudavam um tópico chamado “leis que regem o universo” (neste tópico estuda-se temas como as leis de Kepler e a Lei da gravitação universal). Neste ciclo do ensino fundamental propõe-se que o aluno consiga comparar as teorias geocêntrica e heliocêntrica em relação aos movimentos dos corpos celestes, reconhecendo as diferentes concepções de Universo e sua importância histórica. A partir de observações diretas, leituras e representação do modelo heliocêntrico de Sistema Solar em desenhos proporcionais ou maquetes, deseja-se que os estudantes possam reconhecer as rupturas necessárias à concepção de novos modelos¹⁰. Além disso, escolhemos esse contexto de pesquisa também pela disponibilidade de aulas para o desenvolvimento da sequência didática.

⁹ Os formulários se encontram nos apêndices A e B deste trabalho.

¹⁰ Uma descrição de propostas curriculares para os ciclos do ensino fundamental se encontra em: <http://basenacionalcomum.mec.gov.br/images/pcn/ciencias.pdf>

A seguir trataremos das abordagens teórico metodológicas utilizadas na construção da sequência didática. Posteriormente, além de apresentar a sequência, apresentaremos seus resultados e discussões.

6 UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA REVOLUÇÃO COPERNICANA

Iniciaremos este capítulo trazendo as definições sobre metodologias e estratégias de ensino para compreendermos o uso do termo **abordagem teórico-metodológica** em trabalhos como este, que utiliza HFC. Logo, após uma apresentação detalhada sobre a intervenção pedagógica, traremos resultados, discussões e reflexões feitas após esta ser colocada em prática.

Para entender a utilização dos termos, “metodologia e estratégias”, além do sentido que será utilizado neste trabalho, vamos utilizar as definições de Alves e Bego (2020). Eles trazem uma revisão bibliográfica sobre a utilização dos termos nos principais periódicos em ensino de ciências no Brasil.

Para os autores, metodologia de ensino pode ser definida como:

Com efeito, a partir da ampla revisão realizada, a acepção de metodologia que se defende neste trabalho como mais adequada é aquela em que seu sentido está próximo ao de sua origem etimológica, ou seja, relacionada com o significado de caminho, no sentido de estudo dos métodos. Entende-se, nessa perspectiva, que um professor não muda suas concepções de fundo em diferentes momentos e atividades no contexto da sala de aula, mas possui uma certa concepção metodológica, explícita ou implícita, que orienta de certo modo o desenvolvimento de suas ações. Logo, um professor não utilizaria diferentes metodologias para ensinar determinado tópico, mas possui uma determinada tendência metodológica que orienta suas ações em sala de aula (ALVES; BEGO, 2020, p.82).

Os autores ainda trazem exemplos de metodologia a partir da definição supra citada anteriormente, como é mostrado a seguir:

A partir dessa definição, é possível classificar como *metodologias*, no âmbito particular do Ensino de Ciências: o Ensino por Transmissão (EPT) (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002); o Ensino por Descoberta (EPD) (Cachapuz, Praia, & Jorge, 2002); o Ensino por Investigação (Carvalho, 2013); os Três Momentos Pedagógicos (Delizoicov, & Angotti, 1992); a Abordagem CTS (Santos, & Mortimer, 2002); a Aprendizagem Baseada em Problemas (PBL, do inglês, *Problem-Based Learning*) (Ribeiro, 2005), entre outras (ALVES; BEGO, 2020, p.82).

Em relação ao termo estratégias, os autores definem como:

[...] propõe-se que as estratégias sejam compreendidas como um conjunto de ações intencionais e planejadas que visam à consecução dos objetivos de aprendizagem delimitados. São, por isso, intrinsecamente flexíveis igualmente condicionadas pelas concepções de fundo do professor. Ademais, pode-se dizer que, no âmbito formal do planejamento, as estratégias são escolhidas a partir da definição dos objetivos de aprendizagem (ALVES; BEGO, 2020, p.83).

Utilizando essa definição, os autores exemplificam como estratégias no ensino de ciências os seguintes termos:

A partir da definição e das características apresentadas, pode-se classificar como **estratégias** de Ensino de Ciências: a utilização de experimentação (Giordan, 1999); o uso de mapas conceituais (Moreira, 2006); estudos de casos (Sá, Francisco, & Queiroz, 2007); o uso de jogos didáticos (Cunha, 2012); a utilização de modelos, analogias e metáforas (Monteiro, & Justi, 2000); o uso da História e Filosofia da Ciência (Loguercio, & Del Pino, 2006); a aprendizagem centrada em eventos (ACE) (Cruz, 2001); e muitas outras (ALVES; BEGO, 2020, p.83-84).

Podemos, no entanto, notar que a história e filosofia da ciência pode ser adotada tanto como metodologia, quanto estratégia. Porém, usar a HFC como estratégia parece ser algo que envolve um uso mais técnico, pontual, como por exemplo em um debate guiado. Porém, em nossa pesquisa a HFC é estruturante, fundamental em nossa concepção de ensino. Desta forma definiremos nossa abordagem como teórico-metodológica. A ideia é utilizar conhecimentos históricos e filosóficos para enriquecer a compreensão dos conceitos científicos, situando-os em seus contextos sociais, políticos, culturais e epistemológicos.

6.1 Uma sequência didática para o ensino da Revolução Copernicana: Apresentando a intervenção pedagógica

Nesta seção trataremos da sequência didática que foi utilizada na intervenção pedagógica. Ele trará uma apresentação detalhada sobre o tempo de duração, conteúdos e todo planejamento a ser executado.

Essa sequência didática é composta por quatro atividades, divididas em 7 aulas, cada aula tem uma duração de cinquenta minutos.

As sequências didáticas, têm como finalidade um elo entre atividades no qual vão em busca de um objetivo geral, sendo que cada atividade conta com um objetivo próprio e esses auxiliam na conclusão do objetivo da sequência.

Nessa sequência apresentaremos atividades realizadas em grupo que proponham reflexões sobre a natureza da ciência. Iniciaremos com um debate guiado sobre o geocentrismo vs heliocentrismo e posteriormente estudaremos diferentes versões sobre Galileu Galilei. A dinâmica das atividades, seu detalhamento e a proposta fundamental de cada atividade se encontrará nos próximos tópicos.

O quadro 1 apresentado a seguir, mostra a relação entre as atividades e a quantidade de aulas, o título de cada aula da sequência, e os objetivos específicos de cada aula. Todas as atividades possuem como objetivo geral de pesquisa as discussões sobre NdC e suas visões equivocadas.

Quadro 2 — As atividades e seus objetivos específicos

Atividade	Título da Atividade	Objetivos específicos da atividade
1 Duas aulas de 50 minutos	Um debate guiado sobre Geocentrismo e Heliocentrismo	<ul style="list-style-type: none"> -Empregar argumentos históricos sobre geocentrismo e heliocentrismo em um debate do tipo júri simulado -Aprender sobre a relação entre teorias astronômicas e o embasamento de teorias, discutindo o conceito de provas na ciência -Reconhecer que o conhecimento científico tem um caráter provisório, mas embasado por evidências.
2 Uma aula de 50 minutos	Reflexões mediadas sobre NdC	<ul style="list-style-type: none"> - Problematizar visões equivocadas sobre o desenvolvimento científico, como o empírico-indutivismo e relativismo ingênuos - Reconhecer que não existe um método científico único, rígido, algorítmico. - Reconhecer que as teorias científicas não são provadas experimentalmente - Perceber que a partir dos mesmos dados observacionais diferentes interpretações são possíveis, sendo o desacordo comum entre cientistas.
3 Duas aulas de 50 minutos cada	Visões de natureza da ciência a partir de estudos sobre Galileu	<ul style="list-style-type: none"> - Problematizar visões equivocadas sobre a figura do cientista, como o racionalismo e relativismo ingênuos.
4 Duas aulas de 50 minutos	Uma discussão sobre os dilemas éticos vividos por Galileu.	<ul style="list-style-type: none"> -Problematizar visões equivocadas e distorcidas sobre a figura do cientista, como por exemplo, o fato de serem gênios isolados ou super heróis. -Refletir sobre as relações entre ciência e religião no período da revolução copernicana

Fonte: Do Autor (2021)

A primeira atividade desta sequência foi dividida em duas etapas: na primeira não tivemos apenas algumas anotações no caderno de bordo do professor durante a realização do júri. Já na segunda, além das anotações, os dados coletados serão as respostas de um questionário que aborda reflexões sobre a NdC.

Nessas respostas buscamos indícios de como os alunos enxergam o desenvolvimento científico, como compreendem o processo de uma teoria se sobrepõe perante a outra e ainda discussões sobre o rigor do método científico.

Na segunda atividade, também dividida em duas aulas, o mesmo ocorreu. As discussões se deram sobre as respostas dos questionários respondidos na atividade 1.

Na primeira aula da terceira atividade também não houveram instrumentos para a coleta de dados, porém na segunda aula, os alunos responderam um questionário sobre as percepções dos alunos quanto a figura dos cientistas.

Nesta aula ocorreram também discussões sobre como o estereótipo do cientista neutro ou gênio isolado se encontra presente nas respostas dos alunos e buscamos indícios de como os estudantes compreendem o desenvolvimento colaborativo da ciência.

Na última atividade desta sequência, também dividida em duas aulas, abordamos dilemas éticos presentes na vida de Galileu. Os estudantes são convidados a refletir sobre o papel do cientista na revolução copernicana e sobre o desenvolvimento científico.

Ressaltamos aqui que esta atividade inicialmente tinha como objetivo discussões sobre ética envolvendo Galileu Galilei. Acreditamos que exista uma possibilidade para que nestas aulas os estudantes lidem com o dilema ético sobre o fato de o cientista abjurar ou não de suas observações em função da repressão sofrida pela igreja, por isso algumas questões do formulário “Discussões sobre a figura do cientista” abordam estas questões. Entretanto, decidimos nos resultados e discussões deste trabalho apresentar apenas discussões sobre NdC e sobre a figura do cientista.

Nesta atividade não houve formulário para a coleta de dados, apenas o diário de bordo do professor.

O próximo capítulo propõe discussões detalhadas sobre a sequência. Nele consta o cronograma de execução das atividades, reflexões sobre a participação e respostas dos alunos durante a intervenção pedagógica e uma primeira análise destes dados.

7 UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA PARA O ENSINO DA REVOLUÇÃO COPERNICANA: RESULTADOS E DISCUSSÕES

Neste capítulo apresentamos uma análise da sequência didática criada para o ensino da revolução copernicana, além dos resultados obtidos em sua intervenção com uma turma do 9º Ano do ensino Fundamental II.

No quadro abaixo, contamos com o número de cada atividade, a duração da intervenção, seu mês de intervenção e quais aulas da sequência didática foi desenvolvida em cada uma das atividades:

Quadro 3 — Relação entre as atividades, suas durações, mês de intervenção e aulas previstas na sequência didática.

Nº do REO	DATA	Aulas da sequência didática
ATIVIDADE 1	01/11/2020 e 07/11/2020	Aulas 1 e 2 - Apresentação dos objetivos desta sequência de aulas; - Um debate sobre modelos planetários
ATIVIDADE 2	15/11/2020	Aula 3 - Reflexões sobre a natureza da ciência e as percepções dos alunos sobre o desenvolvimento científico
ATIVIDADE 3	22/11/2020 e 29/11/2020	Aulas 4 e 5 - Visões de natureza da ciência a partir de estudos sobre Galileu
ATIVIDADE 4	06/12/2020 e 13/12/2020	Aula 6 e 7 -Dilemas éticos na vida de Galileu - Encerramento das discussões.

Fonte: Do Autor (2021).

A sequência didática foi desenvolvida por meio de atividades e encontros remotos no google meet devido a pandemia de COVID-19. Entendemos que isto trouxe uma série de desafios para a realização de pesquisas em diferentes áreas do conhecimento, inclusive nas pesquisas em educação. A coleta de dados em particular, pode ter sido impactada significativamente. Contudo, é importante que os pesquisadores estejam cientes dos possíveis impactos da coleta de dados durante a pandemia e tomem medidas para minimizar esses efeitos.

No total foram trabalhadas 4 atividades com duração de 7 dias cada. Essa intervenção ocorreu nos meses de novembro e dezembro de 2020.

Abaixo, apresentamos os roteiros, os dados obtidos em cada um e também as discussões desses dados sobre uma amostra de 19 alunos. Após uma leitura inicial, foram descartadas para análise algumas respostas, que, por exemplo, eram similares a outras, pareciam ter sido retiradas de sites de pesquisa, ou seja, que não traziam contribuições para a análise proposta nesta pesquisa¹¹. Todas as atividades que compõem esta sequência didática têm como objetivo principal discussões sobre a natureza da ciência. Os objetivos individuais de cada uma delas se encontram detalhadamente nas seções seguintes. Todos os questionários contendo todas as respostas dos alunos dadas durante a execução dos roteiros, se encontram nos anexos deste trabalho.

7.1 Atividade 1 – Um debate guiado sobre Geocentrismo e Heliocentrismo

Esta atividade é composta pelas aulas 1 e 2 da sequência didática. A primeira aula inicia-se com a apresentação dos objetivos e das atividades a serem desenvolvidas durante esta sequência. Após este momento inicia-se uma conversa mediada pelo professor sobre a história dos modelos geocêntrico e heliocêntrico e propõe-se a divisão da turma em dois grupos para o início de um debate sobre estes modelos. É importante ressaltar que não é necessário que ao fim deste debate exista um vencedor. A função aqui é apresentar os argumentos que defendiam cada modelo.

Nesta primeira atividade os grupos já divididos entre defensores do geocentrismo e defensores do heliocentrismo deveriam seguir as seguintes instruções:

- a) Leitura de parte da seção do anexo B, referente ao seu modelo, em que o professor apresenta aos alunos diversos argumentos;
- b) Assistir ao vídeo “sistema ptolomaico - comparações”¹²;
- c) Construir argumentos de defesa do modelo;
- d) Apresentar seus argumentos para a turma toda e debater de forma guiada pelo professor com o grupo adversário.

Ao final do debate, devidamente feitas as conclusões e reflexões necessárias sobre ambos os modelos e sobre como existem fortes argumentos a seu favor, os alunos tiveram

¹¹ As respostas excluídas estão no apêndice D.

¹² Link para a animação: [Animação - Sistema Ptolomaico/ Comparações](#)

acesso a um formulário de encerramento (apêndice A). Neste formulário, 4 questões foram propostas para a conclusão deste primeiro momento.

QUESTÃO 1 - Sabemos que existem fortes argumentos em defesa tanto do heliocentrismo quanto do geocentrismo. Como um se sobressai perante o outro?

Como respostas para a pergunta um, obtivemos os seguintes resultados¹³:

Quadro 4 — Classificação das respostas da pergunta 1

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Acredita que o heliocentrismo sobressai perante o geocentrismo, pois há provas que comprovam sua veracidade. Concepção Racionalista	1,2,3,6,7,8,12,13,15,16 ,18	9
Trata os experimentos como a razão principal para a aceitação do heliocentrismo Concepção Empírico-indutivista	4,5,9,11,15,16	6
Acredita que aspectos culturais, sociais e culturais também influenciam na aceitação de um argumento. Concepção Relativista	10, 14,17,19	4

Fonte: Do Autor (2022)

O fato de um conhecimento científico necessariamente ter que ser provado, e comprovado com fórmulas, experimentos ou teorias imutáveis encontra-se presente na grande maioria das respostas.

Respostas como:

“O heliocentrismo é mais aceito hoje em dia pois **existem cálculos que comprovam a teoria**, não só argumentos para tentar comprovar”(Aluno 1)

¹³ As marcações nossas feitas em **negrito** nas respostas dos alunos tem como objetivo chamar a atenção para a reflexão principal sobre cada trecho escolhido.

“... Depois de Copérnico, cientistas **que desenvolveram sua teoria puderam provar e generalizar alguns resultados**. Um dos exemplos é **Johannes Kepler, que elucidou sobre o movimento de órbita dos planetas ao redor do Sol**” (Aluno 06)

Nas selecionadas acima, ressaltamos que os alunos tratam a teoria como fundamental na seleção e aceitação dos dados. Classificamos este tipo de tendência fortemente encontrada nas respostas, como concepção racionalista.

O aluno 8, também se apega a importância da teoria:

“Uma teoria **se sobressai sobre a outra porque uma é mais simples** que a outra, ajudando a fazer previsões mais precisas e **colaborando com ideias** como a de gravidade, por exemplo. Levando em consideração a navalha de Occam, que diz que em relação a teorias formuladas sobre as mesmas evidências, **é mais racional acreditar na mais simples**.” (Aluno 8)

Entretanto levando em conta que em sua percepção a aceitação de uma teoria tem a ver com sua simplicidade e também que uma teoria possui um papel colaborativo na aceitação de ideias. Classificamos o aluno 8 também como concepção racionalista. Entretanto nota-se que esta resposta pode ser sofisticada demais para um aluno de 9º ano do ensino fundamental, suspeitamos assim, que pode ter sido influenciada por sites de pesquisa.

Adiante, observa-se que apesar do aluno 06 iniciar sua resposta dizendo que alguns cientistas provaram e generalizaram alguns resultados, o aluno afirma posteriormente que Kepler elucidou sobre o movimento de órbita dos planetas:

“...Depois de Copérnico, cientistas que desenvolveram sua teoria puderam provar e generalizar alguns resultados. Um dos exemplos é Johannes Kepler, que elucidou sobre o movimento de órbita dos planetas ao redor do Sol.” (Aluno 06)

Torna-se importante ressaltar que elucidar e provar são termos parecidos, porém carregam diferenças. Elucidar tem como sinônimo a ideia de esclarecimento, diferente da ideia de prova.

Questionamos nesta resposta, a atribuição excessiva da importância dada à atividade empírica, como se esta consistisse em uma série de “descobertas” que se acumulam ao longo de um processo de contínua evolução.

Por outro lado, uma minoria das respostas analisadas reconhece que outros fatores contribuem para a aceitação de um conhecimento científico:

“Acredito que o que fez sobressair o heliocentrismo são **os estudos e as tensões sociais da época**” (Aluno 19)

Diferentemente do primeiro grupo de respostas, o aluno aqui propõe reflexões como a repressão da igreja, conflito de crenças, entre outros aspectos como importantes na aceitação de um argumento científico.

“O **heliocentrismo é o mais aceito hoje em dia**, já que ele se apoia em provas científicas, já o geocentrismo se apoiava em observações do céu e a religião.” (Aluno 14)

Classificamos as respostas destes alunos (14 e 19) como tendências relativistas.

