



UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE – FURG
INSTITUTO DE MATEMÁTICA, ESTATÍSTICA E FÍSICA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS EXATAS

DISCUSSÕES SOBRE AS VISÕES DEFORMADAS DA NATUREZA DA CIÊNCIA

Autor: Jairo Luis de Britto Carvalho

Orientador: João Batista Siqueira Harres

Santo Antônio da Patrulha

2024

Ficha Catalográfica

C331d Carvalho, Jairo Luis de Britto.
 Discussões sobre as visões deformadas da natureza da
 Ciência / Jairo Luis de Britto Carvalho. – 2024.
 75 f.

 Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande –
 FURG, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas,
 Santo Antônio da Patrulha/RS, 2024.
 Orientador: Dr. João Batista Siqueira Harres.

 1. Concepções sobre a natureza da ciência 2. História de Galileu
 3. Produção científica I. Harres, João Batista Siqueira II. Título.

CDU 165

Catálogo na Fonte: Bibliotecário José Paulo dos Santos CRB 10/2344

Trabalho de Conclusão do Mestrado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Exatas, da Universidade Federal do Rio Grande – FURG, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ensino de Ciências Exatas.

Linha de Pesquisa: Perspectivas curriculares contemporâneas para o ensino de ciências exatas.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. João Batista Siqueira Harres
PPGECE – FURG

Prof. Dr. Charles dos Santos Guidotti
PPGECE – FURG

Prof^(a). Dr^(a). Luciano Sant’Ana Agne
Instituto Federal do Rio Grande do Sul

AGRADECIMENTOS

Ao longo deste período que estive dentro do Programa de Pós Graduação em Ensino de Ciência Exatas, gostaria de deixar meus agradecimentos a coordenação do PPGECE, na pessoa do Prof. Dr. Charles dos Santos Guidotti coordenador desta instituição, no Campus de Santo Antônio da Patrulha, pelos préstimos valiosos dedicados à formação dos estudantes e pela sua preocupação constante com a qualidade da produção preparada por estes integrantes do mestrado profissional em ciências exatas. Percebi seus esforços na prática e de todo o corpo de professores e funcionários desta instituição.

Gostaria de registrar com grata satisfação que fui agraciado neste período, com dois excelentes Orientadores, Prof. Dr. Tobias Espinosa de Oliveira e posteriormente pelo, Prof. Dr. João Batista Siqueira Harres aos quais serei eternamente grato por sua preciosa ajuda, dedicação e amizade.

Agradeço ao Prof^(a). Dr^(a). Luciano Sant’Ana Agne, que atendeu ao meu pedido de participar da banca examinadora e proferir palavras de auxílio e relevância para a construção desta dissertação de mestrado. Meus sinceros agradecimentos.

Preciso lembrar também de um irmão de profissão e estudos neste período, que agora Mestre, Daniel Rosa Assunção, que dividiu preocupações, leituras e trabalhos. Sendo um parceiro de idas e vindas à Santo Antônio da Patrulha, tens minha profunda admiração e amizade.

Da mesma forma convivi com colegas que fraternalmente me acolheram e auxiliaram. Desejo a todos um ótimo futuro acadêmico e que o conhecimento nos leve a outros momentos de reencontro.

Dedico muitos agradecimentos a minha família pelos momentos que estive afastado do convívio e afazeres familiares, mas que me permitiram concluir esta importante formação profissional. Principalmente destaco o apoio incondicional de meu filho Pedro Ferreira Carvalho que dedicou seu tempo para refinar com brilhantismo muitas ideias que debatemos a cada pedido de “filho dá uma lida neste texto”. Meu muito obrigado filho.

Por fim, reforço minha convicção de que a educação nos permite sonhar com um mundo melhor e que neste mundo todos tenham a oportunidade de ler, escrever e compartilhar suas ideias e opiniões de forma livre e democrática.

RESUMO

Na perspectiva de proporcionar uma visão mais abrangente e capaz de somar informações que possam levar a uma reflexão sobre o pensamento científico e o contexto histórico em que ele foi criado, que influências sofreu e como ele influencia o olhar da sociedade sobre os conceitos de ciência, buscaremos apontar alguns elementos que identifiquem as concepções dos estudantes a respeito da natureza da ciência (NdC), sua utilização no meio científico e a sua relação com outras ciências. Por isso, a principal preocupação deste trabalho é a correção das visões inadequadas sobre a ciência e a necessidade de estabelecer elementos que possam assessorar os estudantes na pesquisa sobre a natureza da ciência (NdC), contribuindo para diminuir as concepções distorcidas sobre como a ciência é concebida na sociedade e no meio escolar. Da mesma forma, buscamos contribuir com os professores na produção de ferramentas que auxiliem na construção de uma visão científica mais abrangente, utilizando os conhecimentos ofertados para buscar qualificar a prática docente e fundamentar seu uso na vida cotidiana. Para esta tarefa, usaremos a figura histórica de Galileu Galilei, para trazer seu trabalho enquanto pensador e cientista da Idade Moderna. Buscaremos contextualizar e exemplificar como o conhecimento científico precisa de referências para ser elaborado e como os pesquisadores utilizam o conhecimento científico historicamente construído como legado para produzir mais conhecimento e propiciar novas descobertas, abrindo as portas para novas formas de pensar.

PALAVRAS-CHAVE: Concepções sobre a natureza da ciência. História de Galileu. Produção científica.

ABSTRACT

Seeking to provide a broader vision that adds information, leading to reflection on scientific thought, the historical context in which it was created, the influences it underwent, and how it shapes society's perception of scientific concepts, we aim to highlight some elements that identify students' conceptions regarding the Nature of Science (NoS), its usage in the scientific field and its relationship with other sciences. Thus, this work's main issue is the correction of the inadequate conceptions about science; we emphasize the necessity to establish assisting elements regarding the study of the NoS, helping to reduce students' distorted conceptions about how science operates in society and in the school environment. Similarly, we seek to aid teachers in their task to create tools that help to build a broader scientific vision, enabling them to use the available knowledge to enhance teaching practices and apply them in everyday life. To do so, in this work, we use Galileo Galilei's historical figure and work as a thinker and a scientist of the Modern Age. We aim to contextualize and exemplify how scientific knowledge requires references to develop and how researchers use historically constructed scientific knowledge as legacy to generate new knowledge and foster discoveries, opening doors to new ways of thinking.

KEYWORDS: Conceptions about Nature of Science. History of Galileo. Scientific Production.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Compasso geométrico e militar	23
Figura 2 - Movimento do pêndulo	23
Figura 3 - Movimento em plano inclinado	24
Figura 4 - Pequeno telescópio	25

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Visões deformadas da Ciência segundo	15
Quadro 2 – Informações sobre os artigos pesquisados	28
Quadro 3 - Sugestões para melhoria das visões sobre a ciência	30
Quadro 4 - Materiais da Curadoria da NdC sobre Galileu	54
Quadro 5 - Filmes recomendados para referências do estudo da NdC e Galileu ..	55
Quadro 6 - Pinturas com referências à NdC e à Galileu.	56
Quadro 7 - Livros de autores brasileiros referindo-se às ideias de Galileu	57
Quadro 8 - Pinturas de artistas brasileiros referindo-se à Galileu	58
Quadro 9 - Músicas Brasileiras referindo-se a Galileu	59
Quadro 10 - Visões da Ciência	70
Quadro 11 - Atividades e Recursos para Sala de Aula	71
Quadro 12 – Recursos	71
Quadro 13 - Opções Adicionais de Atividades e Recursos	72
Quadro 14 - Recursos Adicionais	72
Quadro 15 - Projetos Criativos	73
Quadro 16 - Recursos Inovadores	73
Quadro 17 - Projetos de Colaboração	73
Quadro 18 - Leituras Complementares e Discussões	74
.....	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	8
2. OBJETIVOS	11
2.1. Objetivo Geral	11
2.2. Objetivos específicos	11
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	12
3.1. O que são as concepções sobre a natureza da ciência?	12
3.2. As visões deformadas da Ciência	13
3.3. Dificuldades e obstáculos no trabalho e as concepções sobre a NdC	16
3.4. Como acessar as NdCs?	18
3.5. Como o estudo baseado pelas NdC pode auxiliar na aprendizagem?	20
3.6. Possíveis abordagens	21
3.7. Galileu Galilei e o estudo da NdC	22
4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DAS CONCEPÇÕES SOBRE A NdC	27
4.1. Revisão de Literatura	27
4.2. Estudo das concepções sobre a NdC	29
5. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL	32
5.1. A vida e a obra de Galileu	32
5.2. Visões deformadas da Ciência mais recorrentes apontadas na literatura	34
5.2.2. Visão rígida	38
5.2.3. Visão individualista e elitista	41
5.3. As visões deformadas e o trabalho de Galileu	43
5.3.1. Visão empírico indutivista da ciência e a obra de Galileu	46
5.3.2. Visão rígida da ciência e a obra de Galileu	49
5.3.3. Visão elitista da ciência e a obra de Galileu	50
5.3.4 As controvérsias dos postulados de Galileu	53
6. O PRODUTO EDUCACIONAL E SEU USO	59
7. CONSIDERAÇÕES FINAIS	62
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA DO PRODUTO EDUCACIONAL	70
10. APÊNDICES	75

1. INTRODUÇÃO

Este estudo a respeito da Natureza da Ciência (NdC) nasce do questionamento sobre as carências dos estudantes em estabelecer concepções adequadas sobre o conhecimento científico e das dificuldades dos currículos escolares em proporcionar um referencial que possibilite aos estudantes comporem uma noção, ainda que básica, sobre a ciência. Lederman (1992), pesquisador norte americano, traz à tona a importância das pesquisas sobre as concepções da natureza da ciência do ponto de vista dos estudantes, visando enriquecimento dos currículos escolares e o diagnóstico das práticas dos professores.

Encontramos na literatura estudos que apontam as principais deficiências encontradas nas concepções dos estudantes, o que deve ser evitado e o que pode ser utilizado no ensino científico e nas relações interdisciplinares.

“Pensamos que uma consideração explícita de tais deformações pode ajudar a questionar concepções e práticas assumidas de forma acrítica e a aproximar-se de concepções epistemológicas mais adequadas que, se devidamente reforçadas, podem ter incidência positiva sobre o ensino”. (Pérez, 2001, pág.127).

Durante todo o século XX, diversos epistemólogos a exemplo de Popper, Feyerabend, Bachelard e Kuhn, têm defendido que a visão positivista da Ciência não corresponde à realidade da construção do conhecimento científico. Na revisão das pesquisas sobre as concepções dos estudantes acerca da NdC, Lederman concluiu que mesmo utilizando diferentes instrumentos de pesquisa, elas convergiam para um único resultado: os estudantes não apresentavam concepções adequadas sobre a natureza da Ciência ou o pensamento científico. Percebemos que se entre pesquisadores e professores o estudo das concepções sobre natureza da ciência suscita muito debate, entre os alunos existem grandes dificuldades de expressar uma concepção adequada sobre ciência e/ou as expressam com muita subjetividade e carregadas de inadequações, vindas provavelmente da dificuldade de enxergar a ciência com objetividade e regada por pressupostos criados por estudos e pesquisas que a colocam como conhecimento à disposição da sociedade e possível de ser identificada, replicada e comprovada.

As pesquisas também apontam a necessidade da introdução do estudo da história da ciência, como essencial para compreender como as concepções científicas atuais foram alcançadas e evoluíram ao longo do tempo. Assim, segundo Lederman (1992) “o uso da História da Ciência é necessário para favorecer o entendimento da natureza da ciência”. Nesse sentido, este autor divide o estudo da natureza da ciência em quatro vertentes distintas:

- Avaliação das concepções de natureza da Ciência dos estudantes;
- Desenvolvimento uso e avaliação de propostas curriculares com o objetivo de aprimorar as concepções dos estudantes a respeito da natureza da Ciência;
- Avaliação e tentativa de melhorar as visões de professores sobre a NdC;
- Identificação da relação entre as concepções dos professores, suas práticas docentes e as concepções dos alunos.

Assim, esta pesquisa parte de alguns aspectos da história e da obra do cientista Galileu Galilei para auxiliar na construção das concepções sobre a natureza da ciência dos estudantes da educação básica. Em particular, utilizando o exemplo da produção científica de Galileu, buscando entender como essa influência pode ser utilizada na construção das concepções adequadas sobre a NdC em sala de aula. Figurando entre os pensadores da Idade Moderna mais estudados por pesquisadores da história da ciência, Galileu ocupa um lugar destacado, sendo considerado um dos precursores da ciência moderna, mesmo que envolto em muitas controvérsias ao longo de sua vida. Suas contribuições para a física, matemática e astronomia foram importantes para o avanço da ciência e para o nosso estudo sobre a natureza da ciência.

Visando propiciar uma reflexão que possa auxiliar na construção de concepções mais adequadas sobre a NdC, buscamos constituir um conjunto de materiais que possam apoiar, estudantes e professores, na redução das visões deformadas da ciência. Para esta ação prática será construído um repositório de materiais, com fundamentação teórica, vídeos, podcast, produções de revistas, textos etc. que referenciem as principais deformações das concepções de ciência que surgem nas pesquisas. Buscando nos trabalhos de Galileu situações que possam fomentar a construção referências para a construção de concepções mais adequadas sobre a natureza da ciência pelos estudantes e servindo de subsídios para o trabalho docente.

"A ciência é um processo social e cultural, influenciado por valores, interesses e paradigmas científicos. Ela está sujeita a mudanças históricas e contextuais, cientistas são seres humanos que trazem suas perspectivas individuais para o processo científico" (Lederman, 1992, p.42).

A construção de uma concepção mais aprofundada sobre a natureza da ciência entre os estudantes, poderia desempenhar um papel fundamental no entendimento do conhecimento científico, ampliando a conexão entre os componentes curriculares e sua significância para a aprendizagem e a construção de conceitos científicos. Ao desenvolver esta compreensão mais ampliada da natureza da ciência, os estudantes seriam capazes de imprimir uma visão mais abrangente do processo científico, seus

princípios e características. Isso os capacita a desenvolver uma abordagem mais crítica e reflexiva em relação à ciência e a própria vida.

"A natureza da ciência é caracterizada pela construção de modelos e teorias, baseados em evidências empíricas e sujeitos a revisão e refinamento contínuos. Envolve a criatividade, a incerteza e a interação entre a comunidade científica." (Lederman, 2014, p.62).

Ao fomentar o uso da história da ciência nas relações educacionais, esta pesquisa sobre as concepções da NdC, visa contribuir para o avanço da compreensão de como a história da ciência pode ser utilizada de forma eficaz na educação científica e contribuir para que as escolas públicas possam utilizar este trabalho no ensino de ciências e sua conexão com os outros componentes curriculares. Da mesma forma propondo fornecer uma perspectiva sobre a natureza da ciência como um empreendimento dinâmico, sujeito a mudanças, influências contextuais, destacando a importância do pensamento crítico, no processo de investigação e da revisão constante das práticas científicas. Ao utilizar a história de Galileu busca-se construir concepções sobre a NdC, nos estudantes, sendo necessário compreender a história da ciência e sua relação com a educação científica. Da mesma forma propor a confecção de um repositório de materiais que poderia contribuir para que professores e alunos possam ampliar suas concepções sobre a natureza da ciência, permitindo uma conexão entre a teoria e a prática pedagógica e dando subsídios para o ensino e a aprendizagem. Com a identificação dos conceitos sobre a natureza da ciência detectados, através da revisão bibliográfica, poderemos fazer a definição de pontos que necessitam ser trabalhados como carências de concepções e visões distorcidas da ciência e propor sugestões, no repositório que possibilite um melhor entendimento sobre a natureza da ciência. As estratégias propostas no repositório apresentam recomendações para se trabalhar o tema proposto, não se tratando de um guia, mas uma alternativa de auxílio e apoio aos estudantes e professores.

Assim, apontamos a seguinte questão de pesquisa, que orientou os estudos, as reflexões e nas produções doravante relatadas:

“Como a vida e obra de Galileu pode ser utilizada em sala de aula para discutir e superar visões deformadas sobre a Natureza da Ciência na Educação Básica?”

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Desenvolver um repositório de materiais educativos com base na vida e na obra de Galileu Galilei, para discutir visões deformadas sobre a Natureza da Ciência (NdC), ampliando o entendimento teórico e prático de professores e alunos sobre o tema.

2.2. Objetivos específicos

- Identificar as concepções iniciais de estudantes do Ensino Médio sobre a Natureza da Ciência, especialmente aquelas que refletem visões deformadas;
- Analisar, com base na revisão bibliográfica e nos dados coletados, três visões deformadas sobre a ciência e sua influência no entendimento da NdC;
- Reunir materiais históricos e didáticos, como imagens, trechos e leituras, relacionados à obra e ao legado de Galileu Galilei, que dialoguem com as visões deformadas identificadas;
- Criar um repositório como produto educacional, organizando os materiais levantados de forma a auxiliar professores e estudantes no enfrentamento de concepções equivocadas sobre ciência.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1. O que são as concepções sobre a natureza da ciência?

Ainda que de forma inicial a Ciência possa ser concebida de forma como o conjunto dos conhecimentos produzidos pela humanidade, a forma como isso ocorre, isto é, natureza da ciência, sempre foi tema de discussão. Como exemplo, talvez o mais antigo, pode ser elencado o “debate” entre Platão e Aristóteles. O primeiro defendia que o conhecimento (e os princípios que o estruturam), já estaria, de certa forma, pronto na nossa mente. O estudo e a reflexão lógica levaria a sua explicitação de forma inequívoca. Por outro lado, Aristóteles defendia que o conhecimento estava pronto na natureza e que a observação atenta e criteriosa dos fatos a nossa volta levaria ao conhecimento correto. Em termos mais modernos dessa discussão, podemos afirmar que aqui temos um racionalista de um lado e um empirista de outro (Harres, 1999a).

Os estudos sobre a história e a filosofia da Ciência mostraram, especialmente no século XX, que esse quadro é bem mais complexo e que, essencialmente, essas duas concepções sobre a natureza da Ciência (NdC) seriam, em última análise, muito simplistas, sendo fácil identificar episódios e situações em que a produção do conhecimento não aconteceu de nenhuma destas duas formas (Lentin, 1997). A partir desses estudos, outras concepções sobre NdC foram desenvolvidas como, por exemplo o racionalismo crítico de Karl Popper, o relativismo radical de Paul Feyerabend, o contextualismo de Thomas Kuhn e o evolucionismo de Stephen Toulmin (Harres, 1999b). A implicação dessas análises logo alcançou a educação científica, identificando-se que estas concepções simplistas estavam muito presentes nos livros didáticos, nas diretrizes curriculares e, por decorrência, na mente dos professores e estudantes (Harres 1999a).

Assim, a educação científica vem debatendo qual seria a concepção sobre a NdC seria mais adequada tanto histórica quanto filosoficamente para orientar os seus estudos em aula e formar um cidadão mais crítico em relação a todo esse processo. Tarefa difícil e talvez impossível dado que a lista das concepções sobre a ciência expressas no parágrafo anterior poderia ser muito ampliada.

Diante dessa impossibilidade, vem sendo feito um esforço para tratar de que nossos estudantes, ao menos, não completem a sua educação reproduzindo visões inadequadas como, por exemplo, de que só a ciência tem as respostas para o desconhecido, enfatizando um cientificismo autoritário ou, no outro extremo, que ela

pode ser facilmente questionada, enfatizando o negacionismo científico. Em outras palavras, tem havido uma busca por identificar e, por consequência, abordar em aula para superar, as concepções deformadas sobre a NdC, linha de pesquisa na qual essa dissertação se vincula. Assim,

a natureza da Ciência é entendida como um conjunto de elementos que tratam da construção, estabelecimento e organização do conhecimento científico. Isto pode abranger desde questões internas, tais como método científico e relação entre experimento e teoria, até outras externas, como a influência de elementos sociais, culturais, religiosos e políticos na aceitação ou rejeição de ideias científicas (MOURA, 2014, p.32).

Vale ressaltar, como faz Martins (2015), que existe uma variedade de denominações para essas concepções.

Enquanto a expressão “natureza da ciência” (“nature of science”) tornou-se lugar comum na literatura especializada da área de ensino de ciências, podendo ser considerada um slogan (uma “catchphrase”, segundo Hopkins et al (2005), outros estudos preferem a expressão “saber sobre a ciência” (“knowledge about science”), “como a ciência funciona” (“how science works”), “epistemologia da ciência” (“epistemology of science”) ou mesmo “ideias sobre a ciência” (“ideas-about-science”). Isso pode ser visto, inclusive, na escolha feita pelos autores em relação às palavras-chave, em cada trabalho. Ademais, o editorial da revista Science & Education escrito por Krogh e Nielsen (2013) evidenciou a existência de um debate em torno dessa questão terminológica” (p. 709).

Portanto, sempre que nos referirmos ao estudo sobre a natureza da ciência, isto está relacionado com o ensino de ciências. Esta discussão sobre a NdC, está contextualizada no processo de pensar e construir mecanismos de reflexões e ações, que possam reverberar em uma ampliação, mesmo que singela, do conhecimento sobre o funcionamento da ciência e a percepção da sociedade sobre o conhecimento científico. Como ponto de percepção destes conhecimentos buscamos trabalhar com as concepções dos estudantes sobre a NdC e como conectar a obra de Galileu Galilei como referencial para ampliar o conhecimento sobre a ciência.

3.2. As visões deformadas da ciência

Ao nos debruçarmos ao estudo das concepções dos estudantes sobre a natureza ciência, nos deparamos com extensa literatura que discute a natureza da ciência seja na sua utilização no meio acadêmico, na construção de currículos escolares e na própria necessidade de abordar a ciência de forma integrada com outras áreas do conhecimento, como a filosofia e a história. Da mesma forma, verificamos que as investigações demonstram que os estudantes não apresentam concepções adequadas sobre a natureza da ciência e sobre a produção do conhecimento científico.

Assim, esta pesquisa, analisa estas concepções dos estudantes referentes à NdC e se propõe a desenvolver formas que possam auxiliar professores e estudantes a ampliarem sua visão crítica sobre o conhecimento científico e as suas formas de produção.

Para estudarmos essas concepções dos estudantes tomamos como referência principal a obra de Gil-Pérez e outros (2001), na qual são apresentadas sete visões deformadas sobre a ciência que com frequência, são identificadas na literatura, nos livros didáticos e nas concepções de estudantes e professores. Tais visões são aqui apresentadas para que se possa discuti-las, buscando uma melhor compreensão da natureza do conhecimento científico, pelos agentes educacionais e pela própria sociedade, pois segundo estes autores:

Uma consideração explícita de tais deformações pode ajudar a questionar concepções e práticas assumidas de forma acrítica e a aproximar-se de concepções epistemológicas mais adequadas que, se devidamente reforçadas, podem ter incidência positiva sobre o ensino (Gil-Pérez e outros, 2001, p.127).

Segundo os pesquisadores: Estes enfoques sintetizaram sete grandes visões deformadas que os autores encontraram em sua ampla revisão de literatura e nas visões deformadas que identificaram nos próprios estudos como, por exemplo, Fernandez (2000) e corroborada também por vários autores.

- Visão empírico indutivista e ateórica;
- Visão rígida (algorítmica, exata, infalível etc.);
- Visão aproblemática e a histórica (dogmática e fechada);
- Visão exclusivamente analítica;
- Visão acumulativa de crescimento linear;
- Visão individualista e elitista da ciência;
- Visão socialmente neutra da ciência;

A seguir resumimos cada uma dessas sete visões apresentadas em Gil -Pérez et al. (2001, p.31).

Quadro 1 - Visões deformadas da Ciência segundo – Gil-Pérez et al (2001)

Empírico indutivista e ateorica	Mais difundida e baseia-se na ideia de que a observação e a experiência são neutras e não são afetadas pelas teorias já existentes. Constitui-se de uma valorização da observação e da experiência, desconsiderando os pressupostos teóricos carregados pelos cientistas nos estudos e conferindo ao trabalho científico um caráter de neutralidade. Também propaga o conceito de descoberta, frequente na imprensa e meios de comunicação.
Rígida (algorítmica, exata, infalível entre outras características)	Apoia-se no método científico, conjunto de processos quantitativos e de controle rigoroso, que garante resultados inquestionáveis. Se constitui a partir da afirmativa sobre a existência do método científico, único e imutável, com etapas rigorosamente definidas que se seguidas levarão ao resultado.
Aproblemática e ahistórica (dogmática e fechada)	Perspectiva de ciência pronta, desconectada de seu processo histórico e dos problemas que discorreram de seu desenvolvimento. Além disso, omite o contexto histórico, a pergunta que deu origem ao conhecimento já existente, as limitações desse saber e as perspectivas que ele abre, dificultando o entendimento do processo científico;
Exclusivamente analítica	Simplista sobre a composição dos programas de pesquisa, os quais derivam de análises realizadas a partir de uma suposta divisão parcelar dos conhecimentos, ignorando completamente sua historicidade e constituição de correntes de pensamento. Ressalta a divisão dos estudos, ignorando as tentativas de criação de teorias unificadoras e dos problemas-ponte, que ligam áreas diferentes.
Acumulativa de crescimento linear	Os conhecimentos científicos evoluem progressivamente de maneira estável e linear durante a história, se acumulando, de forma a ignorar todas suas crises e remodelações. Aponta, ainda, para a construção dos saberes como uma linha contínua de simples acumulação, esquecendo-se das contradições, crises e controvérsias científicas que ocorrem durante o processo.
Individualista e elitista da ciência	Os conhecimentos científicos são considerados como construções exclusivas de sujeitos de altíssimo nível intelectual, em uma forma de trabalho isolado e individual, ignorando a importância das diferentes formas de trabalho científico e da cooperação entre equipes de programas de pesquisa. Acredita que o conhecimento é fruto do trabalho de um único gênio, desprezando o trabalho coletivo. Além disso, a Ciência é apresentada como exclusividade de umas poucas pessoas dotadas de grande inteligência, na sua maioria homens de classes altas.
Socialmente neutra da ciência.	A ciência se desenvolve a parte da sociedade e que cientistas são pessoas acima de qualquer valor humano, ignorando as relações políticas e humanas implicadas na produção científica. A Ciência e o cientista são encarados como neutros, sem influências da sociedade. As implicações do desenvolvimento científico e tecnológico são menosprezadas.

Fonte: Gil-Pérez, 2001)

Essas visões, em conjunto, expressariam, segundo os autores, uma imagem ingênua, profundamente afastada do que é a construção do conhecimento científico, mas que foi se consolidando até tornar-se um estereótipo socialmente aceito, que a própria educação científica acaba por reforçar erroneamente.

Das sete visões apresentadas acima, selecionamos três que são as mais recorrentes na literatura, sendo sobre elas estabelecidas as considerações do que se conecta com a obra de Galileu Galilei. São elas:

- Visão empírico indutivista e ateorica;
- Visão rígida (algorítmica, exata, infalível etc.);
- Visão individualista e elitista da ciência.

Assim, considerando que essas visões deformadas da ciência estão presentes, muitas vezes de forma implícita, em diferentes fontes e pesquisas, buscou-se construir um repositório de materiais de amparo a estudantes e professores, como um conjunto de subsídios que permitam fundamentar o debate e que possam apoiar na construção de concepções mais adequadas sobre a NdC, promovendo assim uma reflexão mais aprofundada e referenciada, sobre essas visões deformadas da ciência. Como sugerem Gil-Pérez e outros (2001), deste modo, podemos tentar aproximar-nos de uma imagem mais correta e adequada do trabalho científico, tomando em consideração essas deformações, isto é, tratando explicitamente de não cair nas mesmas deformações, nem ativa, nem passivamente.

3.3. Dificuldades e obstáculos no trabalho e as concepções sobre a NdC

Ao pensarmos sobre a importância de apoiar com este trabalho na melhoria das concepções de estudantes, justamente seria para auxiliar na construção de concepções de ciência mais engajadas com as necessidades da sociedade e mais próximas do pensar colocados à disposição da ciência, pelos diferentes trabalhos disponíveis sobre o tema. O autor norte americano Norman Lederman desde 1992, já havia trazido ao debate a preocupação com as inadequações das concepções de estudantes sobre a NdC e a dificuldade de os currículos escolares darem conta de reverter concepções inadequadas, arraigadas na formação de professores e por consequência trazidas para as salas de aula, estabelecendo-se como conceitos introjetados no meio escolar e social como verdades absolutas. Ao nos depararmos com as inadequações das concepções dos estudantes, encontramos na literatura muitas referências para que pudéssemos estar buscando subsídios para construir um referencial de apoio aos estudantes e professores, “é um dos objetivos mais importantes da educação científica é que os estudantes do Ensino Básico e do Secundário cheguem a adquirir uma melhor compreensão da natureza da ciência – NdC – (Matthews, 1998b; McComas, Clough e Almazroa, 1998)”.

Como muitos conceitos sobre a NdC, ainda possuem pouca abrangência fora do meio acadêmico, vários pesquisadores como Moura, Lederman, McComas e Olson se debruçaram em estabelecer argumentos que demonstrem a importância que a filosofia da ciência e a história da ciência, possam ser trabalhadas nas escolas com a finalidade de auxiliar na construção de concepções mais adequadas e socialmente comprometidas com a realidade. O termo “Natureza da Ciência” possui várias definições, mas a

entenderemos neste artigo como os valores e suposições inerentes ao desenvolvimento do conhecimento científico (Lederman e Zeidler, 1987). Em um estudo inicial verificamos concepções de estudantes sobre a NdC com inadequações que estamos trabalhando nesta pesquisa, como a visão empírico-indutivista, visão rígida e visão individualista e elitista.

A visão empírico-indutivista no meio escolar reforça-se pelo apelo dado à observação e a experimentação nos currículos de ciências da natureza, onde ainda se usa formulários fechados para fazer experiências nos laboratórios de ciência ou em sala de aula. Muito ainda se copia dos livros didáticos experiências para fazer com os estudantes, reproduzindo o caráter fechado das atividades e a generalização dos resultados. A possibilidade de uso de outros métodos de análise dos dados ou a própria obtenção de outros enfoques permanece distante das necessidades, pois poucas relações com outras ciências ocorrem e o próprio contexto não é levado em conta.

O conhecimento da NdC é em grande parte um metac conhecimento que surge da reflexão sobre a própria ciência, pelo que poderia parecer um objetivo pouco razoável. Sendo que a metacognição constitui o nível de maior complexidade no desenvolvimento cognitivo humano, a compreensão da NdC poderia ficar de fora do alcance da grande maioria dos alunos (Acevedo, 2005, p.15).

Com o desenvolvimento dos estudos sobre a natureza da ciência, foi possível agregar outras percepções ao estudo do conhecimento científico, usando as relações interdisciplinares, como o uso da filosofia e da história, para submeter o estudo da ciência e o saber científico às práticas que envolvam o pensar sobre e contexto onde se produz o conhecimento e engajamento do cientista no processo produtivo e social, criando uma maximização das perspectivas de análise do cientista e do conhecimento produzido.