Encontramos em algumas das respostas concepções empíricas, nelas os alunos associam a teoria heliocêntrica como confirmada e estudada através de observações:

“...**A ideia do Heliocentrismo sobressai pois era estudada, e confirmada**, mesmo que no início, os antigos não apoiaram essa ideia” (Aluno 9)

“...Depois dele, **Galileu Galilei ainda reforçou esse modelo a partir da observação das fases de Vênus, da superfície da Lua e dos satélites de Júpiter.**” (Aluno 5)

Para finalizar esta primeira análise gostaríamos de ressaltar alguma visões de senso comum presentes nas respostas:

“O Heliocentrismo se sobressai sobre o Geocentrismo **por causa das observações espaciais, e das viagens para o espaço**, fora as teorias sobre a gravidade.” (Aluno 16)

“O Geocentrismo **foi muito aceito por ser algo que nós vemos**, que é o Sol dar voltas em torno de nós, mas o Heliocentrismo apresentou a teoria.” (Aluno 07)

“O heliocentrismo é o mais aceito hoje em dia já que ele se apoia em provas científicas, já o geocentrismo se apoiava em observações do céu e religião.” (Aluno 15)

Primeiramente o aluno 16 faz uma confusão. Trata as viagens para fora do espaço como astronomia, entretanto chamamos este tipo de ciência de Astronáutica. O aluno 7 tenta se afastar das concepções de senso comum quanto comenta sobre o Geocentrismo, entretanto faz uma confusão muito comum, tratando a ciência como uma teoria “*o Heliocentrismo apresentou a teoria*”. Notamos na resposta do aluno 15 um tratamento do método científico como uma verdade absoluta, forte concepção de senso comum.

Na próxima atividade refletiremos sobre a importância dos experimentos realizados pelos cientistas.

QUESTÃO 2- O argumento de uma pedra sendo jogada da torre era usado pelos defensores do geocentrismo para argumentar que a Terra não pode se mover. A partir das mesmas observações, do mesmo experimento, Galileu chegou em uma visão oposta. Como isso é possível? Na ciência um experimento pode ter mais que uma interpretação correta?

Quadro 5 — Classificação das respostas da pergunta 2

Respostas dos alunos	Alunos	Total
Acredita que existe apenas uma interpretação verdadeira para cada experimento Concepção empírico-indutivista	2,3,11,18	3
Acredita que novas interpretações podem ocorrer a partir dos mesmos dados Concepção Racionalista	1,5,6,7,8, 9,10,12,1 3,14, 15, 16, 17, 19	15
Acredita que influências sociais podem modificar uma teoria. Concepção Relativista	4	1

Fonte: Do Autor (2021)

O objetivo desta questão é a proposta de reflexão sobre a ciência se tratar de uma verdade absoluta, irrefutável e inquestionável, além de refletir sobre o ato de provar uma teoria. A minoria dos alunos, respondem que o conhecimento científico é imutável e que existe apenas uma interpretação para um experimento: a interpretação correta e verdadeira.

“Só existe uma interpretação correta e ela é concretizada com fatos. Neste experimento **Galileu conseguiu provar** que ele estava certo dizendo que a Terra pode se mover, mostrando que como a Terra se move, a torre e a pedra vão se mover juntas, assim a pedra vai cair reto.” (Aluno 3)

Nesta resposta, torna-se possível observar traços de uma percepção de visão rígida do processo de observação, mesmo citando o cientista como peça chave neste processo, nota-se nas respostas pouca conexão com o lado pessoal do cientista, o aluno afirma que o experimento

de Galileu tem o “poder” de provar a interpretação do cientista e concretizar um fato. As respostas destes alunos nos mostram uma percepção que o êxito de uma teoria é medido pelos fatos de observação e resultados experimentais. Este tipo de posicionamento classificamos como empírico-indutivista.

Entretanto, a maioria das respostas traz indícios de uma percepção menos engessada do conhecimento científico. Nestas respostas, os alunos propõem que a partir de novas interpretações, as conclusões antes feitas podem ser revistas a partir de outro ângulo e assim, uma teoria pode ser revogada ou modificada.

“Sim. Na ciência um experimento pode estar em desenvolvimento e em fase de estudos, ou seja, não está totalmente comprovado, sendo assim, **podem haver diversas visões que podem estar corretas, ou que podem ser melhoradas.**” (Aluno 12)

“Isso é possível, pois **ele reparou outro ponto que não foi reparado pelos outros,**e com isso fez com que ele chegasse a uma visão oposta. Na ciência **um experimento pode ter mais que uma interpretação correta.**” (Aluno 14)

Além destas respostas, o aluno 11, chama a atenção para o fato de um experimento ter apenas uma conclusão correta, porém esta conclusão pode ser contestada e a partir da comprovação de falhas propõe-se a realização de novos experimentos:

“A partir do momento que um experimento é comprovado sua veracidade, não há outra interpretação que seja correta, porém, ela pode ser contestada e comprovar falhas e então fazer outro experimento.” (Aluno 11)

Estas respostas resumem bem o que se repete sempre nas respostas desta amostra e as classificamos como racionalistas.

Apenas uma resposta ressalta a importância de fatores externos na aceitação de teorias:

“Como o próprio nome indica, interpretações **sofrem variações realizadas por diversos fatores.** Um deles que deve ser valorizado são **os recursos disponíveis na época.** Por exemplo, o fato de geocentrismo deve muito **a magnitude da Igreja na Idade Média,** já que essa pregava a Terra como principal planeta do universo com base na Bíblia e não queria ter seus dogmas desacreditados.” (Aluno 4)

Estes fatores revelam tendências relativistas.

Por fim, acreditamos que seja importante ressaltarmos que o aluno 8 aborda a os erros no desenvolvimento científico.

“...não é possível existir duas interpretações corretas opostas. O que acontece são falhas de interpretações, erros humanos. (Aluno 08)

Acreditamos que este tipo de percepção se afasta das concepções de senso comum. Muitos alunos sustentam suas reflexões no pragmatismo ingênuo dos acertos e desprezam o erro como estágio inato do fazer ciência.

A próxima questão aborda o veredito dos alunos sobre o debate em que participaram.

QUESTÃO 3: Qual seu veredito sobre o debate? Quais os argumentos você escolheu para tomar sua posição?

O quadro a seguir separa as respostas dos alunos em dois grandes grupos que serão aprofundados durante a análise das respostas.

Quadro 6 — Classificação das respostas da pergunta 3¹⁴

Respostas dos alunos	Alunos	Total
O heliocentrismo se sobressai devido aos experimentos que provaram sua veracidade Concepção empírico-indutivista	3,5,11	3
O heliocentrismo se sobressai pois possui argumentos científicos mais fortes que provam sua veracidade Concepção Racionalista	1,4,6,7,8, 10,18 13,15, 16,17	11
O heliocentrismo se sobressai por fatores históricos, culturais e políticos que permitem sua sustentação Concepção Relativista	2,12, 14,19	4

Fonte: Do Autor (2022)

A grande maioria das respostas para esta questão se apega a ideia de um modelo se sobressair perante ao outro pois possuem mais evidências que comprovem sua veracidade.

¹⁴ O aluno 9 deixou a resposta em branco, por isso não está classificado.

Reforçando assim o apego constante a ideia de uma teoria sobressair perante a outra por existirem provas que a sustente, classificamos este tipo de posicionamento como racionalista:

“Por **ser comprovado e correto o heliocentrismo acabou ganhando o debate**, o argumento mais válido é que o heliocentrismo teve grandes avanços na astronomia. Antigamente, acreditavam que a Terra era o centro do universo e o Sol girava em torno dela (Geocentrismo) a Igreja Católica acreditava muito que a Terra era o centro do universo. Porém, foi o astrônomo Nicolau Copérnico (no século XVI) e, posteriormente, Galileu Galilei (no século XVII) que desenvolveram e deram sustentação científica para a teoria heliocêntrica. Este último astrônomo conseguiu provar a teoria graças às observações feitas com o uso do telescópio.” (Aluno 13)

O aluno 05 afirma seu posicionamento “heliocentrista” devido apenas às observações feitas por Galileu utilizando o telescópio. Indicando assim uma relação próxima entre o experimento e a veracidade da aceitação de uma teoria. Classificamos este tipo de percepção como tendência empírico indutivista:

“O veredicto sobre o debate é que o modelo heliocentrico é o mais correto, para tomar a minha posição usei principalmente as descobertas de Galileu, como as luas em Júpiter, as fases de Vênus e a superfície da Lua, para comprovar este modelo.” (Aluno 5)

Apesar de não estar contida na maioria das respostas, o aluno 2 se apega a aspectos históricos e religiosos para dar sua opinião sobre o debate:

“ O debate foi muito importante, acho que não só para mim, mas para a turma inteira, porque aprendemos mais essas teorias que é o Geocentrismo e o Heliocentrismo. **Argumentos religiosos e históricos.**” (Aluno 2)

Notamos aqui que o aluno 2, ressalta a importância de argumentos históricos e religiosos para a construção de seu veredito sobre o debate. Um indício de uma tendência relativista.

Outros alunos reconhecem que ambos modelos planetários possuem fortes argumentos e reconhecem o caráter provisório de um conhecimento científico.

“No fim do debate, foi concluído que **as duas teorias, tanto a do geocentrismo como a do heliocentrismo possuem fortes argumentos**, mesmo o heliocentrismo sendo o mais aceito hoje em dia. E também vimos que com o passar do tempo podem existir mudanças nessa teoria.” (Aluno 15)

“Além do básico, que o heliocentrismo é o modelo aceito atualmente, meu veredicto é que a ciência é mutável, não existe um certo e errado, apenas algo que torna ultrapassado e é substituído por algo mais moderno. **O heliocentrismo pode ser o modelo atual, porém, nada comprova que em alguns anos ele não será substituído por um modelo mais atual** e condizente com a verdade.” (Aluno 04)

Durante a análise das respostas a esta pergunta, é perceptível a dúvida sobre a expressão “Qual seu veredicto sobre o debate?”. Alguns alunos entenderam inicialmente que a proposta da questão era avaliar o potencial pedagógico do debate em sala de aula. Uma surpresa que nos permite fazer reflexões quanto a seu uso.

“O debate, em minha opinião, complementou nossos estudos, trazendo estudos externos à escola e fazendo links com matérias já estudadas.” (aluno 11)

Por fim, gostaríamos de ressaltar que alguns alunos admitem que existem fatores internos à ciência como observações, teorias, cálculos e métodos e que estes fatores são essenciais para seu veredito, mas também ressaltam a importância de fatores sociais e históricos da época.

“O veredicto sobre o debate foi que o heliocentrismo seria o mais certo, porém não há nada comprovando que o geocentrismo esteja totalmente errado. Os argumentos que eu e meu grupo escolheu para tentar defender o geocentrismo, foi que teria que levar em consideração que **na época que esse modelo era aceito não havia recursos científicos para que esse modelo fosse validado cientificamente, além de que as pessoas se basearam na religião e na observação para concluírem o conceito do geocentrismo.**” (Aluno 12)

Classificamos as respostas destes alunos como relativistas.

A última questão trata-se da construção de um pequeno texto sobre um trecho retirado do curso completo de Astronomia do grupo de pesquisa Sputnik (SPUTNIK, 2012).

QUESTÃO 4: "Nos tempos antigos, os homens eram estúpidos e acreditavam que a Terra era plana e estava no Centro do Universo. Mas depois chegou a ciência que iluminou nossas mentes: finalmente descobrimos a Verdade: que a Terra gira em torno de si e do Sol, que é atraída pela gravidade do Sol. Grandes foram aqueles homens como Copérnico, Galileu e Newton, que foram capazes de superar o misticismo e a repressão da igreja no mundo em que viviam e, olhando por cima dos ombros dos gigantes, conseguiram enxergar a Verdade." Comente através de um pequeno texto esta citação a luz de seus conhecimentos prévios.¹⁵ (BAGDONAS et al., 2010, p.12)

Durante a triagem das respostas a esta questão dissertativa é possível notar que grande parte dos alunos classificam a ciência como sendo uma entidade capaz de comprovar fatos e que carrega consigo o posto de detentora de verdades absolutas. Uma concepção de senso comum muito recorrente.

¹⁵ Esta questão também se encontra em um texto do SPUTINIK Grupo. Discutindo astronomia, 2009.

“**A ciência nos possibilitou saber a verdade**, graças a grandes nomes como Newton, Galileu, Copérnico, que passaram por cima do misticismo da igreja, e seguiriam nos estudos para comprovar o que acreditavam que conseguimos fazer tantas descobertas que hoje temos certeza de sua veracidade” (Aluno 10)

“A citação anterior conta que, antes da ciência, **os homens eram ignorantes, mas quando ela surgiu, todos foram abençoados por sua luz.**” (Aluno 16)

Percebemos também outras respostas que evidenciam a oposição entre a Ciência e a Religião.

“Antigamente **a Igreja controlava o mundo**, então também a teoria aceita sobre a posição da Terra seria verdadeira. Foi assim com Ptolomeu que propôs o geocentrismo **e os católicos o apoiaram com todas as forças e quem fosse contrário a esse pensamento seria julgado e poderia até morrer**, então depois de muito tempo os cientistas por meio de estudos comprovaram que o heliocentrismo se sobrepõe ao geocentrismo.” (Aluno 01)

“Essas observações feitas foram cruciais para reforçar o heliocentrismo e seus conceitos, reforçando a ideia de que o Sol está no centro do Sistema Solar, e que ele atrai todos os planetas devido à sua força gravitacional, porém **foi um trabalho difícil convencer os Geocêntricos sobre o Heliocentrismo, e ainda mais a Igreja**” (Aluno 11.)

Esta questão nos permitiu também, durante a intervenção pedagógica discutir sobre a consolidação do heliocentrismo como teoria dominante e também proporcionar discussões interessantes sobre a questão da verdade ou a autoridade da ciência, além da discussão envolvendo o conflito entre ciência e religião presentes neste episódio histórico.

7.2 Atividade 3 — Visões de natureza da ciência a partir de estudos sobre Galileu

Esta atividade é composta pelas aulas 4 e 5 da sequência didática. A aula número 4 inicia-se com uma breve conversa sobre a obra do cientista Galileu Galilei em forma de exposição feita pelo professor.

Infelizmente, nesta parte da atividade, dois alunos que participaram dos primeiros momentos da sequência não compareceram às discussões. Sendo assim, analisaremos as respostas de 17 alunos.

Para o cumprimento de tais objetivos, propõe-se a divisão da turma em duas partes. Metade recebe um texto que expõe a imagem romântica e racionalista de Galileu, expondo-o como um herói vítima da inquisição. Este texto é composto de trechos da peça teatral “A vida de Galileu” de Bertold Brecht (BRECHT, 1977). A outra parte da turma receberá um texto que aborda uma visão de Galileu como um manipulador de ideias. Inspirado na obra de Paul

Feyerabend, este texto aborda a figura do cientista como um ser humano que utiliza de truques psicológicos e táticas persuasivas a favor da aceitação de suas ideias e métodos.

Para cumprimento de tais objetivos, nesta primeira atividade com os grupos já divididos e cada grupo com seu respectivo texto, propõe-se o seguinte passo a passo:

a) Leitura de parte da seção do Apêndice —, onde apresenta-se duas visões opostas da figura de Galileu¹⁶;

b) Reflexão sobre as seguintes questões: Quais são as visões acerca da figura do cientista fomentadas pelo seu texto? Vocês concordam com estas visões?;

c) Construção de uma apresentação desta versão de Galileu para o outro grupo;

d) Apresentação em grupo das diferentes versões de Galilei presentes nos textos.

Ao final da contraposição de ideias, feitas as devidas conclusões e reflexões, propõe-se que os alunos respondam um questionário. Neste questionário foram propostas as seguintes questões:

QUESTÃO 1: Nos livros didáticos, mídias, filmes, séries ou jornais que você teve acesso até hoje, a figura do cientista se assemelha mais com o primeiro ou segundo texto? Por quê? Faça um breve parágrafo comparando as visões dos dois textos com aquelas que você teve acesso até antes desta aula.

Um dos objetivos principais desta pergunta é fazer uma contraposição entre a figura do cientista encontrada muitas vezes em livros didáticos, livros de divulgação científica ou em outras mídias com visões que muitas vezes são negligenciadas, questões como a linguagem usada por Galileu na divulgação de suas observações, a contribuição de outros cientistas em sua obra, muitas vezes são deixadas de lado quando se trata da divulgação de sua bibliografia. Estas reflexões serão feitas ao longo desta análise.

Abaixo, classificamos as respostas da questão 1.

Quadro 7 — Classificação das respostas da pergunta 1¹⁷

Respostas dos alunos	Alunos	Total
“O cientista é visto como um ser fora do comum, isto é, retirado de um contexto político, econômico e cultural. Um indivíduo sábio, intelectualmente superior.”	1,6,8,11, 15,16,19	6

¹⁶ Sessão inspirada no trabalho: GALILEU – UM CIENTISTA E VÁRIAS VERSÕES, Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4128913/mod_resource/content/1/Galileu.pdf

¹⁷ Os alunos 2, 9, 18 deixaram esta questão em branco.

Concepção empírico-indutivista		
<p>“O cientista observa, formula novas hipóteses e age mediando o diálogo entre observação e teoria”</p> <p style="text-align: center;">Concepção Racionalista</p>	3,4,5,7 14,17	6
<p>“O cientista é visto como um cidadão comum. Suas decisões científicas também são influenciadas por convicções sociológicas e ideologias pessoais.”</p> <p style="text-align: center;">Concepção relativista</p>	10,12,13	3

Fonte: Do Autor (2022)

Há uma concepção recorrente de senso comum, muitas vezes reforçada pela mídia, incluindo alguns livros didáticos, que representam cientistas como gênios excêntricos e tratados como gênios isolados e neutros. Pouco afetados por relações pessoais ou por interferências externas ao método rígido e imutável. As respostas a seguir, reforçam este estereótipo.

... **“a minha visão anteriormente era de que Galileu era uma pessoa maluca com cabelos alfinetados que só fazia cálculos.”** (Aluno 1)

“...Na mídia, a imagem do cientista que é passada é de **alguém iluminado por algo ou alguém, um sujeito de sorte**. Essa imagem acaba não atraindo mais pessoas para a ciência, porque elas pensam que não são capazes.” (Aluno 08)

Classificamos estas tendências acima como concepção empírico-indutivista, pois se trata de concepções ingênuas sobre o estereótipo do cientista. Este tipo de resposta, apesar de se referir a quem produz a ciência, reflete uma clara distorção sobre a compreensão do ato de se fazer ciência. Estas percepções estão mais relacionadas ao texto 1 “A vida de Galileu”.