O papel do professor neste processo é auxiliar o estudo da ciência, sua estrutura e organização, possibilitando que os estudantes possam interagir no processo e sejam participantes no estudo e na produção de conhecimento científico. O que nos parece ser fundamental para o processo educacional e para o desenvolvimento da ciência e sua relação com a sociedade. Por esta visão, estamos propondo o uso das principais deformações que surgem nas pesquisas sobre as concepções de estudantes sobre o conhecimento científico, para a criação de um conjunto de materiais que possam ser usados pelos estudantes e professores para ampliar a visão sobre a NdC e contrapor às visões deformadas da ciência. Usaremos a obra de Galileu para propor este repositório e propiciar opções que propiciem, aos que buscam por informações sobre o tema,

elementos que identifiquem as deformações e elenquem argumentos para poder contra-argumentar a estas deformações sobre a ciência e o conhecimento científico.

Ao pensarmos sobre a importância de inferir com este trabalho na melhoria das concepções de estudantes do ensino médio, justamente seria para auxiliar na construção de concepções de ciência mais engajadas com as necessidades da sociedade e mais próximas do pensar colocados à disposição da ciência, pelos diferentes trabalhos disponíveis sobre o tema.

Com esta visão de construir possibilidades de estar permitindo uma melhoria das concepções dos estudantes sobre o conhecimento científico, disponibilizaremos referências e sugestões que permitam esta melhoria nas concepções dos estudantes e disponibilizando aos docentes ferramentas de auxílio ao trabalho educacional e a educação científica.

3.4. Como acessar as NdCs?

Nas duas últimas décadas muitos trabalhos foram desenvolvidos para construir instrumentos na forma de questionários que acessassem e revelassem as concepções sobre a natureza dos estudantes (NdC). Um dos mais importantes, sem dúvida, é o de Lederman et al. (2002) que apresenta um questionário, conhecido por VONS, que avalia as concepções dos alunos sobre a natureza da ciência. Os autores abordam as diferentes dimensões da natureza da ciência e propõem uma ferramenta para avaliar essas concepções.

Outros estudos também se debruçam sobre o tema das concepções sobre a natureza da ciência. O estudo de Akerson et al (2011) investiga como estudantes que não são especialistas em ciência entendem a natureza da ciência e como essa compreensão influencia a avaliação de evidências científicas em questões sócio-científicas.

Em um artigo de revisão, Lederman (2007) analisa estudos sobre as visões dos alunos sobre a natureza da ciência, destacando as tendências e lacunas nas pesquisas. Na revisão das pesquisas sobre as concepções dos estudantes acerca da NdC, Lederman concluiu que mesmo utilizando diferentes instrumentos de pesquisa, elas convergiam para um único resultado: os estudantes não apresentavam concepções adequadas sobre a natureza da Ciência ou o pensamento científico. Abd-El-Khalick et al (2001) investigam como a instrução explícita sobre a natureza da ciência e a argumentação sociocientífica afetam as visões e práticas de ensino de futuros professores.

Entretanto, trabalhos de décadas anteriores também trouxeram sua contribuição, como é o caso do estudo de Aikenhead (1987), que analisou as visões dos estudantes sobre a ciência e os cientistas, abordando as percepções culturais e sociais associadas à ciência. Harres (1999b) fez uma revisão das pesquisas internacionais, focando em particular nas concepções dos professores e na formação destes. O autor constatou que a maioria dos trabalhos identificou nos professores visões empírico-indutivistas, centradas na observação e no método científico. Além disso, estas visões de Ciência refletiam-se na maneira de perceber o ensino de Ciências. A partir de tais visões, este ensino é visto como baseado no raciocínio lógico, nas explicações que pressupõem a existência de verdades na Ciência e desconsidera o conhecimento prévio do aluno, o que é coerente com a concepção empírico-indutivista da NdC.

De um modo geral, parece-nos claro que discutir a natureza da Ciência é abordar como ela é construída, quer dizer, os elementos, ações, fatores, influências que alicerçam as ideias científicas. Isto passa, a princípio, pela discussão a respeito do método científico. Não há um método científico único, como uma “receita de bolo” a ser seguida passo a passo. Certamente o fazer científico se baseia em métodos, mas não em um único.

O conhecimento científico é construído com o uso de diversos métodos que envolvem a experimentação, a elaboração e a verificação de hipóteses, as concepções e as expectativas dos cientistas etc.; ou seja, o ponto a ser destacado é a multiplicidade de formas como o trabalho científico é feito, e não exatamente como essas formas se relacionam (MOURA, 2014, p. 36).

A construção de uma concepção adequada sobre a natureza da ciência (NdC) é uma preocupação legítima de todos os profissionais da educação, que necessita, cada vez mais, construir referenciais para fundamentar a noção da importância do conhecimento científico como forma de apropriar os indivíduos com referenciais que apontem a relevância do conhecimento científico dentro da sociedade. Destacado a necessidade da ampliação e da melhoria das concepções sobre ciência e o trabalho científico. Evidencia-se a necessidade da criação e desenvolvimento de mecanismos de divulgação dos estudos sobre a natureza da ciência (NdC) dentro dos currículos escolares. Bem como estes processos podem buscar atingir professores, metodologias e estudantes, estabelecendo o foco no processo de ensino e aprendizagem.

Assim, é necessário destacar que para instrumentalizar os estudantes das redes de ensino, de elementos que possam colaborar para a melhoria de suas percepções sobre a NdC, seu contexto dentro do conhecimento científico e sua participação cidadã no

meio social, sendo capaz de intervir e interagir com o fluxo do conhecimento, informação e debate.

3.5. Como o estudo baseado ou complementado pelas NdC pode auxiliar na aprendizagem?

O estudo baseado na natureza da ciência (NdC) desempenha um papel fundamental na construção de uma compreensão robusta e contextualizada do conhecimento científico entre os estudantes. Ao explorar a natureza da ciência, os estudantes aprendem que o conhecimento científico está em constante evolução e é construído coletivamente por meio do trabalho de cientistas ao longo do tempo. Esse entendimento reforça a ideia de que a ciência não é estática, mas sim um processo dinâmico e colaborativo. A natureza da ciência também estimula o pensamento crítico, permitindo aos estudantes questionarem, analisar e avaliar as informações científicas de forma mais criteriosa. Eles aprendem a reconhecer as limitações da ciência, considerar diferentes perspectivas e tomar decisões informadas com base em pesquisas rigorosas. Além disso, a NdC familiariza os estudantes com os métodos científicos, ressaltando a importância da replicação de estudos e da revisão por pares para garantir a confiabilidade e a validade dos resultados científicos. Esse conhecimento é essencial para a compreensão de como o conhecimento científico é verificado e aprimorado.

Os estudantes também aprendem que a ciência é um processo contínuo de construção e revisão do conhecimento, onde teorias científicas são constantemente analisadas e refinadas à medida que novas evidências surgem. Isso promove uma atitude aberta e flexível em relação ao conhecimento científico, incentivando a aceitação de mudanças e novos insights. Através da NdC, os estudantes entendem como a ciência está integrada à sociedade e à cultura. Eles exploram como a ciência influencia questões globais, políticas e éticas, e como a sociedade, por sua vez, afeta a prática científica. Esse entendimento capacita os estudantes a se envolverem de forma informada e responsável com os desafios científicos e tecnológicos da atualidade.

Ao conectar a natureza da ciência ao ensino de ciências, especialmente na rede pública estadual de ensino, os estudantes têm a oportunidade de desenvolver uma compreensão mais completa e contextualizada do pensamento científico. Isso os capacita a se tornarem cidadãos críticos e informados, capazes de participar ativamente de discussões sobre ciência e tomar decisões mais bem fundamentadas.

O estudo sobre as concepções sobre a NdC, suscitam muitas nuances a serem tratadas dentro do tema, por este motivo buscamos compor elementos para uma análise que possa auxiliar no estudo da NdC e a construção de concepções mais adequadas de ciência. Mas com a identificação deste problema dentro do ambiente educacional e na própria sociedade, pensamos ser pertinente trazer ao debate as discussões sobre a construção e/ou melhoria da visão sobre a cientificidade produzida pela sociedade, sua construção e percepção.

3.6. Possíveis abordagens

O estudo sobre a Natureza da Ciência (NdC) pode ser abordado de diversas maneiras, refletindo como a ciência é praticada e compreendida. É fundamental desenvolver nos alunos conceitos e princípios que orientem a construção de noções sobre a ciência e fomentem um ideário sobre sua importância e aplicabilidade na sociedade. Inicialmente, é essencial entender que a ciência é um empreendimento contínuo, pois as teorias científicas estão sempre sujeitas a revisões e atualizações à medida que novas evidências surgem e são analisadas pela comunidade científica. Essa característica dinâmica do conhecimento científico deve ser enfatizada para que os alunos compreendam a natureza evolutiva da ciência, além disso, os estudantes devem reconhecer que existem diferentes métodos para o desenvolvimento do conhecimento científico, sendo necessário seguir o regramento científico adequado para produzir resultados confiáveis e validados. Isso inclui o uso de metodologias apropriadas, a análise crítica dos dados e a revisão pelos pares. Os princípios científicos são aplicáveis universalmente, mantendo sua validade independentemente da localização geográfica.

Esses fundamentos permanecem em vigor até que novas descobertas ou teorias provoquem alterações e estabeleçam novos padrões aceitos pela comunidade científica. O desenvolvimento de um senso crítico é igualmente vital, pois os alunos devem aprender a avaliar alegações não fundamentadas e buscar fontes confiáveis de informação, evitando dados incorretos, distorcidos ou tendenciosos. Essa habilidade é crucial para a formação de um pensamento científico rigoroso e responsável. A ciência deve transcender os limites dos componentes curriculares, conectando-se a diferentes áreas do conhecimento e promovendo uma abordagem interdisciplinar, facilitando uma compreensão mais ampla e aplicada dos conceitos científicos, demonstrando sua relevância em contextos variados.

A compreensão da importância da ética na pesquisa científica e do uso responsável da tecnologia são fundamentais, pois os alunos devem ser conscientizados sobre as implicações éticas de suas ações e decisões, bem como sobre a necessidade de conduzir pesquisas de maneira íntegra e responsável. Comunicar descobertas de maneira clara e acessível é outra competência essencial, sendo que os alunos devem ser incentivados a elaborar relatórios de pesquisa, fazer apresentações orais e divulgar seus trabalhos de forma eficaz, tornando a ciência mais compreensível e acessível ao público em geral.

A ciência desempenha um papel vital na melhoria da qualidade de vida das pessoas e na resolução de problemas globais, como mudanças climáticas e pandemias. É importante que os alunos compreendam como a ciência contribui para a sociedade, promovendo soluções inovadoras e sustentáveis para desafios contemporâneos. Fomentar a pesquisa e a curiosidade pela exploração científica é essencial. Deve-se incentivar a participação em projetos de pesquisa, eventos acadêmicos e a formação continuada, promovendo um ambiente de aprendizagem estimulante e enriquecedor.

Por fim, a ciência deve promover o bem social, a integração dos povos e a preservação do meio ambiente a nível global. Os alunos devem ser conscientizados sobre o papel da ciência na construção de um futuro sustentável e equitativo para todos. Esses princípios formam a base para uma educação científica robusta, que prepara os alunos não apenas para entender a ciência, mas para aplicá-la de maneira ética e responsável em suas vidas e carreiras.

3.7. Galileu Galilei e o estudo da NdC

O estudo da natureza da ciência e o trabalho de Galileu Galilei estão intrinsecamente conectados de várias maneiras. Galileu Galilei (1564–1642) foi um dos importantes cientistas da Idade Moderna. Entre suas muitas contribuições, sobressaem-se as seguintes:

O Compasso de Proporções, também conhecido como Compasso Geométrico e Militar, foi inventado por Galileu em 1597. Este dispositivo multifuncional era utilizado para uma ampla gama de cálculos matemáticos, incluindo multiplicação, divisão, raiz quadrada, e até mesmo balística. Foi um dos primeiros instrumentos que permitia cálculos complexos de maneira prática e acessível para engenheiros e militares.

Figura 1 - Compasso geométrico e militar



Fonte: IL Compasso di Galileo - Storia di un'invenzione (2023).

O movimento pendular, Galileu observou o movimento de um candelabro oscilante na Catedral de Pisa e percebeu que o tempo de oscilação era constante, independentemente da amplitude. Esse princípio do movimento pendular foi fundamental para o desenvolvimento dos relógios de pêndulo e marcou um avanço significativo na compreensão do tempo e do movimento.

Figura 2- Movimento do pêndulo



Fonte: Roma - pêndulo na basílica de ângelus e de mártir do degli de Santa Maria.
Fotos Stock (2017).

Ao estudar o movimento de objetos em planos inclinados, Galileu também percebeu que a aceleração de queda dos objetos (ou seja, a taxa na qual os objetos aceleram em direção ao solo) é constante, independentemente da massa do objeto. Essa observação foi fundamental para a formulação das leis do movimento que se tornariam a base da física newtoniana.

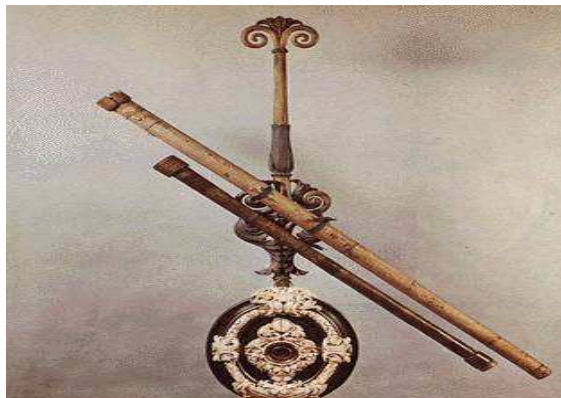
Figura 3- Movimento em plano inclinado.



Fonte: Galileo's Inclined Plane: Rythms of the Spheres. American Journal of Physics, v. 64, n. 5, p. 541-546, May 1996.

As constatações feitas com o uso e aprimoramento do **telescópio**, Galileu aprimorou o telescópio e fez várias observações, incluindo as montanhas e crateras na Lua, as luas de Júpiter (Io, Europa, Ganimedes e Calisto), as fases de Vênus e as manchas solares. Essas observações forneciam evidências empíricas contra o modelo geocêntrico e apoiavam o modelo heliocêntrico de Copérnico.

Figura 4- Pequeno telescópio.



Fonte: Perspecillum Jeremy Norman's Historyofinformation.com (2023).

Ao conectarmos esses dois temas, podemos destacar como as contribuições de Galileu influenciaram a forma como entendemos o desenvolvimento do conhecimento científico e em paralelo a NdC, estabelecendo conexões significativas.

O trabalho de Galileu possuía ênfase na observação direta e na experimentação. Isso abre a possibilidade de debater as formas de produção científica, os diferentes avanços teóricos e a multiplicidade de uso do método científico. Galileu colocou em debate concepções científicas e filosóficas estabelecidas em sua época, incluindo o geocentrismo aristotélico-ptolomaico. Isso destaca a natureza crítica e aberta da ciência, que muitas vezes exige que teorias sejam reexaminadas e revisadas à luz de novas evidências. É um exemplo de como a ciência está em constante evolução e como as teorias podem mudar com o tempo.

O conflito de Galileu com a Igreja Católica devido à sua defesa do heliocentrismo e suas observações astronômicas destaca a tensão histórica entre ciência e autoridade religiosa. Demonstrando como o cientista está envolto por um conjunto de relações sociais, políticas, econômicas e religiosas, que afetam o desenvolvimento científico. Por isso, o uso de métodos de investigação, publicidade, avaliação por pares e o debate na comunidade científica e social, permitem a evolução do conhecimento, conferindo-lhe certa autonomia, mas garantido a transparência.

O símbolo de Galileu no conflito com a Igreja nutriu a ideia de que a ciência é ou deve ser livre de valores, permitindo que essa ideia ganhasse seu lugar como uma parte, reiteradamente afirmada e frequentemente reinterpretada, do entendimento comum da tradição da ciência moderna. Mas quando se discute a liberdade da pesquisa científica, Galileu é muito mais que um símbolo; seus argumentos a favor da autonomia são seminais (Mariconda, Lacey, 2001, p. 51).

Galileu reconhecia a importância da matemática na descrição e previsão dos fenômenos naturais. Seu uso da matemática para descrever o movimento dos corpos celestes influenciou o desenvolvimento da física e da astronomia moderna. Isso destaca como a matemática desempenha um papel essencial na natureza da ciência, fornecendo uma linguagem para a formulação de teorias e modelos científicos. Assim, o trabalho de Galileu é frequentemente citado como um exemplo do processo científico em ação.

A natureza da ciência preocupa-se como podemos desenvolver concepções científicas referendadas em pressupostos teóricos e usá-los para a produção e disseminação do conhecimento científico na sociedade, buscando resolver questões apresentadas ou colocadas aos cientistas. Ao propor a conexão da NdC com o trabalho de Galileu Galilei, podemos ilustrar como suas contribuições influenciaram a prática científica, estabelecendo a importância da história da ciência como um recurso valioso para ensinar os princípios da natureza da ciência aos estudantes. Além de possibilitar um aprendizado sobre a evolução histórica da ciência humana.

4. DESENVOLVIMENTO DO ESTUDO DAS CONCEPÇÕES SOBRE A NdC

4.1. Revisão da literatura

A pesquisa foi realizada nos periódicos da CAPES, seguindo os critérios que seguem. Foram selecionados artigos que atendiam aos critérios de busca e estavam relacionados às concepções dos estudantes sobre a natureza da ciência (NdC). Buscou-se artigos com dez anos ou menos desde a publicação (2013-2023), sendo artigos revisados por pares, contendo pesquisas sobre as concepções de NdC de alunos da Educação Básica, principalmente os do Ensino Médio. Sendo excluídos os que não continham pesquisa com alunos da Educação Básica. Foram priorizados os que continham pesquisas no ensino médio e no Sul do Brasil. Foram selecionados onze resultados que continham os critérios, dos quais resultaram artigos para análise. Os artigos selecionados foram escolhidos com base nos critérios estabelecidos e apresentam pesquisas relevantes sobre as concepções dos estudantes do ensino médio acerca da NdC. A análise desses artigos fornecerá uma possibilidade de compreensão mais aprofundada sobre como os estudantes percebem a natureza da ciência, contribuindo para o desenvolvimento de estratégias educacionais mais eficazes.

Com a pesquisa foi possível identificar os trabalhos que se dedicaram a analisar as concepções sobre a NdC. Assim, foram organizados dois quadros (Quadro 2 e Quadro 3, a seguir) com as informações principais dos trabalhos que serviram para dar subsídios aos estudos desta pesquisa.

Quadro 2 – Informações sobre os artigos pesquisados

Fonte: o Autor

Nº	Autor(es) e ano	Ideias Principais
1	Guimarães; Sousa; Caluza (2022)	Análise de resultados de uma pesquisa sobre as concepções de Natureza da Ciência de estudantes de cursos técnicos integrados de nível médio de um Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia no Brasil. No total, 162 estudantes responderam às perguntas do “Views on Science and Education Questionnaire”.
2	Azevedo; Scarpa (2017)	Importância que as concepções de Natureza da Ciência (NdC) nas pesquisas da área (...). O questionário Visões de Estudantes sobre a Natureza da Ciência por meio da Contextualização em Ecologia.
3	Azevedo; Scarpa (2017)	Pesquisas sobre concepções de Natureza da Ciência (NdC) com foco no metaconhecimento (...) da ciência.
4	Silva; Calaça (2017)	Defesa do ensino da Natureza da Ciência (NdC) como um dos caminhos para a construção (...).
5	Ribeiro; Silva (2015)	Avaliação das concepções acerca da NdC a partir de entrevistas de estudantes.
6	Jobber (2017)	Estudantes apresentam concepções de ciência agregadas à melhoria de tecnologia e das condições de vida das pessoas.
7	Freixo (2014)	Caracterização das concepções sobre a natureza da ciência construídas por estudantes a partir de pesquisas, reflexões e debates a respeito das questões culturais e da natureza do conhecimento científico
8	Santos; Cifuentes (2023)	Análise da realização de uma atividade com estudantes do ensino médio, convidados a expressar suas concepções sobre ciência por meio de tirinhas.
9	Santos; Mariano (2021)	Pesquisa com a primeira série do Ensino Médio de duas escolas do município de Araguaína (TO), sobre o conceito de Ciência (...) a respeito da natureza da ciência, demonstrando a importância de estudos como este, que pautam o contexto escolar.
10	Karat; Giraldo (2019)	Análise das visões sobre a natureza da ciência e as concepções de ciência a partir do uso de videoaulas para estudantes de ensino médio,
11	Souza; Neto (2020)	Averiguação das mudanças nas concepções sobre a natureza da ciência de estudantes que já concluíram o Ensino Médio de uma escola pública.

4.2. Estudo das concepções sobre a NdC

De modo geral, as concepções equivocadas mais comuns apresentadas nestas pesquisas pelos estudantes quando questionados sobre o conhecimento científico, foram:

- Acreditar que a ciência se resume a memorizar fatos e informações. Essa concepção errônea desconsidera a importância do processo científico, da investigação e da análise crítica;
- Pensar que as teorias científicas são absolutas e nunca mudam. Na realidade, a ciência é revisada e ajustada à medida que novas evidências surgem;
- Supor que as conclusões científicas são simples extensões do senso comum. A ciência muitas vezes desafia o senso comum e vai além das explicações superficiais;
- Acreditar que a ciência é completamente isenta de valores e preconceitos. No entanto, os valores e perspectivas podem influenciar a pesquisa científica;
- Pensar que a ciência só se aplica a coisas que podem ser vistas ou tocadas, ignorando a importância da ciência teórica e da exploração do mundo invisível, como partículas subatômicas;
- Acreditar que a ciência sempre fornece respostas definitivas. No entanto, a incerteza faz parte da ciência, e muitas vezes as respostas são probabilísticas;
- Pensar que a ciência pode resolver rapidamente todos os problemas complexos do mundo. Na realidade, muitos problemas exigem tempo e esforço consideráveis para serem resolvidos;
- Supor que todas as teorias científicas têm o mesmo valor, ignorando o princípio da validação por meio de evidências sólidas;
- Perceber como a ciência é influenciada por fatores sociais, políticos e culturais, afetando as prioridades de pesquisa e a alocação de recursos;
- Acreditar que a ciência é um campo reservado apenas para cientistas profissionais e não reconhecem que todos podem se envolver na exploração e compreensão do mundo.

Superar essas concepções errôneas é essencial para promover uma compreensão mais precisa e informada da ciência, incentivando os alunos a abraçarem o espírito crítico e a curiosidade que são fundamentais para a prática científica e para a vida em sociedade.

Quadro 3 - Sugestões para melhoria das visões sobre a ciência

Fonte: o Autor

Visão	Características	Exemplos	Sugestões para Melhoria
Empírico Indutivista	Enfatiza a experimentação e verificação de hipóteses	Reconhecimento da importância da experimentação na ciência	Promover o pensamento crítico e a análise de evidências
	Baseia-se em métodos de descoberta sistemáticos	Necessidade de testar e comprovar teorias através de experimentos	Destacar a natureza provisória do conhecimento científico
Rígida	Enfatiza a certeza e a estabilidade do conhecimento	Crença na absoluta certeza de certas teorias científicas	Fomentar a compreensão da natureza provisória da ciência
	Vê as leis científicas como verdades universais	Consideração das leis científicas como verdades definitivas	Incentivar a consideração da diversidade de perspectivas na prática científica
Elitista e Individualista	Valoriza a criatividade e autonomia dos cientistas	Reconhecimento da importância da imaginação dos cientistas	Promover a colaboração e o trabalho em equipe, reconhecendo a importância da diversidade de perspectivas na prática científica

As estratégias educacionais propostas não apenas visam melhorar a compreensão dos estudantes sobre a ciência, mas também incentivam o desenvolvimento de habilidades essenciais como pensamento crítico, colaboração e respeito à diversidade de ideias. A adoção de uma abordagem centrada no estudante, conforme defendido por Paulo Freire, busca promover a autonomia dos estudantes, transformando-os em sujeitos ativos do processo educacional (Freire, 1996). A colaboração, por sua vez, reflete a natureza coletiva da ciência, promovendo trabalhos em grupo e projetos interdisciplinares não só reforça o conteúdo científico, mas também prepara os alunos para o trabalho em equipe, essencial tanto na ciência quanto em outras áreas profissionais.

Como Vygotsky (1978) destacou, a interação social é crucial para o desenvolvimento cognitivo, e o aprendizado colaborativo pode ser uma poderosa ferramenta educacional. O respeito à diversidade de ideias é igualmente vital, pois a ciência avança através do confronto e da integração de diferentes perspectivas. Incentivar os estudantes a valorizarem diferentes pontos de vista e a se engajar em debates construtivos pode enriquecer seu entendimento e promover uma cultura de

tolerância e diálogo. Nessa linha, Kuhn (1970) argumenta que a ciência progride por meio de revoluções paradigmáticas que ocorrem quando novas ideias desafiam e substituem os antigos paradigmas. Além disso, uma abordagem educacional centrada no estudante, que considera suas experiências, interesses e necessidades, pode aumentar o engajamento e a motivação para aprender. A personalização do ensino, utilizando tecnologias educacionais e métodos ativos de aprendizagem, como a aprendizagem baseada em projetos e o ensino híbrido, pode tornar o aprendizado mais relevante e significativo. Por fim, a educação científica deve visar a formação de cidadãos críticos, informados e engajados, capazes de participar ativamente na sociedade. Isso inclui compreender o impacto da ciência na vida cotidiana e nas grandes questões globais, como mudanças climáticas, saúde pública e inovação tecnológica. Segundo Osborne e Dillon (2008), uma educação científica que contextualiza o conhecimento e o conecta a problemas reais pode preparar melhor os alunos para enfrentar os desafios do século XXI.

5. DESENVOLVIMENTO DO PRODUTO EDUCACIONAL

5.1. A vida de Galileu

Galileu Galilei nasceu em 1564, na cidade de Pisa, filho de uma nobre família florentina, demonstrou desde cedo um interesse pela matemática e pela física. Foi um dos importantes cientistas da história, e frequentemente considerado um dos precursores da ciência moderna. Suas realizações e constatações despertam o interesse por parte da história e da filosofia da ciência, sendo que em 1983 uma pesquisa revelou que existiam mais de oito mil estudos a seu respeito (citado em Zylbersztajn, 1988). Faleceu na cidade de Florença em 1664, na Itália.

Entre suas contribuições, sobressaem-se:

- O rompimento com as ideias aristotélicas;
- Uso do telescópio e suas constatações;
- Produção de conhecimento científico no século XVI;
- A produção do pensamento Galileano no conflito com a Igreja;
- O julgamento e a retratação de Galileu;
- O trabalho após sua condenação pela Igreja Católica;

Como pesquisador Galileu realizou diversas contribuições científicas de Galileu, como o compasso de proporções; estudo sobre o movimento pendular; experimentos do movimento de queda livre; constatações sobre a teoria heliocêntrica, teoria que só foi alcançada 200 anos depois de Copérnico, com a construção do Pêndulo de Foucault, que tinha como objetivo de demonstrar, através de um giroscópio, que a terra apresenta um movimento de rotação em torno do próprio eixo. Para isso, realizou a montagem do experimento, composta por um disco acoplado a um eixo. Permitindo que através da oscilação do pêndulo pudesse analisar não somente a rotação da terra, bem como observar o hemisfério em que nos encontramos a partir da oscilação obtida e com isto, demonstrando o movimento do nosso planeta.

Em 1609, Galileu teve contato com um dispositivo óptico holandês chamado de luneta, criado por Hans Lippershey. Galileu aprimorou a luneta telescópica, permitindo uma observação mais detalhada do céu e levando a descobertas na astronomia. Construindo seu próprio telescópio ele fez uma série de observações astronômicas, incluindo as luas de Júpiter, as fases de Vênus e as montanhas e crateras da Lua. Essas constatações de Galileu podem servir para suscitar a possibilidade de discussão sobre o

fato de Galileu não agia sozinho, sendo que muitas das suas observações, vinham de teorias que existiam anteriormente e já haviam sido referenciadas por outros cientistas anteriores e/ou contemporâneos a Galileu. Com a expansão do mundo árabe entre os séculos VIII e XIII, ocorreu a introdução na Europa de novos conhecimentos científicos, ampliando as possibilidades de novas produções e possibilitando o avanço das novas tendências do início da idade moderna, juntamente com o crescimento movimento do renascimento europeu, da qual o próprio Galileu estava inserido. Por este processo, a ciência e o conhecimento eram enaltecidos para justificar as transformações do tecido social e a própria produção do conhecimento científico. Conjuntamente, a burguesia em ascensão utilizava o sistema de mecenato para financiar pensadores de várias áreas do conhecimento a fim de construir um novo tipo de mentalidade na sociedade da época. Os frutos do Renascimento confrontavam-se com os conhecimentos anteriores, pactuados como verdades absolutas e referendadas nos dogmas da Igreja Católica. Este conflito levou às perseguições e às penalizações dos Tribunais Eclesiásticos, arraigados ao sistema do Antigo Regime Europeu e a forte influência canônica.

Os postulados astronômicos de Galileu o trouxeram para o centro de um conflito com a Igreja Católica, que defendia a visão geocêntrica ptolomaico-aristotélica. Em 1616, a Igreja proibiu a defesa do sistema heliocêntrico. Em 1632, Galileu publicou *Diálogo sobre os Dois Principais Sistemas do Mundo*, que defendia o heliocentrismo, culminando na acusação de heresia, sendo julgado pela Inquisição em 1633, retratando-se ao renunciar às suas crenças heliocêntricas. Por sua reputação e boas relações com o papado, sua pena foi convertida em prisão domiciliar, em sua propriedade na Toscana, continuando suas investigações científicas.

Além de suas contribuições à astronomia, Galileu fez importantes avanços na física, formulando a lei do movimento uniformemente acelerado, introduziu o conceito de inércia e fez experimentos com pêndulos e a queda dos corpos. Seu trabalho nessa área deixou um legado para que Isaac Newton desenvolvesse suas teorias. O conflito de Galileu com a Igreja, levou a um agravamento do conservadorismo e é tido como um retrocesso para o desenvolvimento científico do período.

Pior é uma farsa ruim, uma tragicomédia dos erros. Vaidoso, megalomaniaco, encenqueiro, teimoso, Galileu prestou um péssimo serviço à ciência suscitando um confronto brutal com a Igreja. Sem tanto estardalhaço, as ideias copernicanas decerto se teriam imposto com suavidade. Os navegadores jesuítas já utilizavam discretamente a astronomia copernicana, útil as travessias missionárias (...) (Lentin 1997, pág. 77).