Entretanto, outros alunos fazem observações que buscam paralelos entre os dois textos, também proporcionam reflexões sobre como é formada esta imagem do cientista pela mídia e também sobre os impactos da aplicação desta atividade:

“A figura do cientista nos livros didáticos é uma mistura dos dois textos, não sendo **muito romantizado** como o primeiro e nem **tão realista quanto o segundo**, devido a repercussão que geraria se apresentasse tais informações em um livro para adolescentes, já que ocorreria uma divisão de opiniões.” (Aluno 3)

“Na verdade, em grande maioria, os materiais realizam uma citação bastante leviana de Galileu, *citando apenas seu ano de nascimento e falecimento e suas principais obras*. Eu imagino que isso se justifique pela idade dos alunos, por exemplo, **conheci o nome Galileu Galilei no quinto ano. Naquela idade, eu já tinha uma noção concreta da minha religião e do meu relacionamento com a Igreja Católica, que sempre foi firme. Mas vi muitos colegas que são católicos ficam confusos diante de algumas discussões, acho que esse é um dos principais motivos da exposição dessa versão romantizada de Galileu é o receio de trazer à tona a questão religiosa que esse assunto traz à tona, o que obviamente não deveria ocorrer.**” É necessária a exposição mais realista de personagens históricos para que os alunos não se sintam tão "distantes" dessas figuras.” (Aluno 04)

O aluno 04 levanta uma problematização quanto ao tratamento real da figura do cientista. Segundo ele, aspectos religiosos são, de certa forma, polêmicos quando buscamos contar a história de Galileu. Percebemos que, segundo ele, uma abordagem com tendências relativistas, poderia causar incômodo nos alunos mais religiosos.

Durante as discussões feitas em sala de aula, existiu uma grande unanimidade: A necessidade de humanizar a figura do cientista. É possível que o pensamento estereotipado influencie a percepção e o comportamento de adolescentes em relação à ciência e também que essa percepção pode prevalecer na fase adulta. Acreditamos que seja importante promover o desenvolvimento de pesquisas que visem detectar estereótipos negativos e promovam ações que diminuam a falta de interesse pela ciência dos alunos, incentivem o interesse por carreiras científicas e contribuam para a ampliação da visão das atividades de um cientista.

É perceptível aqui que a grande maioria desta amostra possui uma visão sobre a figura do cientista fortemente influenciada pelas mídias e pelos veículos de divulgação científica. Nestes meios predomina-se a figura estereotipada do cientista, visto como um homem pouco atrelado a sociedade, com poucos vínculos afetivos, cabelos espetados com dons divinos e sobrenaturais.

Além destas observações, torna-se importante observarmos como alguns alunos se apegam às observações agirem um fio condutor na construção das teorias.

“referenciado como "pai da física moderna", ele **realizou diversas observações com seu telescópio**, criado pelo mesmo e colocado como mais moderno da época, e em uma dessas observações ele **descobriu as fases de Vênus, os satélites de Júpiter e muitas teorias sobre o movimento dos corpos**, a inércia e os astros. Assim, concluiu que os corpos menores teriam de necessariamente orbitar os maiores, comprovando a teoria do heliocentrismo, já que *devido a presença de fatos que validaram* que a massa do Sol era muito maior do que a da Terra, seria impossível concluir que, na verdade, o Sol é que estaria orbitando a Terra.” (Aluno 5)

Classificamos este tipo de tendência como racionalista.

Alguns alunos reforçam a ligação com o texto 1:

“Do primeiro texto, pois atualmente temos o conhecimento que Galileu e suas ideias eram corretas, e **a igreja o perseguia, pois não gostaria que tais mudanças acontecessem e fossem aceitas.**” (Aluno 10)

Poderíamos classificar esta tendência como relativista por dar ênfase a questões religiosas, mas vale a ressalva de que o aluno não parece ser um relativista típico, crítico à ciência. Pelo contrário, está em defesa de Galileu, contra a perseguição religiosa, portanto sua postura também se aproxima do senso comum, empirista, vendo o Heliocentrismo como verdade incontestável, provada por Galileu, e fatores sociais como fonte de atraso para o progresso científico. Por isso, na categorização final, sempre incluímos o aluno 10 como “empirista”.

Percebemos ao longo das respostas e das discussões, que de forma implícita ou até explícita, existem ainda presentes nas percepções dos alunos a ideia do que diferencia aquilo que é ciência daquilo que não é, é a confiabilidade e rigidez do método científico. cremos aqui que influenciados pela visão rígida que muitas vezes o suposto método é abordado, muitos alunos tendem a uma visão menos anarquista como propunha Feyerabend. Acreditamos que muitos creem em uma percepção mais racional da construção do conhecimento.

Ademais nesta atividade também, procuramos identificar, ainda que de forma pontual e inicial, alguns aspectos que permitam desconstruir a visão estereotipada do cientista como gênio isolado, produzindo contributos que auxiliem futuros professores a enriquecer discussões sobre a revolução copernicana.

QUESTÃO 2: Qual o papel desempenhado pelo cientista Galileu na revolução copernicana?

Buscamos aqui a continuidade da verificação da formação estereotipada da imagem do cientista. Esta pergunta, voltada (de propósito) apenas a Galileu Galilei, nos permite verificar quais alunos se atentaram às trocas de informações durante a construção do conhecimento científico e também sobre a existência de uma comunidade científica. Nestas respostas, alguns alunos tratam Galileu como o gênio individual e único construtor da revolução científica, enquanto outros fazem menção a outros cientistas.

“Galileu Galilei era astrônomo, físico e engenheiro, que viveu a 379 anos atrás e que atualmente é **referenciado como "pai da física moderna"**, ele **realizou diversas observações com seu telescópio**, criado pelo mesmo e colocado como mais moderno da época, e em uma dessas observações ele descobriu as fases de Vênus, os satélites de Júpiter e muitas teorias sobre o movimento dos corpos, a inércia e os astros. Assim,

concluiu que os corpos menores teriam de necessariamente orbitar os maiores, comprovando a teoria do heliocentrismo, já que devido a presença de fatos que validaram que a massa do Sol era muito maior do que a da Terra, seria impossível concluir que, na verdade, o Sol é que estaria orbitando a Terra.” (Aluno 5)

Podemos interpretar com base nas falas acima que pode estar presente a ideia de Galileu ter sido o único homem responsável pela revolução copernicana. Entretanto alguns alunos também ressaltam Copérnico como fundamental neste período. Nenhuma das respostas faz menção a cientistas anteriores ou a fatores relacionados à comunidade científica da época.

“O sistema Geocêntrico era um sistema muito complexo, **assim Nicolau Copérnico criou o Sistema Heliocêntrico, onde o Sol estaria no centro do Universo, e coube a Galileu Galilei a aperfeiçoar o telescópio**, assim Galileu fez grandes observações como a descobertas das fases de Vênus, que contribuíram pra reforçar o Sistema Heliocêntrico” (Aluno 11)

“O seu papel foi apresentar **as suas ideias relacionadas às ideias de Copérnico.**” (Aluno 12)

Diferentemente das primeiras respostas é perceptível aqui, mesmo que sutilmente, indícios da percepção de colaboração na construção do conhecimento científico. Galileu aqui é apontado como um cientista ligado às ideias de Copérnico, em que sua função era apresentar, aperfeiçoar ou comprovar teorias já existentes, indicando traços de uma ciência menos individualista e uma revolução copernicana menos concentrada apenas na imagem de apenas um cientista. Estas reflexões podem fomentar uma visão mais ampla do desenvolvimento científico. A percepção de que a revolução científica toda acontece em torno de um cientista apenas e a percepção individualista da ciência é substituída por um caráter mais colaborativo e dependente de outros indivíduos.

Poucos são os alunos que reconhecem o papel social e político de Galileu de forma escancarada em sua resposta.

“Galileu foi um importante homem para a luta de uma visão contra os conceitos religiosos.” (Aluno 17)

“atualmente temos o conhecimento que Galileu e suas ideias eram corretas, e a igreja o perseguia, pois não gostaria que tais mudanças acontecessem e fossem aceitas.” (Aluno 10)

Reconhecemos nestas respostas, tendências relativistas pela ênfase em aspectos religiosos. Mas pelo conjunto das respostas vemos também uma tendência próxima ao senso comum, empírico-indutivista

QUESTÕES 3 e 4: Quais as dificuldades Galileu teve para afirmar suas observações através do telescópio? Existia na época uma teoria óptica que explicava o funcionamento deste

instrumento? As revelações apresentadas por Galileu causaram mais revolta ou vislumbre entre os aristotélicos da época?

O conhecimento das dificuldades dos cientistas frente às suas questões pode gerar uma identificação por parte dos alunos diante das dificuldades que encontram em seu cotidiano escolar. A ausência das discussões sobre estas dificuldades e a comum apresentação de ciência estritamente dogmática e com resultados prontos, pode prejudicar o desenvolvimento de uma postura criativa dos possíveis novos cientistas. O objetivo desta questão é justamente levantar esses questionamentos.

Na maioria das respostas a estas questões, os alunos ressaltaram as dificuldades relacionadas à aceitação dos resultados de suas observações devido a ausência de teoria óptica na época. Podemos dizer que encontramos neste tipo de resposta tendências relativistas.

“Galileu teve que passar por várias coisas, como justificar que as observações não eram meras ilusões ópticas, **aceitar o resultado de um instrumento**. Cientistas aristotélicos, que negavam a existência dos satélites de Júpiter e recusavam-se a olhar pelo telescópio, alegando que ele produzia efeitos caleidoscópicos.” (Aluno 03)

“Na época, **não existia uma teoria que explicava o funcionamento correto do telescópio**, por isso, muitos, principalmente os cientistas aristotélicos, se negavam a olhar, pois afirmavam que seria visto apenas ilusões de ótica.” (Aluno 05)

Nestas respostas, os alunos ressaltam as dificuldades com a ausência da teoria óptica completa que explicasse o funcionamento daquele instrumento de observação celeste. Além das dificuldades voltadas à aceitação das observações do telescópio. Algumas respostas trazem à discussão questões políticas e sociais da época.

“...as observações levaram a grandes descobertas que **contrariavam as crenças filosóficas e religiosas da época**, as quais eram baseadas nos ensinamentos de Aristóteles.” (Aluno 14)

Estas reflexões contrapõem a concepção de senso comum em que o conhecimento científico seja produto de uma evolução linear constituída somente por uma série de eventos bem-sucedidos. A desconsideração de que a história da ciência, assim como a história de um cientista, não é constituída apenas por uma série de episódios vitoriosos é um dos problemas desse tipo de interpretação.

Gostaríamos de reafirmar novamente, por fim, que a problematização sobre a aceitação das observações feitas através do telescópio, instrumento ainda sem uma explicação teórica pela ciência da época, nos ajuda a levantar discussões sobre como o desenvolvimento da ciência

difere profundamente dos padrões ingênuos de excelência propostos pelos racionalistas. As observações telescópicas também não foram tão determinantes para a aceitação das teorias de Galileu, como pensam os empiristas, pelo contrário, o apelo ao instrumento levaria mais ao desapontamento do que a uma conclusão bem sucedida (Chalmers, 1993). Estas discussões, na maioria das vezes, são negligenciadas.

As demais questões deste formulário, foram construídas com intuito de discussões envolvendo ética no processo de construção científico, entretanto, por falta de tempo para aprofundamento neste campo de pesquisa, neste trabalho não nos aprofundaremos neste campo de pesquisa.

7.3 Conclusões e algumas considerações

Certamente a sequência didática proporcionou reflexões diferentes sobre a construção do conhecimento científico e sobre Galileu Galilei. Acostumados a seguir uma apostila conteudista, os alunos do nono ano à primeira vista estranharam uma abordagem histórica e filosófica em aulas de Física. Entretanto, mesmo que sutis os resultados são iminentes.

Ao longo de todas as atividades predominaram posicionamentos racionalistas sobre a revolução copernicana e a imagem dos cientistas. Fortemente influenciada pelos filmes de divulgação científica, pelos livros e jornais, a concepção de senso comum de um cientista de cabelos espetados e malucos em seus laboratórios também se encontrou presente ao longo das discussões. Entretanto, alguns alunos ressaltaram a importância das discussões presentes nesta sequência didática.

O aluno 8, por exemplo, sempre esteve classificado como racionalista. Trazendo em seu posicionamento concepções de senso comum. Entretanto, nas suas respostas finais, ressaltou a importância das atividades e apresentou sutis demonstrações de uma evolução em sua percepção de como é construído o conhecimento científico:

“...O debate, em minha opinião, complementou nossos estudos, trazendo estudos externos à escola e fazendo links com matérias já estudadas.” (Aluno 08)

“...Na mídia, a imagem do cientista que é passada é de **alguém iluminado por algo ou alguém, um sujeito de sorte**. Essa imagem acaba não atraindo mais pessoas para a ciência, porque elas pensam que não são capazes. Entretanto, como já foi falado nas discussões da aula, **qualquer um pode ser um cientista**” (Aluno 08)

Nestas respostas, além de apresentar a aula em forma de debate guiado, como uma forma de complementar os estudos. Percebe-se na resposta do estudante uma ligeira reformulação em sua percepção sobre o estereótipo do cientista.

O aluno 13 também classificado sempre como racionalista, afirma:

“... nos materiais (textos, artigos e vídeos), dados pelo professor para o debate de heliocentrismo X geocentrismo, a figura do cientista era mais realista, como o segundo texto, **apresentando suas falhas e as repercussões geradas ao apresentar o seu estudo para a sociedade**” (Aluno 13)

É corriqueiro que encontremos nas concepções de senso comum a visão do cientista como alguém que trabalha dentro de um laboratório, fazendo pesquisas com ratos brancos e com líquidos coloridos, acreditamos que a sequência didática e as atividades proporcionaram discussões que problematizam estas ideias.

“...Uma dificuldade encontrada por Galileu, era *a justificativa inexistente de que as observações não eram meras ilusões ópticas e de que o instrumento realmente funcionava mesmo sem compreender seu funcionamento.*” (Aluno 04)

As questões ressaltadas acima nos mostram considerações sobre as dificuldades encontradas por Galileu durante a aceitação de suas observações. Sabemos que a ciência não consiste em um amontoado de acertos e momentos de glória. Acreditamos que devemos apresentar aos alunos, o processo científico, com seus avanços, dificuldades, contratempos e até erros cometidos até que tal teoria seja “afirmada”, demonstrando assim a trajetória desenvolvida pelo processo de produção de conhecimento. Acreditamos que as reflexões sobre Galileu e o telescópio foram cruciais neste processo.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste trabalho descrevemos algumas discussões explícitas sobre a história e filosofia da ciência e sobre a natureza da ciência. Estes referenciais foram contextualizados na construção de uma sequência didática para alunos do 9º ano do ensino fundamental II sobre a revolução copernicana. Nesta sequência didática, foi realizado um debate sobre os modelos geocêntrico e heliocêntrico, além da proposta de estudos sobre a figura de Galileu Galilei a partir de duas visões: de um lado um herói, vítima de perseguição da igreja e por outro lado um cientista cheio de artimanhas de convencimento de suas ideias. Buscamos com estas discussões problematizar visões de senso comum sobre o desenvolvimento científico, como a visão empírico-indutivista, e a criação de teorias feitas por Galileu utilizando seu telescópio. Além disso, problematizar a

percepção rígida e engessada do método científico como o único fator para validar uma teoria e como isto ajuda a fomentar percepções equivocadas sobre o desenvolvimento científico.

Muitas dificuldades foram encontradas durante a pesquisa e durante a aplicação desta sequência didática. Primeiramente, em virtude da pandemia, toda intervenção pedagógica foi realizada de forma remota. Acreditamos que atividades que envolvem debates e contraposição de ideias seriam mais interessantes ainda quando feitas de forma presencial. Além disso, uma parte da sequência didática criada para discutir ética na ciência, por questões de tempo, não foi aprofundada neste trabalho, entretanto acreditamos que estas questões possam ser um ponto de partida para futuras discussões.

A falta de formação inicial do professor é um dos maiores desafios a serem enfrentados. Torna-se importante ressaltar que os estudos feitos durante a realização desta pesquisa, as disciplinas do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade de Lavras e a participação em grupos de estudo como o Gestha foram cruciais para a construção deste material. Todos estes obstáculos seriam minimizados se já existisse uma tradição estabelecida em se formar o professor para lidar de modo consciente e crítico com todos esses obstáculos (GIL PEREZ et al., 2001; MARTINS, 2007).

Outro desafio encontrado foi a falta de costume dos alunos quanto a este tipo de abordagem. Acostumados com abordagens baseadas em metodologias tradicionais que envolvem memorização de conceitos, fórmulas e métodos, refletir sobre questões mais abrangentes sobre o desenvolvimento científico também se tornou um desafio. Entretanto pensamos ser necessário que as atividades relativas ao ensino e aprendizagem considerem também variáveis inerentes ao próprio conhecimento científico.

Ressaltamos que este trabalho demonstra a necessidade de promover em sala de aula discussões que familiarizem os alunos com o ato de se fazer ciência e com as estratégias utilizadas durante o desenvolvimento científico.

Como parecem mostrar os resultados empíricos, as discussões promovidas em aula podem contribuir para certas mudanças positivas nas visões de NdC. Os resultados da pesquisa mostram ainda indícios iniciais de um processo de reconstrução na concepção dos alunos sobre o desenvolvimento científico. Alguns demonstraram perceber que um modelo científico possui caráter provisório e pode ser questionado ou até substituído, entretanto esta substituição não envolve apenas uma “batalha de argumentos”, mas também discussões políticas, culturais e sociais. Existiram também discussões significativas no que ao caráter provisório do desenvolvimento científico e sobre os fatores que influenciam na aceitação de uma teoria ou modelo. Alunos ressaltaram também a visão de subjetividade da ciência e problematizaram a

ideia de que gênios constroem o conhecimento científico. Acreditamos que a escolha do período histórico tenha sido importante neste quesito.

Entretanto gostaríamos de ressaltar que a ideia de ciência obediente a regras fixas e a padrões imutáveis se encontram fortemente presentes nas discussões em sala de aula. Em muitas reflexões, emerge o argumento de existir regras e padrões gerais para guiar o desenvolvimento científico e também a ideia de que os experimentos exercem papel revelador da verdade é persistente na visão dos alunos que tendem a uma postura mais racionalista e pouco relativista.