Este confronto com a igreja e a mudança das posturas do papado, pressionados pelo avanço do renascimento e pela perda de prestígio da Igreja e da nobreza, acirrou um forte período de conservadorismo, que levou a denúncia contra Galileu e a sua subsequente condenação.

A percepção de uma ciência em constante evolução é central para a natureza da ciência, que reconhece que as teorias científicas estão sujeitas à revisão e ao aprimoramento com base em novas evidências e pesquisas. Isso destaca a importância de estudar a história da ciência, pois influências do passado continuam a moldar nossa compreensão da ciência e sua evolução ao longo do tempo. Demonstrando a relevância, ao conectarmos as atividades de Galileu Galilei ao texto sobre a natureza da ciência, ilustrando como os seus postulados ajudaram na formação da ciência moderna e a melhor compreensão da natureza da ciência.

5.2. Visões deformadas da ciência mais recorrentes apontadas na literatura

5.2.1 Concepção empírico-indutivista e ateórica

Como ponto de partida, analisemos a visão empírico-indutivista, que vincula fortemente a ciência (e o trabalho científico) à observação da realidade para, a partir disso, propor a produção de experimentos que possam dar veracidade às observações iniciais. A ciência inicia-se com a observação, que proporciona uma base sólida para a construção do conhecimento.

A abordagem epistemológica na qual a observação e a experimentação são o início da produção do conhecimento é conhecida como “empírico-indutivista”. Tal abordagem apresenta um caráter “ateórico”, já que as observações devem ser feitas da maneira mais neutra possível, isto é, não influenciadas por ideias *a priori*. Assim, essa visão empírico-indutivista e ateórica sobre a produção do conhecimento científico desconsidera o papel crucial das teorias e hipóteses na orientação da investigação científica.

Nesta perspectiva, se considera que a construção do conhecimento científico ocorre através de proposições de observação por indução. A indução, nesse contexto, deveria requerer uma enumeração adequada de dados, ou seja, um número de experiências suficientes para permitir a transição do particular para o geral. De um lado, esta visão propõe que o método indutivo é o único válido para se obter conhecimento e, de outro lado, coloca unicamente nos fatos observacionais e na extensão da sua coleta, o

critério para avaliar a veracidade de uma teoria. Conforme Harres (1999a), o cuidado e o rigor na observação dos fenômenos garantiriam a superioridade experimental e a eficácia das afirmações científicas.

Para Chalmers (1993), o método empírico-indutivista tem propiciado a construção de uma visão simplista da experiência científica, ao utilizar os sentidos vinculados à observação livre de preconceitos, como uma base segura para a construção do conhecimento científico. De acordo com a teoria indutivista, a ciência inicia-se com a observação, que estabelece a base para a proposição de experiências para construção do conhecimento científico. Destaca-se que a enumeração de dados das experiências realizadas, fornecem os elementos para que seja suficiente passar do particular para o geral, reforçando a ideia da generalização.

Entretanto, a indução também pressupõe a probabilidade, isto é, já que tantos se comportam de tal forma, é muito provável que todos se comportem assim. Esta propagação probabilística, embora abra caminho para a descoberta e a proposição de novas compreensões do mundo, também introduz uma maior possibilidade de erro nos raciocínios indutivos, uma vez que a identificação de uma exceção pode invalidar a regra geral, levando a uma simples generalização.

Entre tantas críticas que essa visão já recebeu, se destaca a síntese de Popper (1975, p. 79) afirma que “toda observação está impregnada de teoria: não há observação pura, não intencional e teoricamente independente”. Qualquer proposição de observação está vinculada à linguagem de alguma teoria, sendo tão precisa quanto a estrutura teórica ou conceitual em que se apoia. Segundo este autor, teorias precisas, claramente formuladas, são um pré-requisito para proposições de observação precisas e, portanto, “as teorias precedem à observação” (Ibidem, p. 54).

Um caso famoso da história da ciência de como a observação sempre depende de uma perspectiva teórica anterior é dos meteoritos. Os astrônomos do século XVIII negaram-se a aceitar o conhecimento antigo da queda de pedras do céu. Inclusive, a Academia de Ciências francesa indicou que os encarregados de museus colocassem suas coleções fora, apesar da história da atividade de meteoritos ser bem antiga. Para os egípcios, a palavra “ferro” significava “metal do céu”. Porém, apesar de tantas observações, os “sábios” mantinham-se incrédulos. “É impossível que caíam pedras do céu”, disse o famoso químico Lavoisier, “porque não há pedras no céu”. Não muito tempo depois, em 1803, uma aldeia na França foi bombardeada por milhares de

pequenos meteoritos e o testemunho de “observações irreparáveis” finalmente convenceu inclusive a Academia de Ciências.

Sendo assim, para o desenvolvimento de uma visão mais adequada da ciência, é necessário a compreensão da interação da observação e da experimentação na construção do conhecimento científico, integrantes de outros elementos que fogem apenas do olhar empírico-indutivista e que não fosse generalizador, pois esses dois elementos coletam dados válidos, mas nem sempre se tornam os definidores da resposta das hipóteses ou da solução de um problema.

Infelizmente, a visão indutivista sobre a ciência está muito presente nas nossas escolas, respaldada pela generalização do senso comum sobre os conhecimentos científicos e pelos próprios livros didáticos, que apresentam visões indutivistas sobre a ciência e sobre o trabalho dos cientistas. Gil-Pérez e outros (2001), encontraram em sessenta trabalhos entre 1984-1998 apontando a presença da visão empírico-indutivista no meio educacional, tornando-se assim a visão deformada mais estudada e criticada na literatura.

De fato, numerosos estudos têm mostrado as discrepâncias entre a ciência vista por meio das epistemologias contemporâneas e certas concepções docentes amplamente difundidas, marcadas por um empirismo extremo. Essas concepções empírico-indutivistas da ciência afetam também os próprios cientistas — pois, como explica Mosterín (1990, citado em Gil-Pérez et al, 2001, p. 129), seria ingênuo pensar que “estão sempre conscientes dos métodos que usam nas suas investigações”.

Nas escolas, o caráter generalizador do método empírico-indutivista seria uma das inadequações que se verifica ao estudar os conceitos apresentados pelos estudantes sobre a natureza do conhecimento científico. De acordo com Lakin e Wellington (1994), parece que a visão dos professores — ou a que está presente nos materiais didáticos — estabelece que a experimentação, por si só, cria condições para o desenvolvimento da atividade científica, relegando à teoria que precede a experimentação um menor potencial. Também nesta visão indutivista não se percebe a presença das ideias de outros pesquisadores que se debruçaram sobre o mesmo tema e que, de uma forma ou de outra, contribuíram para que a teorização servisse para futuras experimentações e verificações.

Esta forma de conceber o método científico, reforçada fortemente pelos livros didáticos, afeta diretamente professores e alunos. Ao recorrer à literatura, constatamos que são frequentes as simplificações sobre a complexidade da produção científica e a

facilidade com que se fazem generalizações, direcionando a uma visão ingênua de ciência e sua produção. De acordo com Stinner (1992), isto não é muito diferente, no que se refere ao papel atribuído à experiência, daquilo que temos denominado de imagem “ingênua” da ciência, socialmente difundida e aceita.

Sem dúvida, a visão indutivista é a deformação mais recorrente sobre esta imagem de ciência idealizada no cotidiano da população e em geral e nos meios escolares, quando se refere à produção do conhecimento científico. Isso faz com que a experimentação conserve, junto dos estudantes e dos professores, o atrativo quase místico de “revolução em aberto”, tal como podemos depreender de entrevistas realizadas com professores em serviço (Fernández, 2000).

Mesmo assim, conforme Medeiros (1992), não devemos, porém, retirar de tais constatações a respeito do caráter ideológico dos livros-textos, a conclusão apressada de que todos os seus leitores, aí incluídos os professores, sejam indivíduos acríticos, incapazes de filtrar as mensagens que lhes são passadas por tais materiais. Acreditamos que os esforços para colocar no meio escolar um debate mais aprofundado sobre a NdC, poderiam trazer uma melhor reflexão filosófica e epistemológica do debate sobre a ciência, possibilitando a melhoria das concepções sobre o conhecimento científico, tanto de docentes como de discentes.

Por exemplo, Lederman (1992), citado em Moura 2014, aponta que as pesquisas sobre as concepções da NdC de professores apresentaram resultados semelhantes aos realizados com estudantes. Os professores também tinham visões inadequadas acerca da natureza da ciência, mas que ainda restavam lacunas em relação a como construir abordagens que promovessem a superação dessas concepções. A respeito das pesquisas que trabalharam com a relação entre as concepções de estudantes e professores, o autor conclui que as atitudes, as atividades e as decisões em sala de aula parecem influenciar as ideias dos estudantes sobre a NdC. Isso indica que, embora um professor possa ter concepções adequadas acerca da natureza da ciência, se sua prática docente não as traduz em ações em sala de aula, elas não influenciam as visões dos estudantes.

Estas questões sobre as concepções dos estudantes sobre a NdC e o conhecimento científico refletem as dificuldades de se inserir o conhecimento científico em uma visão contextualizada: histórica, filosófica e socialmente engajada. Nesse sentido, diversos autores apontam a necessidade de que os currículos escolares incluam estudos sobre a NdC nos seus planejamentos, como destacam Lederman (1992), Peduzzi (2012) e Moura (2014).

5.2.2 Visão rígida (algorítmica, exata, infalível etc.)

Uma segunda deformação amplamente identificada na literatura é a que transmite uma visão rígida (algorítmica, exata, infalível). O método científico cumpre uma sequência de etapas para produzir o conhecimento científico, que por sua organização e rigidez, produz resultados infalíveis. O uso do método científico seguindo o seu conjunto de etapas pré-estabelecidas garantiriam, de uma forma mágica e imaculada de dúvida, a apreensão da Verdade, da realidade como de fato é.

Esta visão concebe a produção científica como um mecanismo quantitativo, o qual exclui tudo o que se refere à dimensão subjetiva do conhecimento humano, ou seja, a criatividade, a tentativa, a dúvida. Tais características, compõem os elementos de um cientista, o qual, como em todo ser humano, é possuidor de crenças, convicções e conceitos já estabelecidos e introjetados em suas ações. Esta visão rígida de ciência fortalece a crença generalizada de que o conhecimento científico possui um grau de exatidão definitivo, desfrutando assim de uma posição privilegiada com relação aos demais tipos de conhecimento.

Conforme Harres (1999a), a ciência, nesse sentido, se caracteriza por um processo produção de conhecimento válido do ponto de vista lógico e independente do contexto. Os passos desse processo podem ser resumidos em: a) observação e experimentação b) generalização indutiva, c) hipótese, d) verificação, e) comprovação ou não, e f) conhecimento objetivo.

A crítica a essa visão é, tal como a visão empírico-indutivista, expressiva e, entre elas, a de Feyerabend (1989) parece ser a mais contundente:

A ideia de conduzir os negócios da ciência com o auxílio de um método que encerre princípios firmes, imutáveis e incondicionalmente obrigatórios vê-se diante de considerável dificuldade, quando posta em confronto com os resultados da pesquisa histórica. (Alguns) acontecimentos e desenvolvimentos só ocorreram porque alguns pensadores decidiram não se deixar limitar por certas regras metodológicas 'óbvias' ou porque involuntariamente as violaram (p. 29).

Para Feyerabend, a ciência é uma atividade metodologicamente anárquica e que é um dos modos de vida possíveis, reforçando que não existe um único método científico, uma receita com medidas exatas e passos a serem seguidos. Muitas são as variantes que podem alterar os rumos de uma investigação científica e a produção de um conhecimento.

A defesa de um método científico com etapas sequenciais que produzem o conhecimento de forma definitiva, desconsidera que nem sempre para produzir o conhecimento científico teremos a mesma sequência e/ou etapas, nem mesmo a mesma quantidade de etapas e coloca em xeque a própria infalibilidade do método científico com esta visão rígida.

Nos livros didáticos também se repetem estas etapas fechadas de construção do conhecimento e como produção de conhecimento, com listas de atividades, etapas de experimentos com passos, regras e resultados pré-definidos.

Por exemplo, na pesquisa de Fabrício e Aires (2016) que investigou a presença das visões deformadas da ciência nos livros didáticos de química, foi encontrado que na categoria correspondente à visão rígida, algorítmica e exata da prática científica, conforme Gil-Pérez, 2001 é reforçada em quatro de seis livros indicados pelo programa nacional do livro didático de 2008 e de 2012. Em um desses livros, as autoras (Santos et al, 2011) destacaram que:

Com base em experiências bem elaboradas e controladas, utilizando balanças de alta precisão (cujas sensibilidade e precisão poderiam rivalizar com algumas balanças modernas), ele mediu a variação de massa durante a combustão de diversas substâncias. Os resultados de seus experimentos demonstraram que havia conservação de massa durante as reações e permitiram que ele demonstrasse que a queima é uma reação com o oxigênio e que a cal metálica da teoria do flogístico era, na verdade, uma nova substância (p. 85).

Neste contexto, se observa que os autores se referem ao método científico como uma sequência de etapas a serem respeitadas e que dependem de um controle rigoroso e de um tratamento quantitativo. Nessa visão do “Método Científico” o cientista enquanto ser pensante, criativo e especulativo é excluído. Se crê também que se o cientista não deve influenciar nos resultados de uma experiência para que assim os resultados obtidos sejam exatos e verdadeiros.

De forma relacionada, esta concepção rígida sobre a produção do conhecimento parece se estender à aprendizagem, a qual é, muitas vezes, concebida com algo que ocorre sem erros ao longo do processo de construção do conhecimento. Da mesma forma, não são vislumbradas as novas variáveis que uma pesquisa pode suscitar, produzindo mais conhecimento e gerando outros problemas e teorias, as quais alimentam o ciclo de questionamentos humanos e sua constante modificação. Também é necessário destacar o caráter contextual de toda a produção de conhecimento, já que muitas influências são geradas pelo momento histórico político, social e econômico, vivido pela sociedade, pelos cientistas e pelas teorias científicas.

Gil-Pérez e outros (2001), assinalam que, essa deformação é tão amplamente criticada pelos grupos de professores, a ponto de que alguns, ao recusarem essa visão rígida e dogmática da ciência, recaem em um relativismo extremo, tanto metodológico, como conceptual, o que encontra suporte filosófico nas teses epistemológicas de Feyerabend (1989). Na opinião de Izquierdo, Sanmartí e Espinet (1999), tal atitude é vista com reparos no âmbito da Educação em Ciências.

Tal posicionamento, põe-se particularmente em evidência quando se comparam teorias. Como afirma Hodson (1992), a preocupação, quase obsessiva, em evitar a ambiguidade e em assegurar a fiabilidade das comparações, acaba distorcendo a natureza do trabalho científico, por natureza, essencialmente incerto e contendo algo de intuitivo e reflexivo. Para este autor, a comparação entre teorias deveria ter em conta essa “ambiguidade” e não tentar eliminá-la ou mesmo ignorá-la.

Uma segunda deformação amplamente identificada na literatura é a que transmite uma visão rígida (algorítmica, exata e infalível). O método científico cumpre uma sequência de etapas para produzir o conhecimento científico, que por sua organização e rigidez, produz resultados infalíveis. O uso do método científico seguindo o seu conjunto de etapas pré-estabelecidas garantiriam a veracidade da produção de conhecimento científico de uma forma mágica e infalível.

Esta visão concebe a produção científica como um mecanismo quantitativo, o qual exclui tudo o que se refere à dimensão subjetiva do conhecimento humano, ou seja, a criatividade, a tentativa, a dúvida. Tais características, compõem os elementos de um cientista, o qual, como em todo ser humano, é possuidor de crenças, convicções e conceitos já estabelecidos e introjetados em suas ações. Esta visão rígida de ciência fortalece a crença generalizada que o conhecimento científico possui um grau de exatidão definitivo, desfrutando assim de uma posição privilegiada com relação aos demais tipos de conhecimento.

Conforme já mencionamos anteriores, para Harres (1999a), a ciência, nesse sentido, se caracteriza por um processo produção de conhecimento válido do ponto de vista lógico e independente do contexto. Os passos desse processo podem ser resumidos em: a. observação e experimento; b. generalização indutiva; c. hipótese; d. verificação; e. comprovação ou não; f. conhecimento objetivo.

A crítica de Feyerabend (1989) a essa visão, citada na visão anterior, também vale aqui, já que nos livros didáticos também se repetem estas etapas fechadas de

construção do conhecimento e como produção de conhecimento, com listas de atividades, etapas de experimentos com passos, regras e resultados pré-definidos.

De forma relacionada, esta concepção rígida sobre a produção do conhecimento parece se estender à aprendizagem, a qual é, muitas vezes, concebida com algo que ocorre sem erros ao longo do processo de construção do conhecimento. Da mesma forma, não são vislumbradas as novas variáveis que uma pesquisa pode suscitar, produzindo mais conhecimento e gerando outros problemas e teorias, as quais alimentam o ciclo de questionamentos humanos e sua constante modificação. Também é necessário destacar o caráter contextual de toda a produção de conhecimento, já que muitas influências são geradas pelo momento histórico político, social e econômico, vivido pela sociedade, pelos cientistas e pelas teorias científicas.

5.2.3. Visão individualista e elitista

A terceira das visões deformadas mais frequentemente assinaladas pelos grupos de professores, e uma das mais tratadas na literatura é a que transmite uma **visão** individualista e elitista da ciência. Os conhecimentos científicos aparecem como obras de gênios isolados, ignorando-se o papel do trabalho coletivo e cooperativo, dos intercâmbios entre equipes, em particular faz-se crer que os resultados obtidos por um só cientista ou equipe podem ser suficientes para verificar, confirmando ou refutando, uma hipótese ou toda uma teoria.

Nesta visão individualista e elitista o cientista é concebido como indivíduo com conhecimento superior e trabalhando sozinho. Este estereótipo ainda figura no imaginário de professores, estudantes e da própria sociedade em geral, quando se coloca o termo cientista e quem produz o conhecimento. Da mesma forma, a figura de um homem está vinculada ao cientista, desconsiderando a atuação das mulheres no meio acadêmico, proponentes de projetos, pesquisas e estudos científicos. Muitas vezes insiste-se explicitamente em que o trabalho científico é um domínio reservado a minorias especialmente dotadas, transferindo a ideia que o conhecimento científico e sua produção não são possíveis por todos, desestimulando os estudantes ao engajamento científico. Esta visão estabelece aspectos negativos, onde os professores e alunos não se acham aptos para a tarefa científica, com claras discriminações de natureza social, econômica e de gênero.

Contribui-se, além do mais, para esse elitismo escondendo o significado dos conhecimentos por meio de apresentações estritamente operacionais. Não se faz um

esforço para tornar a ciência acessível, nem para mostrar o seu carácter de construção humana, em que não faltam hesitações nem erros. Situações vividas pelos próprios alunos, onde o professor é o dono do conhecimento e passa aos estudantes. Os resultados são apenas colocados em destaque, prontos e de debate somente por um conjunto de cientistas, distantes do mundo real.

Em alguns casos deparamo-nos com uma visão deformada de carácter inverso, que encara a atividade científica como algo simples, próximo do senso comum, esquecendo que a construção científica parte, precisamente, do questionamento sistemático do óbvio (Bachelard, 1991) e contra o senso comum.

Ao longo do tempo muitos problemas foram identificados em livros didáticos. Nesse sentido, Nunes e Queirós (2020), analisaram o conteúdo de Teoria da Relatividade Especial em doze livros didáticos de física aprovados pelo Plano Nacional do Livro Didático (PNLD) de 2018 do Ministério da Educação a fim de verificar a presença de imagens deformadas do trabalho científico com relação à construção da Teoria da Relatividade de Einstein. Dos doze livros consultados, oito apresentaram essa visão deformada. Alguns livros apresentaram elogios excessivos a esse cientista. Outros livros desconsideram as contribuições que outros cientistas deram à construção e solução do problema. E outros ainda, expressaram essas duas atitudes. Esse é o caso por exemplo do livro Martini et al. (2016) cuja citação reproduzimos a seguir.

Como perceberíamos um feixe de luz se pudéssemos acompanhá-los na mesma velocidade? Albert Einstein fez essa pergunta a si mesmo ainda na adolescência, e a questão permaneceu em suas reflexões durante muitos anos. Quando conseguiu respondê-la, Einstein era um jovem físico de 26 anos e trabalhava em um escritório do serviço de patentes em Berna, Suíça. A resposta foi publicada em um artigo intitulado "Sobre a eletrodinâmica dos corpos em movimento", na prestigiada revista científica alemã *Annalen der Physik*, em 1905. O artigo continha as bases da teoria que abalaram os alicerces até então sólidos e inquestionáveis da consagrada Mecânica newtoniana. A partir daí, conceitos como espaço e tempo nunca mais seriam interpretados da mesma forma. (...) Essa revolução na Mecânica afetou também outras grandezas, como massa e energia, e ficou conhecida como teoria da relatividade restrita (...) (p.230).

Segundo os autores, citando a Martins (2015, p. 171), a história sobre o raio de luz parece ser uma invenção histórica feita pelo próprio Einstein, pois,

em primeiro lugar, sabemos com segurança que ele não conhecia ainda a teoria eletromagnética de Maxwell nessa época – ele só estudou dois anos mais tarde. Então, ele não poderia saber se a teoria de Maxwell previu ou não ondas eletromagnéticas paradas”. E o mais importante, tal especulação não permitiria construir uma teoria da relatividade (MARTINS, 2015, p. 171-172),

Ademais,

antes de 1885, não havia subsídios científicos para estruturar a relatividade especial (Martins, 2015, p. 225-238).

Embora saibamos das alterações que ocorrem nos conteúdos apresentados nos livros didáticos, muito ainda se faz necessário, um debate aprofundado sobre o tema do conhecimento científico, para que se possa reduzir as distorções das concepções dos estudantes, tendo acesso a produções de materiais didáticos com visões contextualizadas e com a utilização dos conceitos e dos conteúdos da NdC. Da mesma forma, a realidade da produção do conhecimento científico demonstra atualmente que sua produção tem ocorrido, prioritariamente nas instituições sociais e universidades, sendo vinculadas à sociedade possibilitam a interação com o meio e o contexto social da pesquisa. Podendo desta forma aproximar o conhecimento científico da sociedade. Deste modo a construção de concepções mais adequadas de ciência, trabalhadas nesta pesquisa sobre a NdC, pode auxiliar a desmistificação dos estereótipos de ciência, e proporcionar um material de apoio aos docentes e melhorar a aprendizagem dos estudantes.

5.3. As visões deformadas e o trabalho de Galileu

5.3.1. Visão empírico indutivista da ciência e a obra de Galileu

A imagem de Galileu enquanto cientista empirista está enraizada nos campos da Filosofia da Ciência e da História da Ciência, reforçada pelos pressupostos positivistas em torno do imaginário do cientista renascentista. Galileu desenvolveu suas pesquisas com base na observação e na experimentação, conceitos tradicionais do empirismo. Empolgados, os cientistas da idade moderna como Galileu, começaram cada vez mais a ver a observação e a experiência como a suprema fonte do conhecimento. Segundo Zylbersztajn (1998), Galileu, em sua fase teórica inicial, cita nos seus manuscritos autores como Heytesbury, Swineshead e de Soto, que serviram de referência para seu trabalho. Dentro dessa interpretação podemos destacar que, por mais brilhante que tenham sido os postulados de Galileu, estes não resultaram de uma criação a partir do nada, houve outros pensadores que contribuíram para o seu trabalho e que serviram de referencial para a produção dos renascentistas que florescem na idade moderna. A própria visão do antropocentrismo em detrimento do teocentrismo é uma demonstração do momento de transição que está vivendo a Europa do início da idade moderna. Esta construção do conhecimento trazia consigo as referências que se fundiam, ocorrendo uma evolução dos princípios científicos, já que

a própria história registra em seus eventos a evolução da ciência, os pesquisadores e suas constatações, que emergem em ritmos distintos, sendo

em alguns momentos rápidos e violentos e em outras morosos e imperceptíveis, mas ambos em movimentos de metamorfose (Zylbersztajn, 1998, p.36).

Com a decadência do positivismo lógico, o empirismo ganha destaque e se intensifica, em razão das realizações das ciências experimentais. Galileu valendo-se dos dados obtidos através dos experimentos e da observação constrói teorias que os pudessem explicá-los, o que Chalmers (1993) coloca como indutivismo ingênuo. “De acordo com o indutivista ingênuo, a ciência começa com a observação. O observador científico deve ter órgãos sensitivos normais e inalterados e deve registrar fielmente o que puder ver, ouvir etc. em relação ao que está observando, e deve fazê-lo sem preconceitos”.(Chalmers 1993, pág 25). Como ocorreu na construção dos postulados sobre as observações com o uso do telescópio, que gerou sua principal obra, *Sidereus Nuncius*, onde a observação trouxe a generalização e a produção de postulados científicos. Novamente colocamos que a idade moderna como momento histórico de transformações em que muitos financiadores dos pensadores exigiam a contrapartida e a produção de avanços que pudessem justificar as mudanças da sociedade da época. A produção científica era muito personificada enaltecendo a construção de postulados que por muito careciam de refinamentos de outros conhecimentos, dando margem a deformações e generalizações. O próprio Kepler, ao ter acesso ao telescópio, estabelece constatações inexatas sobre as estrelas referenciadas por Galileu que poderiam ser facilmente corrigidas com observações a olho nu. Mesmo diante de um período de transformações havia na Europa a circulação do conhecimento científico, visto que os mecenas incentivavam a publicação de livros e textos divulgando o conhecimento, vindos da idade média e do próprio mundo Árabe, com o qual os europeus tiveram contato desde as invasões até as lutas dos cruzados. Sem esquecer que o renascimento buscava resgatar o conhecimento da cultura da antiguidade produzida pela cultura Grega e Romana (Antiguidade clássica). Tais fatos permitiram a circulação do conhecimento dentro da Europa possibilitando uma efervescência de teorias que foram usadas pelos pensadores para produzir a ciência.

De acordo com o autor Arden Zylbersztajn (1988, pág.37), o indutivismo do método científico criado por Galileu, de acordo com a sua interpretação mais tradicional, é concebido como um processo indutivo por meio do qual chega-se a generalizações (leis científicas) a partir de observações de instâncias singulares (dados empíricos) de um fenômeno”. Durante muito tempo, os pressupostos do método científico de Galileu permaneceram vigentes, sofrendo mudanças junto com a ciência

no século XIX e XX. Contudo, mesmo que na sua interpretação mais tradicional, se o método de galileano fosse abandonado, a visão indutivista permaneceria presente nos textos, nos livros didáticos e na prática docente.

Na busca da construção de um conhecimento escolar adequado às necessidades educativas de hoje, consideramos imprescindível levar em consideração as concepções científicas e pedagógicas dos professores uma vez que estas constituem uma autêntica epistemologia sobre o conhecimento escolar que influi em suas intervenções práticas. É necessário caracterizá-las, conhecê-las melhor, identificar os seus padrões de evolução para que os processos formativos permitam o seu desenvolvimento crítico e autônomo (Porlán, 1989, citado em HARRES, 1999a).

Com suas observações, Galileu estabeleceu pressupostos que criaram controvérsias e admiração em todas as cortes e academias da Europa. Com esta visão, se acreditava que o empirismo indutivista era a abordagem com que a ciência funcionava. Nessa perspectiva filosófica, se enfatiza a observação e a experiência, como bases fundamentais do conhecimento. De acordo com essa perspectiva, o conhecimento científico é derivado da observação cuidadosa dos fenômenos naturais e da formulação de generalizações baseadas nessas observações. A defesa dessa visão, muito presente em livros didáticos, por exemplo, destaca que Galileu Galilei contribuiu significativamente para o desenvolvimento de uma visão do método científico centrado no empirismo indutivista. Nessa leitura do trabalho de Galileu, se considera que ele é conhecido por suas observações e experimentos controlados, especialmente no campo da astronomia e da física.

A ciência é uma estrutura construída sobre fatos”, é o que escreve J. J. Davies em seu livro *On the Scientific Method*¹ E eis aqui uma avaliação moderna da realização de Galileu, escrita por H. D. Anthony (citado em Chalmers, 1993):

Não foram tanto as observações e experimentos de Galileu que causaram a ruptura com a tradição, mas sua atitude em relação a eles. Para ele, os dados eram tratados como dados, e não relacionados a alguma ideia preconcebida... Os dados da observação poderiam ou não se adequar a um esquema conhecido do universo, mas a coisa mais importante, na opinião de Galileu, era aceitar os dados e construir a teoria para adequar-se a eles (p.25).

Portanto, Galileu valia-se dos dados obtidos através dos experimentos e da observação para constituir teorias que os pudessem explicá-los como ocorreu na construção dos postulados sobre as observações com o uso do telescópio, que gerou sua principal obra, *Sidereus Nuncius* (1610). McComas (2008) faz uma lista de descrições de passagens históricas produzidas por filósofos que corroboram a crítica a disseminação

¹ “Sobre o Método Científico”

desta visão empirista no trabalho dos grandes cientistas. Especificamente quanto a Galileu, ele destaca duas²:

Galileu quantificou e qualificou as suas observações através de dados registados. Ele observou e registrou as posições das luas de Júpiter. Ele poderia então prever as posições futuras. Quando questionado pela comunidade científica ele pôde confirmar suas observações (Chalmers, 1999).

Galileu argumentou a favor da visão copernicana do universo, mas o seu trabalho foi desafiado por pensadores mais conservadores (tradicionais), não porque as suas observações e cálculos foram considerados errados, mas porque o seu argumento se baseou na observação e nos cálculos, e não na compreensão teórica (Thompson, 2001).

A visão deformada empírico-indutivista também pode ser caracterizada como atórica. Assim, é comum encontrarmos descrições de que Galileu e o período do Renascimento, fundaram uma (maneira de fazer) ciência, sonhando a longa e avançada trajetória que a física medieval já tinha percorrido até aquele momento. Segundo Zylbersztajn (1988), Pierre Duhem³, originalmente químico francês realizou importantes pesquisas históricas já no início do século XX questionando esta visão ao analisar um conjunto de trabalhos desenvolvidos durante a Idade Média (séculos XIII e XIV) e que provavelmente tenha influenciado os postulados de Galileu. Assim, como a mecânica e a física das quais os tempos modernos se orgulham, compreensivelmente, procedem, através de uma série ininterrupta de melhorias quase imperceptíveis, das doutrinas propostas no seio das escolas medievais⁴. Entre estas, da obra de Duhem, Zylbersztajn (1988) destaca neste período:

- Trabalhos sobre o movimento uniforme, o movimento uniformemente acelerado, a regra da velocidade média e o movimento uniformemente disforme;
- Estudos sobre a queda dos corpos;
- Desenvolvimento do cerne da ideia do “impetus”, aprofundada por Jean Buridan (1295-1358) e Nicole Oresme (1323-1382) para explicar o movimento de um corpo projetado no ar. Dois séculos mais tarde, Galileu usaria esta ideia para desarmar as “provas” que os contrários a Copérnico quanto à imobilidade da Terra.