O ensino sobre astronomia focado na revolução copernicana, por ser um período de mudança de paradigmas sobre o universo, pode ajudar os alunos a construir uma visão de ciência como construção humana oriunda de transformações sociais, diferente da forma cumulativa e linear, elitista, individualista e empírico-indutivista encontrada corriqueiramente em livros didáticos e outros materiais de divulgação científica.

Por fim, gostaria de ressaltar a importância deste trabalho em minha formação docente. Acreditamos que este trabalho contribuiu para evitar visões distorcidas sobre o fazer científico, permitiu uma compreensão mais refinada dos diversos aspectos envolvendo o processo de ensino-aprendizagem da ciência e ainda proporcionou uma intervenção mais qualificada em sala de aula. Conclui-se que o ensino sobre ciência carrega consigo um valor epistemológico. Uma abordagem puramente racionalista da História da Ciência, com seu método universal e que não problematize a natureza da ciência e não proporcione reflexões sobre o desenvolvimento científico não contribuirá para a formação de um cidadão consciente e atuante.

REFERÊNCIAS

- ABD-EL-KHALICK, Fouad. Embedding nature of science instruction in preservice elementary science courses: Abandoning scientism, but.. **Journal of Science Teacher Education**, v. 12, n. 3, p. 215-233, 2001.
- ALVES, Milena; BEGO, Amadeu Moura. A celeuma em torno da temática do planejamento didático-pedagógico: Definição e caracterização de seus elementos constituintes. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, p. 71-96, 2020.
- BAGDONAS, Alexandre et al. Discussões sobre a natureza da ciência em um curso sobre a história da astronomia. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 9, p. 17-31, 2010.
- BAGDONAS, Alexandre; SILVA, Cibelle Celestino. **Controvérsias sobre a natureza da ciência na educação científica. Aprendendo ciência e sobre sua natureza: abordagens históricas e filosóficas**. São Carlos: Tipographia, p. 213-224, 2013.
- BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, João; GURGEL, Ivã. Controvérsias sobre a natureza da ciência como enfoque curricular para o ensino da física. **Revista Brasileira de História da Ciência**, v. 7, n. 2, p. 242-260, 2014.
- BAGDONAS, A. **Controvérsias envolvendo a natureza da ciência em sequências didáticas sobre cosmologia**. 2015. Tese (Doutorado em Ensino de Física) – Programa Interunidades em Ensino de Ciências, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- BAGDONAS, A. **História da Física para o Ensino de Física como Cultura: Debates sobre a Neutralidade da Ciência no Período Entreguerras**. In: MARTINS, A. F. P. (Org.). *Física, Cultura e Ensino de Ciências*. São Paulo: Livraria da Física, 2019. Cap. 8. p. 195-214.
- BAGDONAS, Alexandre. A favor e contra o método: a tensão entre racionalismo e anarquismo epistemológico na controvérsia entre Big Bang e Estado Estacionário. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 37, n. 3, p. 1250-1277, 2020.
- BOGDAN, Roberto; BILKEN, Sari. **Investigação em educação: abordagens qualitativas**. Porto: Porto, 1994.
- BRAGA, Marco Antonio Barbosa; MEDINA, Márcio N. O teatro como ferramenta de aprendizagem da física e de problematização da natureza da ciência. **Caderno brasileiro de ensino de física**, v. 27, n. 2, p. 313-333, 2010.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria da Educação Média e Tecnológica. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Brasília: MEC/SEF, 2000, p. 109
- BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (SEMTEC). **Parâmetros Nacionais para o Ensino Médio: Parte III – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias**. Brasília: MEC/SEMTEC, 2000. p. 12.
- BRASIL. Ministério da Educação. **Base Nacional Comum Curricular**. Brasília, 2018.
- BRECHT, Bertolt. **A vida de Galileu**. Abril, 1977.

BRITO, Antonia Edna. **Sobre a formação e a prática pedagógica: o saber, o saber-ser e o saber-fazer no exercício profissional.** Linguagens, Educação e Sociedade, n. 12, p. 45-52, 2005.

CARVALHO, A. M. P. D., & GIL-PEREZ, D. **Formação de professores de ciências: tendências e inovações.** Cortez, 2011.

CAVALCANTE, Ricardo Bezerra; CALIXTO, Pedro; PINHEIRO, Marta Macedo Kerr. **Análise de conteúdo: considerações gerais, relações com a pergunta de pesquisa, possibilidades e limitações do método.** Informação & sociedade: estudos, v. 24, n. 1, p. 13-18, 2014.

CHALMERS, Allan F. **O que é eficiência afinal.** Sao Paulo: Brasiliense, p. 23-63, 1993.

CHALMERS, Alan. **A fabricação da ciência.** Unesp, 1994.

CONRADO, Dália Melissa; NUNES-NETO, Nei F.; EL-HANI, Charbel N. Aprendizagem baseada em problemas (ABP) na educação científica como estratégia para formação do cidadão socioambientalmente responsável. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 2, p. 077-087, 2014.

CORDEIRO, Eduardo de Lima. **Ênfases históricas no Ensino de Cosmologia do Século XX: uma revisão bibliográfica.** 2021. Trabalho de Conclusão de Curso. (Graduação em Física) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Disponível em <http://repositorio.ufla.br/handle/1/47567>

CRUZ, S. M. S. **Aprendizagem centrada em eventos: uma experiência com enfoque Ciência, Tecnologia e Sociedade no Ensino Fundamental.** Tese de Doutorado em Educação – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2001.

DA CUNHA, Marcia Borin. **Jogos no ensino de química: considerações teóricas para sua utilização em sala de aula.** Química Nova na Escola, São Paulo,[s. L.], v. 34, n. 2, p. 92-98, 2012.

DAMASIO, Felipe; PEDUZZI, Luiz OQ. **O pior inimigo da ciência: procurando esclarecer questões polêmicas da epistemologia de Paul Feyerabend na formação de professores.** Investigações em Ensino de Ciências, v. 20, n. 1, 2015.

DE QUADROS LOGUERCIO, Rochele; DEL PINO, José Cláudio. Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para a construção do conhecimento científico em contextos de formação profissional da química/History and philosophy of science contributions to the construction of scientific knowledge in chemistry. **Acta Scientiae**, v. 8, n. 1, p. 67-78, 2006.

DOMINGOS, Fernando; BAGDONAS, Alexandre; ZANETIC, João. **"Então as Luzes se Curvaram": Uma Narrativa Histórica para Debater a Ascensão da Relatividade Geral.** In: VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2020, Florianópolis (online) . Atas do III Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2020. Disponível em: http://www1.fisica.org.br/~epef/xviii/images/Anais_XVIII-EPEF.pdf

DRAKE, Stillman; WISAN, Winifred Lovell. Galileo at work: his scientific biography. **Physics Today**, v. 32, n. 2, p. 54, 1979.

FLICK, Uwe. **Qualidade na pesquisa qualitativa: coleção pesquisa qualitativa**. Bookman editora, 2009.

FORATO, Thaís Cyrino de Mello. **A natureza da ciência como saber escolar: um estudo de caso a partir da história da luz**. 2009. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

FREIRE, Paulo. **Pedagogia do oprimido**. 17. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

GAMA, Leandro Daros; HENRIQUE, Alexandre Bagdonas. Astronomia na sala de aula: por quê?. **Revista Latino-Americana de Educação em Astronomia**, n. 9, p. 7-15, 2010.

GIL, D. **Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. Enseñanza de las Ciencias**, v. 11, n. 2, p. 197-212, 1993.

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

HODSON, Derek. **Philosophy of science, science and science education**. 1985.

HODSON, Derek. **Looking to the future**. Springer Science & Business Media, 2011.

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

KRASILCHIK, Myriam. **O Professor e o Currículo das Ciências**.—[7ª Reimpr.]. São Paulo: EPU, 2012.

KUHN, Thomas. **A Estrutura das Revoluções Científicas**. 13. ed. São Paulo: Perspectiva, 2017.

LAKATOS, Imre. **La Historia de la Ciencia y sus Reconstrucciones Racionales**, trad. Diego Ribes Nicolás, Editorial Tecnos, Madrid, 1987.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Justificativas para o ensino de Astronomia: o que dizem os pesquisadores brasileiros?. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 14, n. 3, 2014, p. 041-059.

LANGHI, Rodolfo; NARDI, Roberto. Ensino de Astronomia: Erros conceituais mais comuns presente em livros didáticos de ciência. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 87-111, 2007.

LEDERMAN, Norman G. Students' and teachers' conceptions of the nature of science: A review of the research. **Journal of research in science teaching**, v. 29, n. 4, p. 331-359, 1992.

- LEDERMAN, Norm G. et al. Views of nature of science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **Journal of research in science teaching**, v. 39, n. 6, p. 497-521, 2002.
- LEDERMAN, Norman G. Nature of science: Past, present, and future. In: **Handbook of research on science education**. Routledge, 2013. p. 845-894.
- MARANDINO, Martha. A prática de ensino nas licenciaturas e a pesquisa em ensino de ciências: questões atuais. **Caderno brasileiro de ensino de Física**, v. 20, n. 2, p. 168-193, 2003.
- MARICONDA, Pablo Ruben. O Diálogo de Galileu e a condenação. **Cadernos de História e Filosofia da Ciência**, v. 10, n. 1, p. 77-160, 2000.
- MARTINS, L. A. C. P. A história da ciência e o ensino da biologia. **Ciência & Ensino**, v. 5, n. 2, p. 8, 1998.
- MARTINS, Gilberto de Andrade. Sobre confiabilidade e validade. **Revista Brasileira de Gestão de Negócios-RBGN**, v. 8, n. 20, p. 1-12, 2006.
- MARTINS, Roberto de Andrade. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, p. 17-30, 2006.
- MARTINS, André Ferrer Pinto. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n. 1, p. 112-131, 2007.
- MARTINS, André Ferrer Pinto. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, 2015.
- MARTINS, Roberto de Andrade. O que é a ciência do ponto de vista da epistemologia. **Caderno de Metodologia e Técnica de pesquisa**, v. 9, p. 5-20, 1999.
- MATTHEWS, Michael R. History, philosophy, and science teaching: The present rapprochement. **Science & Education**, v. 1, n. 1, p. 11-47, 1992.
- MATTHEWS, Michael R. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. **Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas**, p. 255-277, 1994.
- MATTHEWS, Michael S. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.
- MCCOMAS, William F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, n. 2, p. 249-263, 2008.
- MONTEIRO, Ivone Garcia; JUSTI, Rosária S. Analogias em livros didáticos de química brasileiros destinados ao ensino médio. **Investigações em ensino de ciências**, v. 5, n. 2, p. 67-91, 2000.

MOREIRA, Adelson Fernandes; PROENÇA, P. **Abordagem Temática no Ensino de Astronomia: contribuições da história da Ciência**. XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. Florianópolis, SC, 2017.

MOREIRA, Marco A. **Mapas conceituais e diagramas V**. Porto Alegre: Ed. do Autor, v. 103, 2006.

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

PEDUZZI, Luiz OQ. **Sobre a utilização didática da História da Ciência. Ensino de Física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, v. 37, 2001.

PEDUZZI, Luiz OQ. Força e movimento: de Thales a Galileu. **Publicação interna. Florianópolis: Departamento de Física/Universidade Federal de Santa Catarina, 2015a (revisado em julho de 2019)**, 2008.

PEDUZZI, Luiz OQ; MARTINS, André Ferrer P.; FERREIRA, Juliana Mesquita Hidalgo. **Temas de história e filosofia da ciência no ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.

PÉREZ, Daniel Gil et al. **Para uma imagem não deformada do trabalho científico**. *Ciência & Educação (Bauru)*, v. 7, p. 125-153, 2001.

PINHEIRO, Renato Medeiros; LONDERO, Leandro. “MARIE CURIE—A CORAGEM DO CONHECIMENTO”: UMA POSSIBILIDADE NA DISCUSSÃO DE ASPECTOS DA NATUREZA DA CIÊNCIA. **Revista Valore**, v. 6, p. 1558-1569, 2021.

POLATI, F.; ZANETIC, J. **Interpretações Epistemológicas de Licenciandos em Física Acerca dos Modelos Geocêntricos e Heliocêntricos**. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE EDUCAÇÃO EM ASTRONOMIA, 4., 2016, Goiânia-GO. Anais... Goiânia: SAB, 2016. Disponível em: https://www.sab-astro.org.br/wp-content/uploads/2018/04/SNEA2016_TCO2.pdf. Acesso em: 25 abr. 2023.

PORTO, Claudio Maia. A Revolução Copernicana: aspectos históricos e epistemológicos. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 42, 2020.

PRAIA, João; CACHAPUZ, António; GIL-PÉREZ, Daniel. A hipótese e a experiência científica em educação em ciência: contributos para uma reorientação epistemológica. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 8, p. 253-262, 2002.

RIBEIRO, G.; SILVA, J. L. J. C. A Imagem do Cientista: Impacto de uma intervenção pedagógica focalizada na História da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 23, n. 2, p. 130-158, 2018.

ROZENTALSKI, Evandro; BAGDONAS, Alexandre; NORONHA, A. Realismo e antirrealismo científicos: Pela pluralidade filosófica no Ensino de Ciências. **Proceedings of II International History and Philosophy of Science Teaching Group Latin America**, p. 1-22, 2012.

ROZENTALSKI, Evandro Fortes. **Indo além da Natureza da Ciência: o filosofar sobre a Química por meio da ética química.** 2018. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SÁ, Luciana Passos; FRANCISCO, Cristiane Andretta; QUEIROZ, Saete Linhares. Estudos de caso em química. **Química nova**, v. 30, p. 731-739, 2007.

SANTOS, Vanderson de Sousa. A A.G.E.N.C.I.A do Tempo: **Narrativa para trabalhar a história da física nuclear na sala de aula.** 2021. 38p. Trabalho de Conclusão de curso (Licenciatura em Física). Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. Disponível em : <http://repositorio.ufla.br/handle/1/47583>

SILVA, Cibelle Celestino; MARTINS, Roberto de Andrade. A teoria das cores de Newton: um exemplo do uso da história da ciência em sala de aula. **Ciência & Educação (Bauru)**, v. 9, p. 53-65, 2003.

SILVA, José Ricardo Pereira Da. **Um olhar da filosofia da ciência no ensino de física: a perspectiva feyerabendiana da astronomia de Galileu.** 2020. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

DA SILVEIRA, Fernando L.; DE QUADRO PEDUZZI, Luiz Orlando. Três episódios de descoberta científica: da caricatura empirista a uma outra história. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 23, n. 1, p. 27-55, 2006.

SOUZA, Samantha de L. **Contribuições de um texto teatral histórico para o estudo da física nuclear no ensino médio.** 2019. 114 p. Dissertação (Mestrado em Ensino de Física) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2019.

ZANETIC, João. **Física também é cultura.** São Paulo, 1989.

ZANETIC, João. **Ciência, seu desenvolvimento histórico e social: implicações para o ensino.** SÃO PAULO (Estado) Secretaria da Educação. Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. Ciências na escola de, v. 1, p. 7-19, 1990.

ZANETIC, João. **Notas de aula da disciplina FEP156 - Gravitação** ministrada no Instituto de Física na Universidade de São Paulo, no primeiro semestre de 2007.

ZEIDLER, D. L.; SADLER, T. D.; SIMMONS, M. L.; H., E. V. Beyond STS: a research-based framework for socioscientific issues education. **Science Education**, v. 89, n. 3, p. 357-377, 2005.

ZYLBERSZTAJN, Arden. Galileu: um cientista e várias versões. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 5, n. 4, p. 36-48, 1988.

APÊNDICES

APÊNDICE A - QUESTÕES PARA REFLEXÃO SOBRE NdC

- Sabemos que tanto o heliocentrismo quanto o geocentrismo possuem fortes argumentos em sua defesa, como um se sobressai perante ao outro?
- O argumento de uma pedra sendo jogada da torre era usado pelos defensores do geocentrismo para argumentar que a Terra não pode se mover. A partir das mesmas observações, do mesmo experimento, Galileu chegou em uma visão oposta. Como isso é possível? Na ciência um experimento pode ter mais que uma interpretação correta?
- Qual seu veredicto sobre o debate? Quais os argumentos você escolheu para tomar sua posição?
- "Nos tempos antigos, os homens eram estúpidos e acreditavam que a Terra era plana e estava no Centro do Universo. Mas depois chegou a ciência que iluminou nossas mentes: finalmente descobrimos a Verdade: que a Terra gira em torno de si e do Sol, que é atraída pela gravidade do Sol. Grandes foram aqueles homens como Copérnico, Galileu e Newton, que foram capazes de superar o misticismo e a repressão da igreja no mundo em que viviam e, olhando por cima dos ombros dos gigantes, conseguiram enxergar a Verdade." Comente através de um pequeno texto esta citação a luz de seus conhecimentos prévios.

APÊNDICE B - QUESTÕES PARA AS DISCUSSÕES EM TORNO DA FIGURA DO CIENTISTA

- Nos livros didáticos, mídias, filmes, séries ou jornais que você teve acesso até hoje, a figura do cientista se assemelha mais com o primeiro ou segundo texto? Por quê? Faça um breve parágrafo comparando as visões dos dois textos com aquelas que você teve acesso até antes desta aula.

- Qual o papel desempenhado pelo cientista Galileu na revolução copernicana?

- As revelações apresentadas por Galileu causaram mais revolta ou vislumbre entre os aristotélicos da época?

- Quais as dificuldades Galileu teve para afirmar suas observações através do telescópio? Existia na época uma teoria óptica que explicava o funcionamento deste instrumento?

- Quais os motivos levaram a igreja a perseguir o cientista? Estes motivos são justos?

- Se colocando na figura de Galileu, o que você faria? Abjurar de seus ideais pelo medo das consequências futuras de suas escolhas ou defenderia a verdade até o fim independentemente das consequências? Escreva um pequeno texto defendendo seu posicionamento e exemplificando sua escolha.