5.3.2. Visão rígida da ciência e a obra de Galileu

² No artigo não são incluídas as páginas das citações

³ Pierre Duhem (1861-1916) https://es.wikipedia.org/wiki/Pierre_Duhem

⁴ Pierre Duhem, *Les origines de la statique*, vol. 1, Harvard University Press, 1903.

Ao referenciarmos a obra de Galileu como elemento desta pesquisa, encontramos algumas situações que poderiam ser interpretadas a partir de uma visão mais rígida e deformada da ciência. Essa visão muitas vezes se caracteriza por uma interpretação dogmática, onde os trabalhos científicos são vistos como inquestionáveis e definitivos, sem considerar o contexto histórico e a evolução contínua do conhecimento científico. Galileu ao desenvolver seu método científico, com base na observação e experimentação, estabelece uma visão rígida da ciência, pois os dados estabelecem uma afirmativa de validade, pois referencia-se na obtenção de inúmeros dados obtidos dos experimentos e estabelece uma conclusão, muitas vezes é generalista. Segundo Pérez (2001, p. 130). Apresenta-se o método científico como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente. Por outro lado, destaca-se o que se supõe ser um tratamento quantitativo, controle rigoroso etc., esquecendo - ou, inclusive, recusando - tudo o que se refere à criatividade, ao caráter tentativo, à dúvida, (...), estabelecendo que o trabalho do cientista em uma sequência de ações predeterminadas que levaria a construção do conhecimento científico. Desconsidera os outros componentes da construção do conhecimento como tentativa e erro, o papel da criatividade dos cientistas para se reinventarem e superarem os desafios constantes e a aprovação ou reprovação de seus pressupostos.

Outra questão colocada em McComas (2008) faz uma lista de críticas produzidas sobre descrições inadequadas de passagens históricas publicadas em livros que ajudam na disseminação desta visão empirista no trabalho dos grandes cientistas. Especificamente quanto a essa visão rígida, ele cita duas descrições de Galileu retiradas da mesma obra⁵:

Galileu realizou experimentos na frente de seus pares para validar seus resultados (talvez jogando bolas da Torre de Pisa)” (Chalmers, 1999).

Galileu invalidou as leis do movimento de Aristóteles em áreas públicas (Chalmers, 1999).

Galileu apresenta o “método científico” como um conjunto de etapas a seguir mecanicamente. Por outro lado, destaca-se o que se supõe ser um tratamento quantitativo, controle rigoroso etc., esquecendo - ou, inclusive, recusando - tudo o que se refere à criatividade, ao caráter tentativo, à dúvida.

Como afirma Hodson (1992), a preocupação, quase obsessiva, em evitar a ambiguidade e em assegurar a fiabilidade das avaliações, distorce a natureza do trabalho científico, essencialmente incerto e com algo de intuitivo e, por certo, reflexivo. A

⁵ No artigo não são incluídas as páginas das citações

avaliação deveria ter em conta essa “ambiguidade” e não tentar eliminá-la ou mesmo ignorá-la. Trata-se de uma concepção amplamente difundida entre os professores de ciências, tal como tivemos ocasião de constatar utilizando diversas estratégias empírico-experimentais (Fernández, 2000). Assim, nas entrevistas que temos mantido com professores, uma maioria referiu-se ao “método científico” como uma sequência de etapas definidas, destacando o rigor do mesmo e o caráter exato dos resultados obtidos. Resultados semelhantes já foram obtidos por outros investigadores (IBIDEM). Esses pontos mostram como uma visão rígida da ciência pode simplificar e distorcer a complexa realidade histórica e científica do trabalho de Galileu. É importante considerar o contexto e reconhecer que a ciência é um processo contínuo de investigação, revisão e refinamento.

Galileu valia-se dos dados obtidos através dos experimentos e da observação para constituir teorias que os pudessem explicá-los como ocorreu na construção dos postulados sobre as observações com o uso do telescópio. O astrônomo Kepler, ao ter acesso às constatações de Galileu, o advertiu das incongruências relatadas. Segundo Lentin (1997, pág.67) “Nos desenhos de Galileu, detecta-se um sem números de detalhes errados, alguns dos quais poderiam ter sido corrigidos comparando-se com a visão a olho nu”. Da mesma forma as em cartas escritas de Kepler para Galileu, este pedia para o autor rever alguns de suas descrições como: “Ele imaginava uma lua cheia de montanhas no centro e chata na periferia ou cadeias de montanhas periféricas tão cerradas que não se pode distinguir suas cavidades e suas cristas” IBIDEM), o que Kepler explicava como uma ilusão de ótica. Galileu aclamado como Astrônomo pouco fez para revisar suas observações, desconsiderando seus contemporâneos, visto que os considerava adversários e em disputa por prestígio e reconhecimento.

Considerando o contexto histórico da vida de Galileu, havia um equilíbrio tênue sobre as divulgações científicas e as verdades incontestáveis reconhecidas pela Igreja Católica do período da Idade Moderna. Esta resistência reconhecia de forma comedida as visões defendidas pelos cientistas, desde que não afetassem ou contestassem a autoridade da Igreja e as escrituras sagradas. O que poderia gerar processos e condenações por heresia. A inquisição restringia os avanços científicos, pois limitava os debates e coibia as refutações de argumentos destas trocas entre os cientistas e suas publicações.

Galileu, ao publicar o seu livro *“Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo”*, cria uma resistência rígida com a Igreja católica, que vai levá-lo a um

julgamento, muito polêmico, até os dias atuais, e sua condenação. Neste episódio Galileu apresentou argumentos fortes a favor do Heliocentrismo, colocando em xeque as verdades da Igreja, gerando um desconforto entre as elites eclesiásticas e a cobrança por uma repreensão a altura do agravo. Fato que eleva a postura conservadora do papa Urbano VIII e das autoridades papais.

A condenação de Galileu, postergou a discussão sobre o heliocentrismo, que era parte de um debate científico maior que não estava resolvido na época, e que só foi elucidado muito tempo depois, com as leis de Kepler e a gravitação de Newton. Com estas passagens buscamos apresentar um Galileu muito vaidoso e inquestionável, onde não se reconhecia o trabalho científico como uma obra coletiva e compartilhada. Ressaltando a figura do cientista como ser superior, por suas “descobertas” e senhor da verdade, reafirmando o caráter de uma ciência rígida, pronta e incontestável.

5.3.3. Visão elitista da ciência e a obra de Galileu

Revisando a obra de Galileu Galilei a partir de uma visão elitista e deformada da ciência. Encontramos a visão que, por muitas vezes, enaltece o cientista de forma quase heroica, destacando apenas suas conquistas e ignorando a colaboração de outros, além de subestimar o contexto histórico e social em que os trabalhos científicos foram realizados. Colocamos aqui algumas situações relevantes: Quanto a esta visão deformada elitista da ciência, McComas cita duas passagens relacionadas a Galileu:

"A invenção do telescópio permitiu a Galileu modificar as ideias de Copérnico sobre o tamanho de Vênus e Marte."(Chalmers, 1999).

"O telescópio foi aprimorado por Galileu e usado de forma controversa para mostrar manchas solares na 'perfeita' esfera do Sol. Microscópios mostraram às pessoas imagens de coisas anteriormente pequenas demais para serem observadas por Robert Hooke."(Thompson, 2001).

A Galileu, é frequentemente creditado a invenção do telescópio, lhe conferindo o prestígio e a fama, mas Galileu foi responsável pelo uso do telescópio e sua utilização na astronomia. Tal dispositivo foi inventado por um óptico holandês chamado Hans Lippershey. Suas observações o levaram à notoriedade, no período do século XVII, editando um livro que retratava suas observações: *Sidereus Nuncius* (1610), suas constatações sobre os astros e sobre a lua. Este fato reforça a visão de individualismo do cientista, que realiza “descobertas”. Fato que lhe dá destaque e o coloca na elite científica da idade moderna. Seguindo esta visão ao aperfeiçoar o telescópio Galileu,

colocando suas observações, como as luas de Júpiter, as fases de Vênus e as manchas solares, são vistas como fruto exclusivo de sua genialidade.

Embora essas descobertas sejam de fato notáveis, outros cientistas contemporâneos também fizeram observações importantes: No século XVII, Johannes Kepler astrônomo e astrólogo, ao entrar em contato com os escritos de Galileu sobre suas observações com o telescópio, estabeleceu que havia pontos que necessitavam de revisão; muitas deles, inclusive, poderiam ser corrigidas com comparações simples feitas a olho nu — “como esta cavidade maior que qualquer outra é perfeitamente circular, situada bem no centro do disco lunar, que nunca existiu a não ser no defeito de uma lente” (citado em Lentin, 1997, pág. 67).

Galileu era matemático, físico e engenheiro, com suas habilidades aprimorou a luneta ou telescópio de refração; com o auxílio de artesãos devidamente qualificados, reproduziu e melhorou o invento holandês. Com seu telescópio apontado para o céu, promoveu um alvoroço na sociedade do período, publicando o famoso livro *Sidereus Nuncius, o mensageiro das estrelas* (1610), o que elevou Galileu ao posto de astrônomo. Em cartas, Kepler recomenda que Galileu revisse algumas considerações a respeito da superfície lunar, sendo que este considerava questões de debate com outros cientistas da época, uma forma de intervenção, mesmo que cortes, de seu trabalho. Em outra escaramuça com o astrônomo e jesuíta Scheiner (citado em Lentin, 1997, pág. 67), Galileu reivindica para ele a exclusividade de retratar as manchas lunares, perdendo as estribeiras e proferindo ofensas aos outros pensadores, que na sua visão provavelmente tinham a intenção de inferir em seu trabalho ou até diminuí-lo.

Galileu, em sua fase teórica inicial, cita nos seus manuscritos autores como Heytesbury, Swineshead e de Soto, que serviram de referência para seu trabalho. Nesta visão admirável do desenvolvimento da ciência como construção gradual e coletiva, sem que se retire dos grandes intelectuais seu papel de destaque. Dentro dessa interpretação podemos destacar que, por mais brilhante que tenham sido, os postulados de Galileu não foi uma criação a partir do nada, esta construção do conhecimento trazia consigo as referências que se fundiam, ocorrendo uma evolução dos princípios científicos. A própria história registra em seus eventos a evolução da ciência, os pesquisadores e suas constatações, que emergem em ritmos distintos, sendo em alguns momentos rápidos e violentos e em outras morosos e imperceptíveis, ambos em movimentos de metamorfose.

5.3.4. As controvérsias dos postulados de Galileu

Galileu, em sua fase madura, com a carreira bem estabelecida e possivelmente envolvido por vaidade e orgulho, ignora os postulados anteriormente construídos. Nesse período, encontra-se um Galileu exposto às questões de seu status social e de sua representação acadêmica, sendo ainda referendado pelo apoio dos nobres italianos. Segundo Lentin (1997), em 1609 Galileu aperfeiçoou a luneta, ampliando sua capacidade de alcance, gabando-se de sua utilização e ofertando-a ao Doge de Veneza. “Sábio investimento seu salário de professor dobra na hora”. Na mesma direção, Galileu descreve Hans Lippershey como “um simples oculista, manipulando por acaso diferentes tipos de vidro, um côncavo, outro convexo”. E acrescentará que ele, ao contrário, chegou lá “por um estudo aprofundado da teoria da “refração”, que ele pouco conhecia (Lentin, 1997).

Galileu com seu telescópio apontado para o céu, promoveu um alvoroço na sociedade do período, publicando o famoso livro *Sidereus nuncius*, o mensageiro das estrelas, de 1610, o que elevou Galileu ao posto de astrônomo. A partir de 1611, Galileu é acolhido pelo papado e pelos “sábios” jesuítas, recebendo a nomeação de matemático do próprio duque de Florença, garantindo-lhe destaque e prestígio. Neste período de presença marcante da observação, a maior parte dos observadores confirmam suas descobertas, fruto provavelmente do momento vivido e da leitura de seus escritos. Mas é a partir de sua obra, história e demonstração das manchas solares, que Galileu inicia suas argumentações em defesa do método Copernicano, rendendo-lhe críticas e incredulidade perante as cortes europeias. Suas considerações sobre o sistema defendido por Copérnico trazem imperfeições, pois considera o sistema planetário em círculos, sistema que foi reavaliado por Copérnico e referendado por Kepler, descobridor e defensor pioneiro das órbitas elípticas. Contudo, em 1632, Galileu publica o livro “Diálogo sobre dois grandes sistemas do mundo” e enfrenta um cenário de retrocesso conservacionista; assim, sua obra é censurada e um processo de perseguição canônica inicia-se. Até os dias atuais, o processo de Galileu continua sendo um dos episódios mais destacados na história da ciência. Galileu, ora gênio, ora demônio, destaca-se tanto por suas contribuições científicas relevantes quanto pelas suas “escaramuças” com a Igreja Católica, que reforçaram as posições de repressão e conservadorismo do papado.

Já no século XX, o dramaturgo alemão Bertold Brecht produziu uma peça teatral onde retratou situações paradigmáticas da vida de Galileu Galilei a fim de problematizar questões que permaneciam (e permanecem) atuais, quais sejam as implicações da

utilização da ciência e a relação do cientista com a sociedade. Mesclando com sua peculiar irreverência uma fusão entre o real e o imaginário, Brecht afirma que “aquele que não conhece a verdade é simplesmente um ignorante, mas aquele que a conhece e diz que é mentira, este é um criminoso” (Brecht, 1991), reforçando sua concepção de que o teatro deixou de ser apenas reprodução de um mundo imaginário e passou a discutir a vida. Ao usar a capacidade dramática, Brecht aproveita-se da figura de Galileu e de seu potencial para analisar controvérsias da historiografia e conjugar um debate atual dentro de um período de muita tensão no século XX. Com esta reflexão permite uma nova visão sobre como se dá a produção científica, como os cientistas posicionam-se frente à sociedade e como a sociedade é influenciada e influencia a ciência. Permitindo uma análise sobre a parcialidade ou imparcialidade do conhecimento produzido e os rumos que as descobertas levam a humanidade.

6. O PRODUTO EDUCACIONAL E SEU USO

Este produto educacional pretende promover o contato de estudantes e professores com as obras de Galileu como forma de exemplificar o trabalho do cientista e o pensamento ordenado pela lógica de seu tempo e pelo uso do método científico, sua relação com o homem Galileu, seu contexto social e histórico vivido por ele.

Espera-se que tais reflexões proporcionem o estudo da NdC, discutindo com os colegas, professores e toda a comunidade escolar a análise dos problemas enfrentados por todos e como forma de buscar esclarecer pontos em comum, na sociedade e principalmente no meio educacional quanto a visões mais adequadas sobre a Ciência e suas formas de produzir conhecimento.

Assim, colocamos à disposição com este repositório, um conjunto de referenciais para ofertar possibilidades de ações educativas e de pesquisa, para o trabalho sobre as visões deformadas da ciência e a melhoria das concepções dos estudantes sobre a natureza da ciência. Galileu Galilei entra como personagem de conexão, na busca de contextualizar e esclarecer a evolução do conhecimento produzido pelos seres humanos ao longo do tempo.