APÊNDICE C - RESPOSTAS DOS ALUNOS AO FORMULÁRIO 1

Quadro 8: Respostas dos alunos ao formulário 1

QUESTIONÁRIO 1 ¹⁸ - QUESTÕES PARA REFLEXÃO SOBRE NdC
QUESTÃO 1: Sabemos que tanto o heliocentrismo quanto o geocentrismo possuem fortes argumentos em sua defesa, como um se sobressai perante ao outro?
Aluno 1: “O heliocentrismo é mais aceito hoje em dia porque existem cálculos que comprovam a teoria e não só argumentos para tentar comprovar”
Aluno 2: “Geocentrismo e heliocentrismo são duas teorias que explicam o funcionamento do universo. O geocentrismo afirma que a Terra está fixa no universo e os planetas e astros giram ao seu redor. Já a teoria heliocêntrica afirma que a Terra gira ao redor do sol e de si mesma. O heliocentrismo, nos dias de hoje, é a teoria aceita pelos cientistas para entender o universo, por conta do experimento de Galileu (onde foi comprovado a tal teoria heliocêntrica)”
<p>Aluno 3: “O interesse que o ser humano tinha em compreender os movimentos dos corpos celestes gerou muitas observações, pesquisas e teorias religiosas e científicas sobre esse fenômeno. Por volta de 350 a.C., na Grécia antiga, Aristóteles desenvolveu uma teoria que defendia a ideia de que a Terra era o centro do universo e nove esferas ficavam girando em torno dela. Posteriormente, Claudio Ptolomeu reforçou esse pensamento e elaborou a teoria Geocêntrica, também chamada de sistema ptolomaico.</p> <p>Segundo essa teoria, a Terra está no centro do Sistema Solar, e os demais astros orbitam ao redor dela ao longo de um círculo. Conforme o geocentrismo, cada astro se movimenta com velocidade distinta, cuja ordem de proximidade da Terra é a seguinte: Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno. Esse modelo de Sistema Solar foi defendido pela Igreja Católica durante mais de 1.400 anos, visto que apresentava aspectos de passagens bíblicas.</p> <p>A teoria heliocêntrica já vinha sendo desenvolvida durante o século III a.C., através de observações do astrônomo grego Aristarco de Samos. No entanto, somente no século XVI d.C. foi que Nicolau Copérnico sistematizou uma teoria que contrapunha o modelo geocêntrico, sendo denominado heliocentrismo.</p> <p>Nicolau Copérnico, sua teoria heliocêntrica afirmava que a Terra e os demais planetas se moviam ao redor de um ponto vizinho ao Sol, sendo, este, o verdadeiro centro do Sistema Solar. A alternância entre dias e noites é uma consequência do movimento que a Terra realiza sobre seu próprio eixo, denominado movimento de rotação.</p> <p>Rapidamente, a Igreja Católica se opôs à teoria heliocêntrica, e Copérnico só autorizou a divulgação de seus dados matemáticos que comprovavam a teoria após sua morte, pois temia ser condenado por heresia pela Igreja Católica.</p> <p>Posteriormente, Galileu Galilei, durante o século XVII, reforçou a teoria heliocêntrica através de observações com lunetas holandesas. Como consequência de seu “atrevimento”, Galileu foi julgado pelo tribunal da Inquisição, tendo como opção negar sua teoria ou ser queimado na fogueira da Inquisição. Sem muitas alternativas, sua teoria foi negada.</p> <p>Porém, o heliocentrismo foi sendo aperfeiçoado por cientistas e astrônomos como Michael Maestlin, Johannes Kepler e Isaac Newton, e, atualmente, é a teoria mais aceita pela comunidade científica. A Igreja Católica, por sua vez, só aceitou esse modelo de Sistema Solar em 1922.”</p>
Aluno 4: “O geocentrismo possui os próprios sentidos dos seres humanos. Durante a antiguidade, eram os sentidos que guiavam as ações dos seres, por exemplo, se o Sol estava se pondo era um sinal de que eles deveriam se esconder. Desse modo, ao assistir o Sol realizar uma volta, do nascente até o poente, era coerente dizer que a Terra era o centro do Universo e que o Sol orbitava em volta dela. O heliocentrismo entregou cálculos e provas científicas de que a Terra girava ao redor do sol e a alternância entre dia e noite se devia ao fato de que ela girava no seu próprio eixo”.

¹⁸ Respostas marcadas com “-----” representam alunos que deixaram em branco o campo de resposta.

Aluno 5: “O modelo heliocêntrico se sobressai sobre o geocêntrico, pois existem mais argumentos que verificam a sua veracidade, por exemplo, Nicolau Copérnico foi o astrônomo responsável pela sistematização do modelo heliocêntrico, que explicava que alternância entre dias e noites é uma consequência do movimento que a Terra realiza sobre seu próprio eixo e que era bem mais simples e não precisava da inclusão de tantos movimentos para que se explicasse ciclos de planetas como Marte. Depois dele, Galilei Galilei ainda reforçou esse modelo a partir da observação das fases de Vênus, da superfície da Lua e os satélites de Júpiter.”

Aluno 6: “O heliocentrismo é a doutrina que afirma que o Sol (Helios, em grego) é o centro do cosmos. Em geral, ela é colocada em oposição ao geocentrismo, que afirma que a Terra é quem ocuparia a centralidade. Se heliocentrismo significa simplesmente o Sol como o centro do universo, o geocentrismo é a doutrina que afirma que a Terra ocupa essa centralidade. Atualmente, por mais que pareça mais óbvio que o modelo heliocêntrico é o correto, por muito tempo as dúvidas eram mais fortes. Além disso, ter a Terra – que é o planeta habitado por humanos – como o centro do universo fazia parte de uma questão filosófica e cosmológica maior. Por isso, o conflito entre ambos os modelos não era apenas de argumentos matemáticos, mas também de crenças. Depois de Copérnico, cientistas que desenvolveram sua teoria puderam provar e generalizar alguns resultados. Um dos exemplos é Johannes Kepler, que elucidou sobre o movimento de órbita dos planetas ao redor do Sol”

Aluno 7: “O Geocentrismo foi muito aceito por ser algo que nós vemos, que é o Sol dar voltas em torno de nós, mas o Heliocentrismo apresentou a teoria.”

Aluno 8: “Uma teoria se sobressai sobre a outra porque uma é mais simples que a outra, ajudando a fazer previsões mais precisas e colaborando com ideias como a de gravidade, por exemplo. Levando em consideração a navalha de Occam, que diz que em relação a teorias formuladas sobre as mesmas evidências, é mais racional acreditar na mais simples.”

Aluno 9: “Heliocentrismo: Acredita que todas as órbitas giram em torno do sol.
Geocentrismo: A terra no centro do universo. O Geocentrismo era aplicado antigamente, pois era o que eles viam e aparentemente viviam, eles só tinham noção que o sol girava em torno deles. A ideia do Heliocentrismo sobressai pois era estudada, e confirmada, mesmo que no início, os antigos não apoiaram essa ideia”

Aluno 10: “Antigamente o modelo do geocentrismo era o mais aceito, até que com o avanço da nossa sociedade e da tecnologia conseguimos comprovar que o sistema heliocêntrico é o modelo correto, pois atualmente sabemos que não é a terra que se localiza no centro do universo e que os corpos celestes estão a orbitando. Sabemos que a Terra orbita o Sol no sistema solar, juntamente dos demais planetas.”

Aluno 11: “O Heliocentrismo se sobressai devido a este modelo ter sido formulado e aperfeiçoado ao longo dos anos, e como a tecnologia e dispositivos foram avançando, foi se tornando mais fácil se observar os astros, e assim pode acontecer no futuro, que com novos dispositivos podem aparecer novos modelos”

Aluno 12: “O heliocentrismo acaba se sobressaindo mais pelo fato de ser um modelo planetário mais atual e que foi desenvolvido por meio de estudos, já o geocentrismo é mais antigo e nem é mais aceito, e também foi baseado apenas pela observação e achismo.”

Aluno 13: “Se heliocentrismo significa simplesmente o Sol como o centro do universo, o geocentrismo é a doutrina que afirma que a Terra ocupa essa centralidade. Atualmente, por mais que pareça mais óbvio que o modelo heliocêntrico é o correto, por muito tempo as dúvidas eram mais fortes. Além disso, ter a Terra – que é o planeta habitado por humanos – como o centro do universo fazia parte de uma questão filosófica e cosmológica maior. Por isso, o conflito entre ambos os modelos não era apenas de argumentos matemáticos, mas também de crenças. Depois de Copérnico, cientistas que desenvolveram sua teoria puderam provar e generalizar alguns resultados. Um dos exemplos é Johannes Kepler, que elucidou sobre o movimento de órbita dos planetas ao redor do Sol.”

Aluno 14: “Um se sobressai sobre o outro porque o heliocentrismo é a teoria mais aceita atualmente, e ela é mais aceita pois é mais fácil de acreditar, porque ela é mais simples.”

Aluno 15: “O heliocentrismo é o mais aceito hoje em dia já que ele se apoia em provas científicas, já o geocentrismo se apoiava em observações do céu e religião.”
Aluno 16: “O Heliocentrismo se sobressai sobre o Geocentrismo por causa das observações espaciais, e das viagens para o espaço, fora as teorias sobre a gravidade.”
Aluno 17: “O heliocentrismo é o atual aceito na sociedade, por explicar de forma simples e compreensível o que o geocentrismo apontava de forma complexa. O geocentrismo é hoje considerado ultrapassado, mas na época era bastante aceito, por diversos motivos, envolvendo até questões religiosas.”
Aluno 18: “O geocentrismo afirma que a Terra está fixa no universo e os planetas e astros giram ao seu redor. Foi muito utilizada na Antiguidade para esclarecer como aconteciam os fenômenos celestes, porém, atualmente não é mais válida. Já a teoria heliocêntrica afirma que a Terra gira ao redor do sol e de si mesma.”
Aluno 19: “Acredito que o que fez sobressair o heliocentrismo são os estudos e as tensões sociais da época”
Questão 2: O argumento de uma pedra sendo jogada da torre era usado pelos defensores do geocentrismo para argumentar que a Terra não pode se mover. A partir das mesmas observações, do mesmo experimento, Galileu chegou em uma visão oposta. Como isso é possível? Na ciência um experimento pode ter mais que uma interpretação correta?
Aluno 1: “Galileu explicou que a pedra cai perto da torre porque a Terra se move e tudo que está dentro dela também, então por isso que a pedra não saiu voando.”
Aluno 2: “Galileu só comprovou o heliocentrismo, com a ajuda da luneta, que havia sido inventada recentemente por um holandês, mas o italiano a aperfeiçoou – e a apontou para o céu. E assim a maior revelação, que provou de uma vez por todas que a Terra não é o centro do movimento dos astros, veio com a descoberta das luas de Júpiter. Galileu notou que ao redor dele giravam quatro satélites naturais. Ou seja, já não era possível sustentar a ideia de que todos os corpos celestes orbitavam o nosso planeta. (E ele foi obrigado a retratar-se perante a Igreja, para não ser condenado à morte)”
Aluno 3: “Só existe uma interpretação correta e ela é concretizada com fatos. Neste experimento Galileu conseguiu provar que ele estava certo dizendo que a Terra pode se mover, mostrando que como a Terra se move a torre e a pedra vão se mover juntas, assim a pedra vai cair reto.”
Aluno 4: “Sim. Como o próprio nome indica, interpretações sofrem variações realizadas por diversos fatores. Um deles que deve ser valorizado são os recursos disponíveis na época. Por exemplo, o fato de geocentrismo deve muito a magnitude da Igreja na Idade Média, já que essa pregava a Terra como principal planeta do universo com base na Bíblia e não queria ter seus dogmas desacreditados.”
Aluno 5: “Os defensores do geocentrismo afirmavam que se a Terra estivesse em movimento, uma pedra jogada do alto de uma torre cairia em um ponto diferente da sua origem, mas Galileu usou o conceito da inércia para mostrar que, ao jogar a pedra, sua velocidade em relação ao Sol, não desaparece, na verdade, ela é mantida, o que faz com que essa pedra mantenha o movimento para frente, juntamente com a Terra. Assim, Galileu mostrou que é possível haver várias interpretações para só um experimento, mas só uma delas está correta.”
Aluno 6: “Não, apenas uma é correta.”
Aluno 7: “Galileu dá o exemplo de um barco , que está parado , e do alto do mastro é largado uma pedra, onde ela cairia ? E se o barco estiver em movimento constante, ela cairia no mesmo lugar ou distante ?”
Aluno 8: “Se levarmos em consideração que a análise da realidade garante apenas verdades únicas, não é possível existir duas interpretações corretas opostas. O que acontece são falhas de interpretações, erros humanos. O argumento da pedra pode ser facilmente refutado pela ideia de inércia.”

Aluno 9: “Massas maiores atraem massas menores. Sim.”
Aluno 10: “Para chegar em uma visão oposta, Galileu estudou sobre tal questão, para desenvolver uma teoria sobre o assunto da Terra não estar no centro do universo e sim se movimentando. Mais de uma interpretação 100% correta não, mas teorias controversas sobre um assunto que não temos o total conhecimento ou certeza de algo, podem existir.”
Aluno 11: “Galileu provou que, dois objetos de massas diferentes, jogados em uma queda livre de um mesmo local e simultâneo, chegariam ao solo juntos, desmentindo assim, a ideia de que um objeto mais pesado cairia mais rápido diante do mais leve. Sim.”
Aluno 12: “Sim. Na ciência um experimento pode estar em desenvolvimento e em fase de estudos, ou seja, não está totalmente comprovado, sendo assim, podem haver diversas visões que podem estar corretas, ou que podem ser melhoradas.”
Aluno 13: “Pode ter diversas interpretações, mas neste caso só uma está correta.”
Aluno 14: “Isso é possível, pois ele reparou outro ponto que não foi reparado pelos outros, e com isso fez com que ele chegasse a uma visão oposta. Na ciência um experimento pode ter mais que uma interpretação correta”
Aluno 15: “Sim, os defensores do geocentrismo argumentavam que se a Terra se movia, uma pedra que fosse jogada de cima de uma torre deveria cair longe dela e não ao pé da torre. Mas Galileu chegou a uma visão oposta, que a pedra também se movia junto com a Terra por isso ela caía ao pé da torre”.
Aluno 16: “O Argumento da Torre entrou em desuso após a descoberta da gravidade, por Isaac Newton, que descobriu que todas as coisas são puxadas por algo de massa maior.”
Aluno 17: “Na ciência, não se pode ter mais que uma interpretação correta. Se fosse assim, dificilmente chegaríamos em uma cura de uma doença, por exemplo, mas os pontos de vistas das pessoas são diferentes, e cabe a elas achar provas concretas de que o que elas acreditam é cientificamente possível. Em uma visão rasa, a experiência da pedra parecia realmente comprovar que a Terra não girava, mas portanto, se isso fosse realmente verídico, vários fenômenos seriam diferentes. Galileu mostrou uma interpretação oposta e que igualmente fazia sentido, e que condiz com o que afirmamos hoje.
Aluno 18: “Isso pode ser possível, porque Galileu comprovou que uma pedra duas vezes mais pesada que outra não caía realmente duas vezes mais rápido. Exceto pelo pequeno efeito da resistência do ar, ele descobriu que objetos de vários pesos, soltos ao mesmo tempo, caíam juntos e atingiam o chão ao mesmo tempo. Sim, na ciência um experimento pode ter mais que uma interpretação correta.”
Aluno 19: “Na ciência pode ter várias interpretações de um determinado assunto”
Questão 3: Qual seu veredicto sobre o debate? Quais os argumentos você escolheu para tomar sua posição?
Aluno 1: “Eu apoio o heliocentrismo, o principal argumento utilizado foi com base na lei da gravitação universal proposta por Newton.”
Aluno 2: “O debate foi muito importante, acho que não só para mim, mas para a turma inteira, porque aprendemos mais essas teorias que é o Geocentrismo e o Heliocentrismo. Argumentos religiosos e históricos.”
Aluno 3: “Heliocentrismo. Porque Galileu dentre suas descobertas, ele mostrou que Júpiter tinha quatro satélites que orbitavam em torno dele. Dessa forma, ele mostrou que os corpos celestes podiam, sim, estar em movimento assim como as coisas que as orbitavam também estavam em movimento. Assim, ele

<p>mostrou que o fato da Lua girar ao redor da Terra não implicava que a Terra estivesse parada como o modelo geocêntrico mostrava.”</p>
<p>Aluno 4: “Além do básico, que o heliocentrismo é o modelo aceito atualmente, meu veredicto é que a ciência é mutável, não existe um certo e errado, apenas algo que torna ultrapassado e é substituído por algo mais moderno. O heliocentrismo pode ser o modelo atual, porém, nada comprova que em alguns anos ele não será substituído por um modelo mais atual e condizente com a verdade.”</p>
<p>Aluno 5: “O veredicto sobre o debate é que o modelo heliocentrico é o mais correto, para tomar a minha posição usei principalmente as descobertas de Galileu, como as luas em Júpiter, as fases de Vênus e a superfície da Lua, para comprovar este modelo.”</p>
<p>Aluno 6: “O Heliocentrismos ganhou, pois a teoria dele é a mais aceita”</p>
<p>Aluno 7: “O Heliocentrismo continua sendo a teoria que bate com a realidade, já que a Terra não tem uma massa forte o suficiente para manter o Sol orbitando-a através da força de gravitação.”</p>
<p>Aluno 8: “O debate, em minha opinião, complementou nossos estudos, trazendo estudos externos à escola e fazendo links com matérias já estudadas. Para realizar minha argumentação utilizei exemplos e a história do Geocentrismo e Heliocentrismo. Apontando como o Heliocentrismo faz mais sentido, levando em consideração as ideias de Kepler, as observações de Galileu, modelo de Ptolomeu, etc. Apontei, também, o que teria que ser refutado pelos defensores do Geocentrismo para que sua teoria seja aceita.”</p>
<p>Aluno 9: -----</p>
<p>Aluno 10: “Durante o debate ficamos encarregados de defender o sistema geocêntrico, utilizamos de argumentos como por exemplo, não ser possível perceber a terra em movimento, do argumento da torre entre outros, mas mesmo assim, com tais conhecimentos que possuímos atualmente, é basicamente impossível defender a ideia de que a terra é o centro do universo.”</p>
<p>Aluno 11: “De que o Heliocentrismo possui mais argumentos para refutar o Geocentrismo, Crateras da Lua, Força Gravitacional, e experiências dos Físicos.”</p>
<p>Aluno 12: “O veredicto sobre o debate foi que o heliocentrismo seria o mais certo, porém não há nada comprovando que o geocentrismo esteja totalmente errado. Os argumentos que eu e meu grupo escolheu para tentar defender o geocentrismo, foi que teria que levar em consideração que na época que esse modelo era aceito não havia recursos científicos para que esse modelo fosse validado cientificamente, além de que as pessoas se basearam na religião e na observação para concluírem o conceito do geocentrismo.”</p>
<p>Aluno 13: “Por ser comprovado e correto o heliocentrismo acabou ganhando o debate, o argumento mais válido é que o heliocentrismo teve grandes avanços na astronomia. Antigamente, acreditavam que a Terra era o centro do universo e o Sol girava em torno dela (Geocentrismo) a Igreja Católica acreditava muito que a Terra era o centro do universo. Porém, foi o astrônomo Nicolau Copérnico (no século XVI) e, posteriormente, Galileu Galilei (no século XVII) que desenvolveram e deram sustentação científica para a teoria heliocêntrica. Este último astrônomo conseguiu provar a teoria graças as observações feitas com o uso do telescópio.”</p>
<p>Aluno 14: “Que no debate foi utilizado questões históricas e religiosas e não cheguei a um veredito.”</p>
<p>Aluno 15: “No fim do debate, foi concluído que as duas teorias, tanto a do geocentrismo como a do heliocentrismo possuem fortes argumentos, mesmo o heliocentrismo sendo o mais aceito hoje em dia. E também vimos que com o passar do tempo podem existir mudanças nessa teoria.”</p>
<p>Aluno 16: “O Heliocentrismo é, na minha opinião, correto, por causa das observações e viagens espaciais e da teoria da gravidade.”</p>

Aluno 17: “Sobre o debate, o heliocentrismo realmente é o mais correto, não é em vão que ele é o atual aceito. Na época em que o geocentrismo era aceito, muita pouca tecnologia e conhecimento existia no mundo, era comum acreditar no que facilmente se via, e não no que realmente era. Também é difícil discordar com tantas provas que se tem hoje em dia, e com o quão complexo era o geocentrismo, que acaba emendando tantas coisas em uma só teoria, somente para justificar que ela era a correta.”

Aluno 18: “O debate foi ótimo para que cada um expusesse e defendesse sua opinião, mesmo todos já sabendo a verdade. Fui escolhida para defender o Geocentrismo e usei o argumento de que a Terra era o centro do Universo, com todos os planetas e o Sol girando ao seu redor.

Aluno 19: “No debate eu usei as questões históricas para me posicionar”

Questão 4: "Nos tempos antigos, os homens eram estúpidos e acreditavam que a Terra era plana e estava no Centro do Universo. Mas depois chegou a ciência que iluminou nossas mentes: finalmente descobrimos a Verdade: que a Terra gira em torno de si e do Sol, que é atraída pela gravidade do Sol. Grandes foram aqueles homens como Copérnico, Galileu e Newton, que foram capazes de superar o misticismo e a repressão da igreja no mundo em que viviam e, olhando por cima dos ombros dos gigantes, conseguiram enxergar a Verdade." Comente através de um pequeno texto esta citação a luz de seus conhecimentos prévios."

Aluno 1: “Antigamente a Igreja controlava o mundo então também a teoria aceita sobre a posição da Terra seria verdadeira. Foi assim com Ptolomeu que propôs o geocentrismo e os católicos o apoiaram com todas as forças e quem fosse contrário a esse pensamento seria julgado e poderia até morrer, então depois de muito tempo os cientistas por meio de estudos comprovaram que o heliocentrismo se sobrepõe ao geocentrismo.”

Aluno 2: “Galileu só comprovou o heliocentrismo, com a ajuda da luneta, que havia sido inventada recentemente por um holandês, mas o italiano a aperfeiçoou – e a apontou para o céu. E assim a maior revelação, que provou de uma vez por todas que a Terra não é o centro do movimento dos astros, veio com a descoberta das luas de Júpiter. Galileu notou que ao redor dele giravam quatro satélites naturais. Ou seja, já não era possível sustentar a ideia de que todos os corpos celestes orbitavam o nosso planeta. (E ele foi obrigado a retratar-se perante a Igreja, para não ser condenado à morte) O debate foi muito importante, acho que não só para mim, mas para a turma inteira, porque aprendemos mais essas teorias que é o Geocentrismo e o Heliocentrismo. Argumentos religiosos e históricos. Nos últimos tempos, é cada vez mais comum ouvir falar de pessoas que acreditam que a Terra seja plana. Entretanto, todo o conhecimento científico acumulado ao longo dos séculos aponta que a Terra é esférica.

O Sol se move no céu, nascendo todos os dias no lado leste, subindo no céu até atingir seu ponto mais alto próximo ao meio-dia, e então passa a descer, se pondo no lado oeste. Os povos antigos que observavam isso, propunham o que parece mais natural: a Terra está parada e Sol em movimento, pois gira ao redor da Terra. Mas na Grécia Antiga Aristarco de Samos propôs um modelo diferente: a Terra está em movimento, e gira ao redor do Sol. Este modelo ficou conhecido como modelo Heliocêntrico e que hoje é a teoria mais aceita.

Aluno 3: “Copérnico, Galileu e Newton foram muito inteligentes e persistentes. Heliocentrismo é um modelo cosmológico que afirma a centralidade do Sol no Universo. Isso significa que os astros, a Terra e os demais planetas se movem ao seu redor, e é ele o centro do Sistema Solar.”

Aluno 4: “A Inquisição foi uma grande inimiga da ciência, essa instituição era formada pelos tribunais da Igreja Católica que perseguiam, julgavam e puniam pessoas acusadas de se desviar de suas normas de conduta. Essas "normas" eram qualquer estudo, ideologia, experimento que ferisse as Sagradas Escrituras. É necessário dar total reconhecimento a cientistas que arriscaram a própria vida para expor seus trabalhos e ideais, sem eles, não estaríamos diante de tanta tecnologia hodiernamente. Ademais, não é correto denegrir a imagem dos que acreditavam no geocentrismo, já que eles eram vítimas das circunstâncias de sua época.”

Aluno 5: “A muitos anos atrás acreditava-se que a Terra era o centro do Universo e que os outros planetas giravam em torno dela, no entanto, surgiu o modelo heliocêntrico, sistematizado por Nicolau Copérnico, que afirmava que, na verdade, o Sol ficava no centro e a Terra girava em torno dele, mais tarde, Galileu e

<p>Newton foram muito importantes para a consolidação desse modelo, o que foi um processo muito difícil, já que a Igreja apoiava o geocentrismo e na época, quem discordava da Igreja era punido de forma extremamente cruel e autoritária.”</p>
<p>Aluno 6: “Isaac Newton, que numa carta escrita em 1676 a Robert Hooke disse: “se vi mais longe foi porque estava aos ombros de gigantes”. Os gigantes de Newton eram então Galileu Galilei e Johannes Kepler. Mas também era verdade que Galileu e Kepler só tinham podido ver mais longe aos ombros de Nicolau Copérnico que, em pleno século XVI, desafiou a tradição geocêntrica segundo a qual o Sol rodava em torno da Terra. E é aos ombros dos três que Newton chega à sua lei da gravitação universal segundo a qual todos os corpos se atraem uns aos outros no universo.”</p>
<p>Aluno 7: “Estes homens conseguiram apresentar e fazer de sua teoria uma realidade mesmo nos tempos em que a "bruxaria" era considerada algo real . Pessoas que apresentassem algo fora do normal como realidade eram consideradas loucas e muitas das vezes sentenciadas à morte”</p>
<p>Aluno 8: “Antigamente, as pessoas acreditavam que a terra era plana e que estava no centro do universo, algo que poderia até fazer sentido para alguns, ao observar de um modo não muito elaborado a realidade. Poderse-ia pensar que os outros astros estivessem nos orbitando, com a terra parada no centro de tudo e que a terra fosse plana, a primeira vista. Hoje sabemos que a terra tem formato geoide e que faz o movimento de translação e rotação(que causa a ideia de estarmos sendo orbitados pelos outros astros). O que os cientistas fizeram foi duvidar do que estava estabelecido, descobrindo novas características do universo. Em minha opinião, devemos continuar dessa forma, questionando. Porque podemos estar errados, assim como estivemos no passado. Mas, para isso, é necessário um estudo prévio das outras observações de outros cientistas para que possamos fazer constatações que façam sentido, não fazendo falsas interpretações que já foram feitas por outros no passado.”</p>
<p>Aluno 9: “As pessoas acreditavam em apenas uma coisa na época, porque era o que elas viviam e viam na época, dois pensadores discordaram dessa ideia pois viram no telescópio e estudaram, e foram perseguidos pela sociedade.”</p>
<p>Aluno 10: “A ciência nos possibilitou saber a verdade, graças a grandes nomes como newton, Galileu, Copérnico, que passaram por cima do misticismo da igreja, e seguiriam nos estudos para comprovar o que acreditavam que conseguimos fazer tantas descobertas que hoje temos certeza de sua veracidade. A ciência nos deu tal luz, para que fosse possível desmentir tais teorias e mostrar a verdade.”</p>
<p>Aluno 11: “Essas observações feitas foram cruciais para reforçar o Heliocentrismo e seus conceitos, reforçando a ideia de que o Sol está no centro do Sistema Solar, e que ele atrai todos os planetas devido à sua força gravitacional, porém foi um trabalho difícil convencer os Geocêntricos sobre o Heliocentrismo, e ainda mais a Igreja”</p>
<p>Aluno 12:-----</p>
<p>Aluno 13: -----</p>
<p>Aluno 14: “Antigamente a teoria do geocentrismo era uma ideia muito difícil de ser acreditada pelos homens heliocentristas, mais com a chegada da ciência foi descoberto a teoria mais aceita atualmente, que é o heliocentrismo”</p>
<p>Aluno 15: “No passado , os homens acreditavam nas ideias da igreja sem questionar, mas com a chegada da ciência muitos cientistas conseguiram descobrir a "verdade" abrindo os seus e os nossos olhos.”</p>
<p>Aluno 16: “A citação anterior conta que, antes da ciência, os homens eram ignorantes, mas quando ela surgiu, todos foram abençoados por sua luz.”</p>

Aluno 17: “A ideia de que o homem era o centro e que o universo era composto de esferas perfeitas, assim como Deus, era perfeita na visão religiosa. Difíceis foram os tempos para os heliocentristas, que eram perseguidos por conseguir provas de que o geocentrismo não era verídico. A ideia de que a Terra é plana, o centro no nosso sistema, é deveras ultrapassado, tendo em vista que a maioria das vezes, são baseados na visão que temos, já que não é raro termos pensado que o mundo era plano ou o centro de tudo uma vez na vida. É com a ciência e suas descobertas que evoluímos e compreendemos cada vez mais como funciona esse complexo mundo.”

Aluno 18: “Na Grécia Antiga Aristarco de Samos propôs um modelo diferente: a Terra está em movimento, e gira ao redor do Sol. Este modelo ficou conhecido como modelo Heliocêntrico. Esta ideia não ganhou muitos adeptos na época, e só passou a ser novamente defendida muito tempo depois, principalmente com a repercussão dos trabalhos de Nicolau Copérnico, no século XVI. No século XVII, grandes cientistas como Galileu e Kepler defenderam o Heliocentrismo numa época em que a Igreja era muito poderosa, e o Geocentrismo era a teoria mais aceita. Hoje em dia a ideia de que a Terra gira em torno do Sol é amplamente aceita. Essa foi uma mudança de visão de mundo muito importante, em que a Terra deixou de ser considerada o centro do universo e passou a ser vista como apenas mais um planeta, que gira como os outros ao redor do Sol.”

Aluno 19: “Quando a ciência chegou ela mostrou que a terra não era plana, e a ciência também refutou várias teorias, como o geocentrismo que era protegido pela igreja por diversos fatores.”

APÊNDICE D - RESPOSTAS DOS ALUNOS AO FORMULÁRIO 2

Quadro 9: Respostas dos alunos ao formulário 2

QUESTIONÁRIO 2¹⁹ - QUESTÕES PARA DISCUSSÃO EM TORNO DA FIGURA DO CIENTISTA
QUESTÃO 1: Nos livros didáticos, mídias, filmes, séries ou jornais que você teve acesso até hoje, a figura do cientista se assemelha mais com o primeiro ou segundo texto? Por quê? Faça um breve parágrafo comparando as visões dos dois textos com aquelas que você teve acesso até antes desta aula.
Aluno 1: “Segundo, porque é nele que mostra como Galileu chegou a sua conclusão. Os dois textos relatam Galileu como um cientista que possuía ideias, mas não podia expressar para todos por causa da perseguição da igreja, e mostra ele como uma pessoa comum que estuda, mas a minha visão anteriormente era de que Galileu era uma pessoa maluca com cabelos alfinetados que só fazia cálculos.”
Aluno 2: -----
Aluno 3: “A figura do cientista nos livros didáticos é uma mistura dos dois textos, não sendo muito romantizado como o primeiro e nem tão realista quanto o segundo, devido a repercussão que geraria se apresentasse tais informações em um livro para adolescentes, já que ocorreria uma divisão de opiniões. Já nos materiais, dados na sala de aula para o debate de heliocentrismo X geocentrismo, a figura do cientista era mais realista, como o segundo texto, apresentando suas falhas e as repercussões geradas ao apresentar o seu estudo para a sociedade, dando ênfase no preconceito que a igreja fazia com o seu pensamento, dizendo ser algo perigoso e que não condizia com a realidade.”
Aluno 4: “As informações expostas se assemelham ao texto que romantiza a figura de Galileu Galilei. Na verdade, em grande maioria, os materiais realizam uma citação bastante leviana de Galileu, citando apenas seu ano de nascimento e falecimento e suas principais obras. Eu imagino que isso se justifique pela idade dos alunos, por exemplo, conheci o nome Galileu Galilei no quinto ano. Naquela idade, eu já tinha uma noção concreta da minha religião e do meu relacionamento com a Igreja Católica, que sempre foi firme. Mas vi muitos colegas que são católicos ficarem confusos diante de algumas discussões, acho que esse é um dos principais motivos da exposição dessa versão romantizada de Galileu é o receio de trazer a tona a questão religiosa que esse assunto traz a tona, o que obviamente não deveria ocorrer. É necessária a exposição mais realista de personagens históricos para que os alunos não se sintam tão "distantes" dessas figuras.”
Aluno 5: “Com o texto "Galileu Galilei: um herói vítima da Inquisição", pois antes desta aula, eu tinha uma visão irrealista de um cientista, como uma pessoa bem mais evoluída e que, como mostrava nos filmes, nunca tinha pensamentos normais. Em uma comparação, percebemos que o primeiro texto mostrava Galileu como um herói, um deus onisciente que era incapaz de errar, ou seja, um pessoa perfeita. Já no segundo texto, Galileu foi mostrado como um homem comum, que passou por muitos desafios para fazer com que acreditassem em suas teorias.”
Aluno 6: “A visão romântica”
Aluno 7: “No primeiro texto traz uma parte mais teórica, apresentando mais uma parte em que os cientistas se baseiam em hipóteses, tentativas constantes e estudos, no segundo traz uma parte mais científica, onde são feitos experimentos, testes , etc.”
Aluno 8: “A figura do cientista se assemelha mais com a do segundo texto, de alguém que é um herói, iluminado, algo de "outro mundo". Já o segundo texto mostra as estratégias utilizadas por Galileu para divulgar suas ideias no contexto social de censura, da época. Na mídia, a imagem do cientista que é passada é de alguém iluminado por algo ou alguém, um sujeito de sorte. Essa imagem acaba não atraindo mais pessoas para a ciência, porque elas pensam que não são capazes. Entretanto, como já foi falado nas discussões da aula, qualquer um pode ser

¹⁹ Respostas marcadas com “-----” representam alunos que deixaram em branco o campo de resposta.
Respostas marcadas com * representam alunos que não responderam o questionário.

um cientista, desde que estude as análises de outros cientistas e respeite uma metodologia.”

Aluno 9: -----

Aluno 10: “Do primeiro texto, pois atualmente temos o conhecimento que Galileu e suas ideias eram corretas, e a igreja o perseguia, pois não gostaria que tais mudanças acontecessem e fossem aceitas.”

Aluno 11: “Texto 2. Devido ao cientistas nos filmes é contado mais sobre sua história e projetos, sempre descobrindo novas coisas e tentando convencer aos outros sobre seu projeto criado ou conclusões alcançadas através de pesquisa, porém mesmo pela oposição, tem uma ligação com o texto 1, onde o cientista acaba sendo um herói futuramente pelas suas descobertas.”

Aluno 12: “Pelas poucas vezes que eu tive acesso às ideias e teorias de Galileu, ele tenta ao máximo ser aceito, e ele nunca deixa de defender suas crenças, por mais que a maioria acredite em algo diferente.”

Aluno 13: “A figura do cientista nos livros didáticos é uma mistura dos dois textos, não sendo muito romantizado como o primeiro e nem tão realista quanto o segundo, acredito que seja devido a repercussão que geraria se apresentasse tais informações em um livro para adolescentes de 14/15 anos, já que ocorreria uma divisão de opiniões e também pelo fato de ser complicado falar sobre religiões em sala de aula, já que pode ter uma grande diversidade de opiniões e crenças. Já nos materiais(textos, artigos e vídeos), dados pelo professor Gabriel para o debate de heliocentrismo X geocentrismo, a figura do cientista era mais realista, como o segundo texto, apresentando suas falhas e as repercussões geradas ao apresentar o seu estudo para a sociedade, dando ênfase no preconceito que a igreja fazia com o seu pensamento, dizendo ser algo perigoso e que não condizia com a realidade.”

Aluno 14: “A figura do cientista se assemelha com o segundo texto, porque no período da revolução Científica o Galileu esteve envolvido em diversas discussões sobre a ciência. E Galileu é conhecido como o pai de vários métodos científicos modernos, e ele é conhecido assim por isso.”

Aluno 15: “O segundo texto, já que a figura do cientista que as mídias passam é uma imagem de pessoas superdotadas, geniais e longe da nossa realidade, como "cientistas malucos" que chegam a conclusões por meio de experimentos sem lógica. Já no primeiro mostra que os cientistas chegam a conclusões através de estudos e pesquisas.”

Aluno 16: “Nas mídias sociais, temos a visão de que os cientistas são heróis, perfeitos, e abençoados com sabedoria por alguma divindade.”

Aluno 17: “A visão se assemelha mais com a do primeiro texto, a visão romântica de Galileu. No primeiro texto, Galileu é um ser brilhante, com ideias fantásticas, que lutava pelas ideias mesmo sabendo da sua morte, um verdadeiro herói sem capa. No segundo, Galileu é como um ser humano comum, se esforçando para tirar suas conclusões e confirmá-las, em que qualquer argumento poderia ser contra ele, e que ele não subiu ao topo sozinho.”

Aluno 18: -----

Aluno 19: “Nos filmes, mídias, séries e livros didáticos os cientistas são apresentados como pessoas loucas, muito inteligentes, que passam dia e noite estudando ou seja a versão que a mídia vende dos cientistas é uma versão romantizada que não condiz com a realidade.”

QUESTÃO 2: Qual o papel desempenhado pelo cientista Galileu na revolução copernicana?

Aluno 1: “Galileu teve um papel muito importante para a ciência, uma vez que descobriu novos planetas e trouxe novos argumentos provando que a Terra não é o centro do sistema e sim o Sol.”

Aluno 2: “A consagração do modelo de universo proposto por Copérnico veio ao longo do século seguinte, quando Galileu Galilei, em 1610, reuniu evidências do heliocentrismo através de observações astronômicas realizadas com telescópios.”

Aluno 3: “Como defensor da teoria heliocêntrica, Galileu comprovaria o acerto da teoria copernicana, sofrendo, por causa disto, o cerceamento de divulgar suas ideias. Como filósofo, procurou estabelecer uma metodologia que permitisse o conhecimento seguro dos fenômenos da Natureza. Para tanto, a Matemática ocuparia um lugar central no método conhecido como matemático-experimental. Galileu apoiou a teoria copernicana, iniciou a matematização da Natureza, apreendeu a ideia de força como agente mecânico, lançou as bases da Física experimental e da Mecânica Moderna, além de elaborar os princípios operacionais do moderno método científico.”

Aluno 4: -----

Aluno 5: “Galileu Galilei era astrônomo, físico e engenheiro, que viveu a 379 anos atrás e que atualmente é referenciado como "pai da física moderna", ele realizou diversas observações com seu telescópio, criado pelo mesmo e colocado como mais moderno da época, e em uma dessas observações ele descobriu as fases de Vênus, os satélites de Júpiter e muitas teorias sobre o movimento dos corpos, a inércia e os astros. Assim, concluiu que os corpos menores teriam de necessariamente orbitar os maiores, comprovando a teoria do heliocentrismo, já que devido a presença de fatos que validavam que a massa do Sol era muito maior do que a da Terra, seria impossível concluir que, na verdade, o Sol é que estaria orbitando a Terra.”

Aluno 6: “Conhecido como pai da ciência moderna, Galileu Galilei foi um cientista, físico, astrônomo, escritor, filósofo e professor italiano que deixou legado importante em diversas áreas. Seus estudos e contribuições ajudaram a influenciar e aprimorar a Matemática, a Física e Astronomia, entre outras áreas. Considerado revolucionário à época, chegou a ser perseguido e julgado pela Igreja Católica, que considerava suas teorias controversas e polêmicas.”

Aluno 7: “Galileu fez descobertas que apenas aumentavam a credibilidade do Heliocentrismo, sendo uma delas a rotação de Júpiter ao redor do Sol. No modelo Geocêntrico, diziam que, como a Lua dava voltas na Terra, a mesma ficava parada no centro, mas Júpiter apresentava rotações ao redor do Sol, e apresentava 4 satélites naturais. Essas descobertas influenciaram para a aprovação do modelo Heliocêntrico, pois com as mesmas, novos pensamentos se formaram para outras pessoas.”

Aluno 8: “Galileu tem um papel importante no sentido de ser questionador, mostrando para as pessoas dados concretos e não mais apenas especulações sobre a terra e o universo.”

Aluno 9: *

Aluno 10: “Galileu realizou diversas descobertas que auxiliaram a revolução copernicana, como o descobrimento da rotação de Júpiter ao redor do Sol, essa e outras descobertas, ajudaram com que o sistema heliocêntrico fosse aceito.”

Aluno 11: “O sistema Geocêntrico era um sistema muito complexo, assim Nicolau Copérnico criou o Sistema Heliocêntrico, onde o Sol estaria no centro do Universo, e coube a Galileu Galilei á aperfeiçoar o telescópio , assim Galileu fez grandes observações como a descobertas das fases de Vênus, que contribuíram pra reforçar o Sistema Heliocêntrico”

Aluno 12: “O seu papel foi apresentar as suas ideias relacionadas às ideias de Copérnico.”

Aluno 13: “Como defensor da teoria heliocêntrica, Galileu comprovaria o acerto da teoria copernicana, sofrendo, por causa disto, o cerceamento de divulgar suas ideias. Como filósofo, procurou estabelecer uma metodologia que permitisse o conhecimento seguro dos fenômenos da Natureza. Para tanto, a Matemática ocuparia um lugar central no método conhecido como matemático-experimental. Galileu apoiou a teoria copernicana, iniciou a matematização da Natureza, apreendeu a ideia de força como agente mecânico, lançou as bases da Física experimental e da Mecânica Moderna, além de elaborar os princípios operacionais do moderno método científico. Nesse processo, estruturou o conhecimento da Natureza em novas bases, abalando os alicerces da

concepção medieval do Mundo. A metafísica ou o finalismo aristotélico-escolástico, segundo o qual tudo na Natureza ocorria para cumprir desígnios superiores, seria contestado. Na nova Física de Galileu, já não se colocaria a questão do porquê dos fenômenos, mas a de como ocorriam os fenômenos.”
Aluno 14: “O papel de Galileu na revolução copernicana foi que ele foi um grande marco na para total integração dos estudos para a revolução”
Aluno 15: “Na revolução copernicana Galileu comprovou a teoria de Nicolau Copérnico que os planetas giram em torno do Sol, o heliocentrismo.”
Aluno 16: “Galileu aperfeiçoou o telescópio, fazendo-se possível a observação mais detalhada dos planetas”
Aluno 17: “Galileu foi um importante homem para a luta de uma visão contra os conceitos religiosos.”
Aluno 18: *
Aluno 19: “Galileu fez descobertas que aumentaram a credibilidade do Heliocentrismo e isso fez com que ele tivesse um papel muito importante na revolução copernicana.”
QUESTÃO 3: As revelações apresentadas por Galileu causaram mais revolta ou vislumbre entre os aristotélicos da época?
Aluno 1: “Causaram revolta”
Aluno 2: “Revolta”
Aluno 3: “Revolta”
Aluno 4: “As revelações causaram revolta aos professores aristotélicos que eram grandes figuras públicas da época. Os argumentos de Galileu contradiziam sua ciência, esporadicamente levando-os ao ridículo. Estes professores atacaram seriamente a Galileu e quando acabavam seus argumentos científicos, eles recorriam a argumentos teológicos.”
Aluno 5: “Revolta, pois os aristotélicos da época, que eram muito poderosos, sentiam que os argumentos de Galileu contradiziam sua ciência, assim, se recusavam a olhar no telescópio de Galileu, afirmando que seria visto apenas ilusões de ótica e quando acabavam os argumentos, recorriam a Igreja.”
Aluno 6: “Suas observações o levaram a grandes descobertas que contrariavam as crenças filosóficas e religiosas da época, as quais eram baseadas nos ensinamentos de Aristóteles.” Aluno 7: “Causaram mais revoltas, pois os aristotélicos tinham consciência de que o modelo geocêntrico era o correto, portanto as revelações de Galileu era uma afronta aos mesmos.”
Aluno 8: “As ideias de Galileu causaram a revolta dos Aristotélicos da época porque o modelo de análise e as ideias de Galileu eram contra o que eles acreditavam.”
Aluno 9: *
Aluno 10: “Revolta, pois as revelações apresentadas por Galileu eram contrárias as seguidas pelos aristotélicos da época, que acreditavam no modelo geocêntrico, e Galileu, tentava provar que o sistema verdadeiro era o heliocêntrico, gerando revolta entre os aristotélicos.”
Aluno 11: “Mais revoltas. Pois como o Heliocentrismo estava ganhando mais forças, grande parte de seus argumentos contra o mesmo, foram acabando.”

Aluno 12: “Quanto mais o cientista apresentava suas teorias, mais revolta era causada.”
Aluno 13: “Revolta”
Aluno 14: “Sim, pois as observações levaram a grandes descobertas que contrariavam as crenças filosóficas e religiosas da época, as quais eram baseadas nos ensinamentos de Aristóteles”
Aluno 15: “Mais revolta, na época os aristotélicos achavam os argumentos de Galileu ridículos já que eles seguiam os pensamentos da igreja geocêntricos.”
Aluno 16: “As Revelações de Galileu causaram revolta, pois elas iam contra todas as crenças da época, inclusive as da Igreja.”
Aluno 17: “Revolta, Galileu apresentou ideias completamente contrárias com as da realidade da época, e que faziam com que as antigas ideias parecerem banais.”
Aluno 18: *
Aluno 19: “A revelações de Galileu causaram mais revolta por parte da igreja”
QUESTÃO 4: Quais as dificuldades Galileu teve para afirmar suas observações através do telescópio? Existia na época uma teoria óptica que explicava o funcionamento deste instrumento?
Aluno 1: “Galileu teve dificuldades para afirmar suas observações porque era o primeiro objeto artificial a ser utilizado para uma pesquisa científica e porque não se tinha uma explicação exata sobre o funcionamento do telescópio, porém Kepler, confirmou a teoria de Galileu e só assim foi aceita.”
Aluno 2: ““Deve-se notar que o telescópio foi o primeiro instrumento artificial a ser usado no estudo da natureza. Cientistas aristotélicos, que negavam a existência dos satélites de Júpiter e recusavam-se a olhar pelo telescópio, alegando que ele produzia efeitos caleidoscópicos. Apesar disso, No entanto, Kepler, que já era dos astrônomos mais respeitado da época, deu imediato aval às descobertas de Galileu, enviando lhe uma carta confirmando a existência dos satélites.” Galileu em suas observações em seu telescópio chegou na mesma teoria de Nicolau Copérnico, que dizia que, na verdade, o Sol era o centro do nosso sistema solar. Naquela época a igreja católica controlava completamente a ciência e era a principal opositora a essa teoria, dizendo sempre que a Terra que era o centro.”
Aluno 3: “Galileu teve que passar por várias coisas, como justificar que as observações não eram meras ilusões ópticas, aceitar o resultado de um instrumento. Cientistas aristotélicos, que negavam a existência dos satélites de Júpiter e recusavam-se a olhar pelo telescópio, alegando que ele produzia efeitos caleidoscópicos.”
Aluno 4: “Uma dificuldade encontrada por Galileu, era a justificativa inexistente de que as observações não eram meras ilusões ópticas e de que o instrumento realmente funcionava mesmo sem compreender seu funcionamento. Muitos cientistas aristotélicos negavam a usar o telescópio, alegando que ele produzia efeitos caleidoscópicos.”
Aluno 5: “Na época, não existia uma teoria que explicava o funcionamento correto do telescópio, por isso, muitos, principalmente os cientistas aristotélicos, se negavam a olhar, pois afirmavam que seria visto apenas ilusões de ótica.”
Aluno 6: “Galileu observou, com ajuda de seu telescópio, as irregularidades da superfície lunar, suas depressões e elevações. Ele conseguiu até mesmo medir a altura de algumas das montanhas da Lua e verificar que elas possuíam dimensões comparáveis as que conhecemos na Terra. Não existia.”

Aluno 7: “Para a Igreja , o telescópio se tratava de algo assemelhado à bruxaria, já que o mesmo não era algo que nós compreendemos, portanto , por não existir uma teoria sobre o funcionamento do mesmo, ele era assemelhado à bruxaria, e fazia com que qualquer argumento relacionado à ele seja refutado.”

Aluno 8: “Galileu enfrentou a ideia centralizadora do homem com um objeto que não era conhecido por muitos, não havendo uma teoria óptica que explicasse o seu funcionamento. Portanto, muitas pessoas enxergaram suas observações com olhares críticos.”

Aluno 9: *

Aluno 10: “Pois para igreja os telescópios eram associados à bruxaria, então todos argumentos que Galileu fazia devido ao seu telescópio eram refutados.”

Aluno 11: “A sua principal dificuldade era agora provar que suas observações não eram meras ilusões ópticas, pois as lunetas também geravam ilusões ópticas.”

Aluno 12: “Uma das dificuldades que Galileu passou pra poder afirmar a existência dos satélites de Júpiter que ele havia descoberto por meio do telescópio, foi que vários cientistas aristotélicos se recusavam a acreditar nisso, e não queriam olhar pelo telescópio, e existia uma teoria em que achavam que olhar pelo telescópio poderia causar efeitos caleidoscópicos.”

Aluno 13: “O instrumento aperfeiçoado por Galileu introduziu ainda um conjunto de problemas novos, com os quais ele teria de se confrontar ao longo da vida. Como justificar que as observações não eram meras ilusões ópticas, aceitar o resultado de um instrumento. Cientistas aristotélicos, que negavam a existência dos satélites de Júpiter e recusavam-se a olhar pelo telescópio, alegando que ele produzia efeitos caleidoscópicos. Apesar disso, Kepler, que já era dos astrônomos mais respeitado da época, deu imediato aval às descobertas de Galileu, enviando-lhe uma carta confirmando a existência dos satélites.”

Aluno 14: -----

Aluno 15: “Galileu teve dificuldade para afirmar que suas observações através do telescópio não era ilusões.”

Aluno 16: -----

Aluno 17: “O próprio telescópio não era muito confiável, diziam que ele causava ilusões ópticas e completamente contrárias, por isso Galileu via algo que não existia. Foi necessário que um cientista reconhecido afirmasse as teorias de Galileu.”

Aluno 18:-----

Aluno 19: Não existia teoria que explicasse o funcionamento do telescópio na época e na época isso era considerado uma coisa errada pela igreja, então isso fazia com que as pessoas não acreditassem e julgasse ele.

ANEXOS
ANEXO A - TCLE PROPOSTA DE UMA SEQUÊNCIA DIDÁTICA SOBRE A
REVOLUÇÃO COPERNICANA



Termo de Consentimento Livre e Esclarecido – Anuência do aluno

Eu, _____, declaro, para os devidos fins, que estou sendo convidado(a) a participar da pesquisa do Trabalho de Dissertação de Mestrado, da Universidade Federal de Lavras (UFLA), provisoriamente intitulada “UMA NARRATIVA HISTÓRICA PARA O ENSINO DA REVOLUÇÃO COPERNICANA”, realizada pelo pós graduando Gabriel Henrique Geraldo Chaves Morais, sob a orientação do Professor Doutor Alexandre Bagdonas, da Universidade Federal de Lavras.

Estou sendo informado(a) de que:

01 - O objetivo do projeto é: “investigar as visões dos alunos sobre natureza da ciência e também alguns posicionamentos éticos envolvendo as tensões entre ciência e religião no período da revolução copernicana”;

02- Minha autorização é voluntária e que poderei retirá-la no momento que me for conveniente, sem que haja qualquer constrangimento neste sentido por parte dos pesquisadores responsáveis;

03 – Estou sendo informado(a) de que não me será devida qualquer compensação material ou financeira decorrente de minha autorização.

04 – Estou sendo informado(a) de que minha participação consiste, inicialmente, em 6 aulas, podendo sofrer alterações devido ser desenvolvido na forma não presencial.

05 – Estou sendo informado(a) de que não serei submetido(a), em qualquer momento ou sob qualquer circunstância, a procedimentos capazes de produzir danos físicos, constrangimentos, ou apuro psicológico ou mental;

06 - Assumo que permito a divulgação dos resultados em Dissertação, na publicação de relatórios e artigos científicos;

07 – Quanto à minha identidade, será mantida no anonimato durante todo o período do estudo e na publicação da Dissertação, relatórios e artigos científicos com os seus resultados;

08 – Os pesquisadores estarão à minha disposição para esclarecer quaisquer dúvidas a respeito da minha participação no estudo para esclarecimento de quaisquer dúvidas.

Após ter tomado conhecimento dos detalhes e consequências do estudo e ter lido e compreendido os termos do presente documento declaro que: 01- me encontro no domínio completo de minhas faculdades físicas e mentais e que não me sinto coagido(a), por qualquer motivo ou pessoa, a tomar as decisões acordadas neste convite; 02 – concordo com os termos do convite e que é de minha livre e espontânea vontade a decisão de participar do estudo acima citado.

Assinatura do(a) Declarante:

Tendo em vista a declaração do(a) participante acima assinado, assumimos a responsabilidade total de cumprir as condições de pesquisa descritas, atendendo aos requisitos demandados pelos participantes.

Assinatura do(a) Orientador(a) : _____

Alexandre Bagdonas

Assinatura do(a) orientando(a): _____

Gabriel Henrique Geraldo Chaves Morais

Bambuí _____ de _____ de 2021.

**ANEXO B - ARGUMENTOS PARA O DEBATE
HELIOCENTRISMO X GEOCENTRISMO ²⁰**

PARTE 1 - DEFESA DO MODELO HELIOCÊNTRICO

● **AS LUAS DE JÚPITER**

Galileu olhou para o céu com seu pequeno instrumento e viu o já conhecido planeta Júpiter. Em sucessivas observações ele notou algo estranho: apareciam certos “pontos brilhantes” em volta do planeta, que ele chamou de estrelas, e esses “pontos brilhantes” mudavam de configuração com o passar do tempo.

Palavras de Galileu com relação à sua observação:

“(…) no dia sete de janeiro do presente ano de 1610, à primeira hora da madrugada, enquanto contemplava com o telescópio os astros celestes, apareceu Júpiter (…) percebi (…) que o acompanhavam três pequenas estrelas, pequenas sim, mas em verdade claríssimas; (…) Sua disposição mútua com relação a Júpiter era:

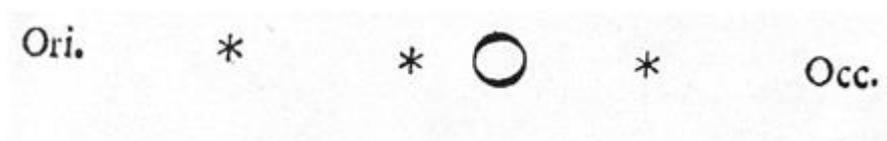
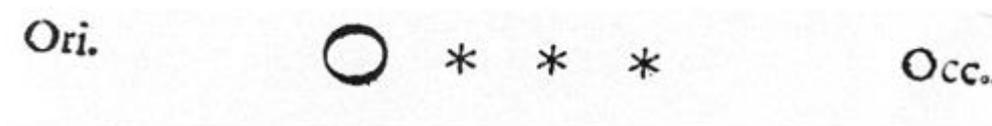


Figura 1²¹: Observações de Galileu sobre as luas de Júpiter

“(…) tendo voltado a contemplá-las no dia oito, não sei por que razão, observei uma disposição diferente (...)”



²⁰ Proposta retirada do curso completo de Astronomia de 2011 oferecido pelo grupo de pesquisa SPUTINIK.

²¹ Disponível em: <https://docplayer.com.br/174733542-Discutindo-astronomia.html>

Figura 2:²² Observações de Galileu sobre as luas de Júpiter

“(...) no décimo dia de janeiro as estrelas apareceram nesta disposição com relação a Júpiter:”

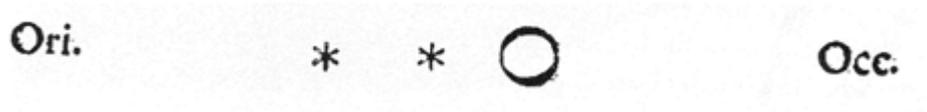


Figura 3²³: Observações de Galileu sobre as luas de Júpiter

Galileu interpretou que estas “estrelas” eram corpos girando ao redor de Júpiter, eu seja, satélites, como a nossa Lua.

● MERCÚRIO E VÊNUS PERTO DO SOL

Copérnico já havia defendido o sistema Heliocêntrico antes de Galileu, em 1543. Seu principal argumento era a maneira concisa pela qual sua teoria explicava diversas características do movimento planetário, que só poderiam ser explicadas pela teoria rival de Ptolomeu de um modo prolixo e artificial. O fato observado era de que, diferentemente dos outros planetas, Mercúrio e Vênus permanecem sempre na proximidade do Sol. Este dois planetas só podem ser vistos no céu poucas horas depois do Sol se pôr e poucas horas antes de ele nascer. Vênus, muito brilhante, é por isso conhecida como Estrela D’Alva, Estrela da Manhã, ou outros nomes similares. Esta é uma consequência natural do sistema Heliocêntrico uma vez que fica estabelecido que as órbitas de Mercúrio e Vênus estão no interior da órbita da Terra. No sistema Geocêntrico, as órbitas do Sol, Mercúrio e Vênus têm que ser artificialmente ligadas para que se alcance o resultado desejado.

²² Disponível em: <https://docplayer.com.br/174733542-Discutindo-astronomia.html>

²³ Disponível em: <https://docplayer.com.br/174733542-Discutindo-astronomia.html>

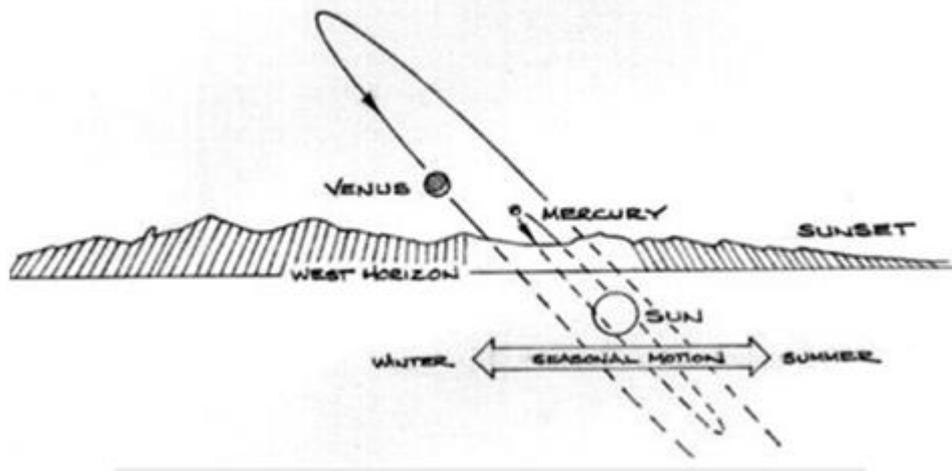


Figura 4: Explicação heliocêntrica de por que Vênus e Mercúrio estão sempre próximos ao Sol²⁴

● . CRATERAS NA LUA

Galileu fez outras observações importantes e que marcaram o desenvolvimento da ciência a partir daquele ponto. Ele apontou o instrumento para a Lua e percebeu que esta não era tão perfeita como se imaginava até então. A velha e conhecida Lua, vista através de uma pequena luneta, ganha formas que emocionam qualquer observador, experiente ou iniciante, amador ou profissional, revela vales e montanhas, sombras e crateras até a ausência de São Jorge.

● . MANCHAS SOLARES

Com o telescópio, Galileu fez uma série de observações das manchas que o Sol parecia apresentar em sua superfície. Projetando a imagem do Sol sobre uma superfície clara, ele fez registros e elaborou vários desenhos que mostravam o tamanho e a posição das manchas encontradas. Seus desenhos foram publicados em 1612 e ilustravam a evolução e o deslocamento das manchas solares, pois Galileu fez uma sequência de imagens obtidas através de observações em dias consecutivos. A Figura abaixo apresenta um magnífico desenho feito por ele:

Essa descoberta pode sustentar a teoria Heliocêntrica proposta por Copérnico pois, ao contrário do que se pensava, o Sol não apresenta uma superfície esférica perfeitamente

²⁴ Disponível em: <https://docplayer.com.br/174733542-Discutindo-astronomia.html>

plana. O modelo aristotélico para os astros era o de uma esfera sem imperfeições, mas Galileu observou que o Sol também possui defeitos, como a Terra.

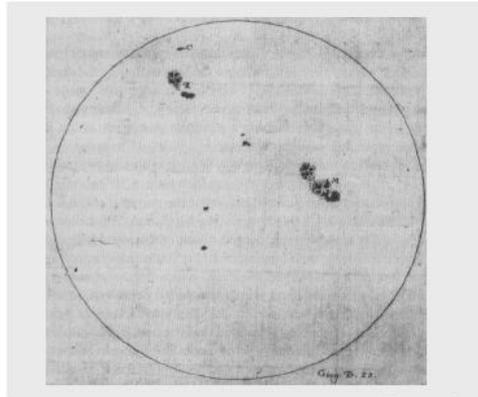


Figura 9: Manchas solares, desenhadas por Galileu Galilei²⁵

Proposta: Através destes argumentos e de sua pesquisa própria, construa a defesa do modelo heliocêntrico.

²⁵ Disponível em: <https://docplayer.com.br/174733542-Discutindo-astronomia.html>

PARTE 2 — DEFESA DO MODELO GEOCÊNTRICO

● · OBSERVAÇÃO COTIDIANA

Nós já estudamos que o Sol se move no céu, nascendo todos os dias no lado leste, subindo no céu até atingir seu ponto mais alto próximo ao meio-dia, e então passa a descer, se pondo no lado oeste. Os povos antigos que observavam isso, propunham o que parece mais natural: a Terra está parada e o Sol em movimento, pois gira ao redor da Terra. De fato, a Terra não parece se mover. Quando estamos em movimento, numa bicicleta, carro ou ônibus, por exemplo, é comum sentir o vento batendo em nossos cabelos, empurrões quando fazemos curvas ou paramos bruscamente. Quando estamos na Terra não sentimos ventos fortes sempre na mesma direção, nem somos arremessados para fora.

● · A ROTAÇÃO DA TERRA E O ARGUMENTO DA TORRE

Quando jogamos uma pedra exatamente para cima, ela cai em cima de nós, certo? Mas quando propuseram que a Terra girasse, não foi o que disseram. Os críticos da rotação da Terra diziam que, enquanto a pedra estivesse no ar, a Terra giraria um pouco, de forma que, quando voltasse ao chão, a pedra estaria um pouco mais atrás (ou à frente) de quem jogou. Mas isso não é o que acontece!

Se a Terra gira sobre seu eixo e gira ao redor do Sol, como supunha Copérnico, então qualquer ponto da superfície da Terra vai deslocar-se uma distância considerável em um segundo. Se uma pedra é jogada do alto de uma torre construída sobre a Terra em movimento, ela vai executar seu movimento natural e cair em direção ao centro da Terra.

Enquanto ela estiver fazendo isso, a torre estará partilhando do movimento da Terra, devido à sua rotação e translação. Consequentemente, quando a pedra alcançar a superfície da Terra a torre terá se afastado da posição que ocupava no começo. Esta deverá, portanto, atingir o solo a alguma distância do pé da torre. Mas isso não acontece na prática. A pedra atinge o solo na base da torre. Isso não nos mostra que a Terra não pode girar ?

Como os aristotélicos afirmam que todo movimento pode ser observado, então, solta-se uma pedra do alto de uma torre, ela cai, a cada momento, sempre paralela à torre até cair no chão, ao lado da torre. Ou seja, não se consegue perceber nenhum outro movimento, a não ser o movimento vertical da pedra. Como os aristotélicos afirmam que todo movimento

pode ser observado, a Terra só pode estar parada; se a Terra estivesse se movimentando, perceber-se-ia algum outro movimento da pedra, e não só o movimento vertical.

O que Galileu propõe é o seguinte: a Terra se move. Mas como é que se mostra isso? Ele usa o argumento dos aristotélicos da queda dos corpos, que a princípio mostrava que a Terra não pode se mover, para sustentar a ideia oposta!

Tanto a pedra, como o sujeito, a torre, a Terra, todos estão fazendo um mesmo movimento. Quando a pedra foi largada, ela já estava girando junto com a Terra. Mas como ele poderia sustentar este argumento?

Para sustentar sua ideia ousada, de que a Terra está em movimento, Galileu propôs outra ideia igualmente duvidosa para a época, que hoje identificamos como a lei da inércia. “Ah! Mas acontece que todo corpo tende a permanecer no seu estado de movimento, todo corpo não é capaz de, por si só, mudar o seu estado de movimento.” Porém a lei da inércia como conhecemos hoje, só foi formulada posteriormente por Newton. Galileu começou a formular as bases de uma nova física, diferente da que era predominante na época, a física Aristotélica.



Figura 10: Argumento da torre²⁶

Proposta: através destes argumentos e de suas pesquisas próprias, construa o argumento de defesa do sistema geocêntrico.

²⁶ Disponível em: <https://docplayer.com.br/174733542-Discutindo-astronomia.html>

ANEXO C

PARTE 1 - GALILEU GALILEI: UM HERÓI VÍTIMA DA INQUISIÇÃO ²⁷

A vontade de Galileu era que a igreja aceitasse suas observações e suas provas e as considerasse perante as idéias aristotélicas. Galileu se sente mal com a necessidade explícita em renegar seu trabalho perante a inquisição, porém não se porta como alguém disposto a mudar de idéia. no diálogo abaixo o cientista conversa com seu aluno Andrea Sarti sobre este dilema:

Galileu: Eu terminei os *Discorsi*.

Andrea: Os *Diálogos* sobre duas ciências novas: a mecânica e a queda dos corpos? Aqui?

Galileu: Eles me dão tinta e papel. Os meus superiores não são tontos. Eles sabem que vícios arraigados não se arrancam de um dia para o outro. Eles me protegem das consequências desagradáveis, me tomando as folhas, uma por uma.

Andrea: Meu Deus!

Galileu: Você disse alguma coisa?

Andrea: O senhor, lavrando água! Eles lhe dão papel e tinta para que o senhor se acalme! Como é que o senhor pôde escrever, com essa finalidade diante dos olhos?

Galileu: Eu sou escravo dos meus hábitos.

Andrea: Os *Discorsi* nas mãos dos padres! E Amsterdã e Londres e Praga dariam tudo por eles!

Galileu: Eu imagino as lamentações de Fabrizio, sacudindo a cabeça, mas em segurança, em Amsterdã.

Andrea: Dois ramos novos do conhecimento, a mesma coisa que perdidos!

Galileu: Certamente será animador, para ele e mais alguns outros, saber que pus em jogo os últimos míseros restos de meu conforto para fazer uma cópia, atrás de minhas costas, por assim dizer, usando os restos de luz das noites claras de seis meses.

²⁷ Texto retirado do Livro “A vida de Galileu” (BRECHT, 1977)

Andrea: O senhor tem uma cópia?

Galileu: A minha vaidade me impediu até agora, de destruí-la. Andrea: Onde ela está?

Galileu: ‘Se o teu olho te irrita, arranca o olho fora.’ Quem quer que tenha escrito essa frase, sabia mais sobre o conforto do que eu. Suponho que seja o pináculo de estupidez entregar essa cópia. Mas como eu não consegui deixar o trabalho científico, tanto faz, vocês fiquem com ela. A cópia está no globo. Se você estiver pensando em levá-la para a Holanda, a responsabilidade é toda sua. Nesse caso, você teria comprado de alguém que tem acesso ao original, no Santo Ofício. *Andrea vai até o globo. Tira a cópia de dentro dele.*

Andrea: Os *Discorsi!* Folheia o manuscrito.

Andrea lê: ‘O meu propósito é expor uma ciência novíssima que trata de um assunto muito antigo, o movimento. Através de experimentos descobri algumas de suas propriedades que são dignas de ser conhecidas.’

Galileu: Precisava empregar o meu tempo nalguma coisa! Andrea: Isto vai fundar uma nova física.

Galileu: Ponha debaixo do casaco.

Andrea: E nós achávamos que o senhor tinha desertado. A minha voz era a que gritava mais alto contra o senhor!

Galileu: É assim que devia ser. **Eu lhe ensinei a ciência, e eu abjurei a verdade.**

Andrea: O senhor escondeu a verdade, diante do inimigo. Também no campo da ética o senhor estava séculos adiante de nós.

Galileu: Explique isso, Andrea.

Andrea: Como o homem da rua, nós dizíamos: **ele vai morrer, mas não renega jamais.** O senhor voltou: eu reneguei, mas vou viver. Nós dizíamos: as mãos dele estão sujas. O senhor diz: melhor sujas do que vazias.

PARTE 2 - GALILEU GALILEI: UM MANIPULADOR DE IDEIAS ²⁸

No período chamado de revolução científica Galileu esteve intensamente envolvido em discussões sobre queda de corpos e organização e funcionamento do universo. Em 1587, Galileu já havia deixado um incômodo na igreja católica devido a sua interpretação neutra sobre o famoso “Inferno de Dante”. Neste trabalho o cientista deixa a entender que na ausência de evidências concretas sobre o “inferno de Dante”, qualquer ideia ou especulação torna-se válida a respeito do assunto. Entretanto, em 1606 seus posicionamentos começam a repercutir.

Seria um equívoco, pensarmos que as conclusões de Galileu eram somente baseadas em suas observações e medidas experimentais. Antes de realizar seus experimentos, o cientista fazia todo um planejamento com a finalidade de construir e aperfeiçoar seu instrumento para alcançar medidas, cada vez mais, precisas e exatas. Com o uso de sua luneta astronômica, Galileu observa satélites em Júpiter, estuda a superfície lunar e o movimento de diversos planetas. Todas estas observações reforçam a sua crença no heliocentrismo e assim Galileu passa a debater com os que se opusessem à sua tese e conseqüentemente aumenta sua relação conflituosa com a igreja

O instrumento aperfeiçoado por Galileu introduziu ainda um conjunto de problemas novos, com os quais ele teria de se confrontar ao longo da vida. Como justificar que as observações não eram meras ilusões ópticas, quando imediatamente, verificava-se que as lunetas também geravam, com facilidade, ilusões ópticas? Como aceitar o resultado de um instrumento, cujo funcionamento não se compreendia, nem se sabia explicar completamente? Deve-se notar que o telescópio foi o primeiro instrumento artificial a ser usado no estudo da natureza. Cientistas aristotélicos, que negavam a existência dos satélites de Júpiter e recusaram-se a olhar pelo telescópio, alegaram que ele produzia efeitos caleidoscópicos. Apesar disso, no entanto, Kepler, que já era um dos astrônomos mais respeitados da época, deu imediato aval às descobertas de Galileu, enviando-lhe uma carta confirmando a existência dos satélites. O livro se tornou um enorme sucesso e Galileu ficou famoso em toda a Europa.

Galileu tinha se tornado célebre com seus descobrimentos astronômicos e com sua facilidade de vender suas idéias. Ele não escrevia em latim, como era costume dos estudiosos, ele escrevia em italiano e de forma bem didática, o que proporcionou uma ampliação de leitores

²⁸ Texto inspirado na obra “Galileu-um cientista e várias versões” (ZYLBERSZTAJN, 1988)

(nobres políticos e religiosos). Ele tinha grande facilidade para divulgar seu trabalho. As suas duas principais obras são escritas na forma de uma conversa na qual as idéias de Simplício, o interlocutor aristotélico, são sistematicamente rebatidas, e algumas vezes ridicularizadas, por Salviati. No “Diálogo sobre os dois principais sistemas do mundo”, o objetivo de Salviati é o de desarmar as críticas anti-copernicanas de Simplício e convencê-lo (e ao leitor, é claro) a aceitar uma nova interpretação da natureza.

“... em 1610 com o Sidereus Nuncius, primeira obra publicada por Galileu, ele anuncia o famoso conjunto de observações astronômicas feitas com o uso de um **“óculos especial”** aperfeiçoado a partir de notícias e relatos de alguns exemplares do instrumento. Esse pequeno **texto de caráter em grande medida panfletário**, pois que, nele, os protocolos de observação são apresentados com um fim claro de **divulgação e de propaganda**, veiculava, como bem o sabia seu autor, notícias capazes de subverter a visão cosmológica estabelecida desde a Antiguidade, consolidada culturalmente pela teologia cristã e pelo ensinamento universitário oficial.” (MARICONDA, 2001, pág.17)²⁹.

Os professores aristotélicos, que eram muitos e poderosos, sentiam que os argumentos de Galileu contradiziam sua ciência, e às vezes passavam ridículo. Estes professores atacaram seriamente a Galileu e, quando acabavam-se as respostas, alguns recorreram aos argumentos teológicos (a pretendida contradição entre Copérnico e a Bíblia). Além disto, a Igreja católica era naqueles momentos especialmente sensível para com aqueles que interpretavam por sua conta a Bíblia, afastando-se da Tradição, porque o enfrentamento com o protestantismo era muito forte. Em relação a Galileu, a função da igreja era proteger as pessoas de serem corrompidas por uma ideologia estreita que podia funcionar em domínios estritos, mas era incapaz de sustentar uma vida harmoniosa.

Galileu se defendeu de quem dizia que o heliocentrismo era contrário à Bíblia explicando por que não era, mas com isto se fazia de teólogo, o que era considerado então como algo perigoso, sobretudo quando, como neste caso, se afastava das interpretações tradicionais. Tornava-se assim, muito mal visto que um profano pretendesse dar lições aos teólogos, propondo algumas novidades um tanto estranhas.

²⁹ para leitura completa da obra acesse:

MARICONDA, P. R. O Diálogo de Galileu e a condenação. Cadernos de História e Filosofia da Ciência, Série 3, v.10, n.1, jan.-jun., 2000