Finalmente, estudando as visões deformadas da ciência, buscamos construir um conjunto de referenciais para auxiliar na construção de estratégias que possam melhorar as concepções de ciência de nossos estudantes. Para esta tarefa, é essencial que façamos o estabelecimento de conexões que possibilitem utilização do conhecimento científico

como integrante de nossa prática docente, promovendo o protagonismo juvenil, a participação de todos e a alegria da descoberta. Estamos com boas expectativas que nossas referências possam auxiliar professores e alunos a promoverem o conhecimento científico, desenvolvam trabalhos de pesquisa, melhorando as concepções sobre a ciência. Deixamos aqui alguns pontos para suscitar o início de uma caminhada de afazeres que levam às boas práticas educativas. Estes referenciais postos neste repositório estão à disposição para utilização, alterações, contribuições e reprodução. Pois foi pensado para ajudar na constante tarefa de ensinar.

Quadro 4 - Materiais da Curadoria da NdC sobre Galileu

Autoria	Descrição	Uso recomendado
Assunção (2023)	Galileu Galilei: uma atividade de radionovela para se trabalhar nas aulas de ciências e matemática.	Usar para desenvolver atividades criativas e interativas que promovem o engajamento dos alunos com a história da ciência.
Biagioli, Mario (1993)	"Galileo, Courtier: The Practice of Science in the Culture of Absolutism". Analisa como Galileu navegou as políticas de seu tempo.	Utilizar para discutir o contexto social e político da ciência e as visões elitistas.
Brecht (1938)	A vida de Galileu	Integrar a leitura e análise crítica da peça para discutir a representação artística e as visões da ciência.
Fernandes, A.M. (2012)	Ensino de Ciências e a Questão Epistemológica.	O livro discute as questões epistemológicas no ensino de ciências, incluindo as diferentes visões sobre a natureza da ciência e como essas visões podem influenciar o ensino.
Ferraro, N. G. (2007).	O Método Científico de Galileu Galilei.	Este livro explora o método científico desenvolvido por Galileu, destacando suas observações e experimentos, e como isso contribuiu para o desenvolvimento da ciência moderna.
Feyerabend, P. (1975)	"Against Method".	Leitura crítica para discutir a diversidade de métodos na ciência e as limitações da visão rígida.
Finocchiaro, Maurice A. (2005)	"Retrying Galileo, 1633-1992". Explora o julgamento de Galileu e sua reinterpretação ao longo dos séculos.	Utilizar para discutir como a história de Galileu foi reinterpretada ao longo do tempo e as visões deformadas associadas.
Goldfarb, J. L. (1992).	Galileu Galilei: O Mensageiro das Estrelas.	Uma biografia de Galileu que destaca suas contribuições para a ciência e os desafios que enfrentou, contextualizando sua obra dentro do desenvolvimento da ciência moderna.
Kuhn, T. S. (1957)	"The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought".	Discussão sobre a revolução copernicana e o papel de Galileu. Usar como base para entender a transição do modelo geocêntrico para o heliocêntrico e discutir as visões deformadas.
Lentin, J.P (1997)	Penso, logo me engano.	O autor, relaciona um conjunto de fatos que trazem à tona um perfil de Galileu, com suas arrogâncias, vaidades e erros.
Martins R.A. (1990)	Sobre o papel da História da Ciência no ensino.	Propõe uma reflexão sobre a história da ciência, finalidade dos cursos universitários, seus diferentes públicos e a formação do pesquisador.
Martins, R. A. (2008)	História & Filosofia da Ciência no Ensino de Ciências.	Este livro aborda a importância de integrar a história e a filosofia da ciência no ensino de ciências, oferecendo uma perspectiva crítica sobre a formação do conhecimento científico.
Braga, M. E. (2010)	Descrição e análise de uma proposta de trabalho com natureza da Ciência por meio da peça teatral "A vida de Galileu", de Bertolt Brecht.	Utilizar para discutir a dramatização de eventos científicos e a interpretação histórica do trabalho de Galileu.
Moreira, I. C. (2001)	Galileu, a Ciência e a Religião: Da Harmonia à Perseguição.	O autor explora a relação entre ciência e religião, destacando o caso de Galileu e a Inquisição, e como isso impactou a percepção da ciência na sociedade.

Naylor, R. (2009)	"Galileo on the World Systems: A New Abridged Translation and Guide". Tradução comentada das obras de Galileu.	Utilizar para estudo aprofundado das obras de Galileu e discussão das diferentes visões científicas.
Reston, James Jr. (1994)	"Galileo: A Life". Biografia que examina os aspectos humanos e científicos de Galileu.	Implementar para discutir a figura de Galileu como cientista e homem, e as visões elitistas.
Santos (2021)	Apresenta um curso completo de História e Epistemologia para a Pesquisa em Ensino de Ciências e Matemática.	Implementar como material de base para entender a evolução do pensamento científico e as epistemologias envolvidas.
Sobel, Dava (1999)	"Galileo's Daughter: A Historical Memoir of Science, Faith, and Love". Relato histórico baseado em cartas entre Galileu e sua filha.	Leitura complementar para entender o contexto pessoal e social de Galileu e discutir as influências não-científicas em seu trabalho.
Sharratt, Michael (1994)	"Galileo: Decisive Innovator". Biografia que detalha a vida e as contribuições de Galileu à ciência.	Utilizar para fornecer uma visão equilibrada das contribuições de Galileu e corrigir visões deformadas.
Videira, A. A. P. (2000).	História e Filosofia da Ciência no Contexto da Educação Científica.	O autor apresenta uma análise de como a história e a filosofia da ciência podem ser integradas ao ensino de ciências, oferecendo uma visão crítica das concepções rígidas e elitistas da ciência.
Wootton, David (2010)	"Galileo: Watcher of the Skies". Detalha as descobertas astronômicas de Galileu e seu impacto.	Implementar para estudar as contribuições científicas de Galileu e abordar as visões empiristas e indutivistas.

Colocamos à disposição, para aprofundar o estudo da NdC e a produção de Galileu, títulos de filmes, que trazem essa temática.

Quadro 5 - Filmes recomendados para referências do estudo da NdC e Galileu

Título (ano)	Descrição	Uso Recomendado
"Galileo" (1975)	Adaptado da peça "A Vida de Galileu" de Bertolt Brecht, este filme, dirigido por Joseph Losey, retrata a vida e os desafios enfrentados por Galileu. A peça e o filme exploram as tensões entre ciência e religião, bem como as implicações sociais e políticas das descobertas de Galileu.	Excelente para discutir a visão elitista e a visão rígida da ciência, além de explorar o contexto histórico e social das descobertas de Galileu.
"Galileo: Battle for the Heavens" (20002)	Este documentário da BBC é narrado por Bernard Hill e apresenta uma dramatização da vida de Galileu, destacando suas descobertas e o conflito com a Igreja Católica.	Útil para ilustrar a visão empirista e indutivista da ciência e proporcionar uma visão equilibrada do contexto histórico e científico.
"Agora" (20009)	Embora não seja sobre Galileu, este filme dirigido por Alejandro Amenábar foca na vida de Hipátia, uma filósofa, astrônoma e matemática do Egito Romano. O filme aborda questões sobre o conflito entre ciência e religião, que podem ser comparadas com os desafios enfrentados por Galileu.	Bom para iniciar discussões sobre o contexto histórico mais amplo da ciência e as dificuldades enfrentadas por cientistas ao longo da história.
"Einstein and Eddington" (20008)	Este filme foca na colaboração entre Albert Einstein e o astrônomo britânico Arthur Eddington, explorando como suas descobertas	Complementa a discussão sobre o papel da colaboração na ciência e

	revolucionaram a física. Embora não seja sobre Galileu, o filme aborda a colaboração científica e pode ser usado para contrastar com a visão elitista da ciência.	oferece um paralelo moderno às contribuições de Galileu.
"The Theory of Everything" (2014)	Baseado na vida do físico teórico Stephen Hawking, o filme explora suas descobertas e desafios pessoais. Embora não seja diretamente relacionado a Galileu, pode ser usado para discutir a continuidade da evolução científica e as visões elitistas e colaborativas da ciência.	Para mostrar a progressão da ciência e como diferentes visões científicas se aplicam em contextos variados.

Colocamos à disposição para complemento da pesquisa do repositório de materiais, sugestões de obras de arte que podem auxiliar no trabalho com os estudantes. Servido também como referência para fundamentação.

Quadro 6 - Pinturas com referências à NdC e à Galileu.

Título da Obra Autor Ano	Descrição	Uso Recomendado
"Galileo Demonstrating the New Astronomical Theories at the University of Padua". Félix Parra (cerca de 1858)	Esta pintura retrata Galileu apresentando suas descobertas astronômicas a um grupo de acadêmicos. A obra destaca a importância da disseminação do conhecimento científico.	Pode ser usada para discutir a visão empirista indutivista da ciência, mostrando Galileu como um observador e experimentador.
"Galileo Galilei" Justus Sustermans 1636	Este retrato de Galileu foi pintado por Sustermans durante a vida do cientista e mostra-o como um pensador erudito.	Útil para discutir a visão elitista da ciência, onde Galileu é retratado como um herói solitário.
"La Lezione di Galileo" Alberto Sughi (2009)	Uma interpretação moderna de Galileu ensinando seus alunos, esta obra destaca a transmissão do conhecimento científico.	Pode ser usada para abordar a visão colaborativa da ciência, mostrando a importância da educação e do ensino na disseminação do conhecimento científico.
"Galileo Before the Holy Office" Joseph-Nicolas Robert-Fleury (1857)	Esta pintura dramática retrata o julgamento de Galileu pela Inquisição, um evento crucial na história da ciência.	Excelente para discutir a visão rígida da ciência e o conflito entre ciência e religião.
"The Astronomer" Johannes Vermeer (1668)	Embora não retrate Galileu diretamente, esta pintura de Vermeer mostra um astrônomo em seu trabalho, simbolizando a busca pelo conhecimento científico.	Pode ser usada para discutir a visão empirista indutivista e a importância da observação e experimentação na ciência.
"Galileo Galilei" Primo Conti (1892)	Uma obra de arte moderna que retrata Galileu em um estilo mais simbólico e abstrato.	Pode ser usada para discutir como a percepção de Galileu e suas contribuições evoluíram ao longo do tempo.

Quadro 7 - Livros de autores brasileiros referindo-se às ideias de Galileu

Autor, obra e ano	Descrição	Uso Recomendado
Machado de Assis "Memórias Póstumas de Brás Cubas" (1881)	Em vários trechos desta obra, Machado de Assis faz referências indiretas às ideias científicas que remetem a Galileu e ao racionalismo científico da época. Através da ironia e do humor, o autor reflete sobre a natureza do conhecimento e a visão científica do mundo.	Discutir a influência das ideias científicas na literatura e como escritores incorporam temas científicos em suas narrativas.
Jorge Amado "A Morte e a Morte de Quincas Berro Dágua" (1959)	Embora não faça referência direta a Galileu, a obra de Jorge Amado muitas vezes explora temas de racionalidade versus irracionalidade, um debate central na época de Galileu. A presença do racionalismo científico pode ser detectada no tratamento dos personagens e na crítica social.	Explorar temas de racionalidade e a influência do pensamento científico na literatura.
Monteiro Lobato "O Minotauro" (1939)	Monteiro Lobato frequentemente abordava temas científicos em suas obras. Em "O Minotauro", ele explora mitos e ciência, e as aventuras no Sítio do Picapau Amarelo são permeadas por explicações científicas que remetem aos métodos e descobertas de cientistas como Galileu.	Discutir como a literatura infantil pode ser utilizada para introduzir conceitos científicos e promover o pensamento crítico entre os jovens leitores.
Carlos Drummond de Andrade Poema "Mãos Dadas" (1940)	Drummond, em seus poemas, frequentemente faz alusão à ciência e ao progresso. Em "Mãos Dadas", ele fala sobre a necessidade de andar de mãos dadas com o futuro, o que pode ser interpretado como uma metáfora para a aceitação do conhecimento científico e a inovação, temas caros a Galileu.	Discutir a visão do poeta sobre a ciência e o progresso, e como isso se alinha com as ideias de Galileu sobre a busca pelo conhecimento.
Clarice Lispector "A Hora da Estrela" (1977)	Embora não mencione Galileu diretamente, a obra de Clarice frequentemente questiona a realidade e a percepção, temas que podem ser discutidos à luz do pensamento científico e das revoluções cognitivas introduzidas por Galileu.	Explorar como a literatura contemporânea questiona a realidade e a percepção, e como essas questões se relacionam com os debates científicos da era de Galileu.

Quadro 8 - Pinturas de artistas brasileiros referindo-se à Galileu

Artista Obra	Descrição	Uso Recomendado
Candido Portinari "Descobrimento da Terra" (1941)	Embora não retrate Galileu diretamente, a obra de Portinari celebra as descobertas e a exploração científica que podem ser associadas ao espírito de inovação e curiosidade científica promovido por Galileu.	Utilizada para discutir a influência do pensamento científico na arte e a celebração das descobertas científicas.
Tarsila do Amaral "A Lua" (1928)	Esta pintura modernista, com suas referências ao céu e aos corpos celestes, pode ser relacionada ao espírito de observação astronômica que Galileu personificou.	Pode ser usada para explorar a relação entre a arte modernista e a ciência, bem como a inspiração astronômica na arte.
Eduardo Kobra	Mural de <i>street art</i> localizado em São Paulo, onde Kobra retrata Galileu de	Excelente para discutir a perpetuação da imagem de Galileu

Mural "Galileu Galilei" (2015)	forma colorida e moderna, trazendo a imagem do cientista para o contexto urbano contemporâneo.	na cultura popular e a importância das figuras científicas na arte pública.
Benedito Calixto "Paisagem com Astrônomo" (1915)	Esta obra não retrata diretamente Galileu, mas o tema do astrônomo observando o céu pode ser visto como uma homenagem ao método de observação científica iniciado por Galileu.	Ideal para discutir a representação do cientista no ambiente natural e a importância da observação no método científico.
Vik Muniz Série "Pictures of Garbage" - "The Map of the Stars" (2008)	Esta série de obras de arte feitas com lixo inclui referências aos mapas celestes e pode ser interpretada como uma homenagem ao trabalho de mapeamento e observação do céu iniciado por Galileu.	Utilizada para discutir a arte contemporânea e a relação entre resíduos e a valorização do conhecimento científico e astronômico.

Quadro 9 - Músicas Brasileiras referindo-se a Galileu

Artista Música	Descrição	Uso Recomendado
Gilberto Gil "Ciência e Arte" (1997)	A canção explora a relação entre ciência e arte, mencionando Galileu como um símbolo do pensamento científico.	Utilizada para discutir a integração entre ciência e arte na cultura brasileira e a visão de Galileu como um ícone científico.
Caetano Veloso "Oração ao Tempo" (1979)	Embora não mencione Galileu diretamente, a música reflete sobre o tempo e o universo, temas centrais na astronomia de Galileu.	Pode ser usada para discutir temas científicos de forma poética e como esses temas permeiam a música brasileira.
Raul Seixas "As Profecias" (1974)	A canção faz alusão a diversos cientistas e figuras históricas, incluindo referências ao avanço científico iniciado por Galileu.	Excelente para explorar a influência do pensamento científico nas letras do rock brasileiro.
Milton Nascimento "Olha o Céu" (1981)	Menciona o ato de observar o céu, uma atividade central para Galileu e outros astrônomos.	Utilizada para discutir a observação astronômica e a influência da astronomia na música popular brasileira.
Legião Urbana "Perfeição" (1993)	A música critica vários aspectos da sociedade e menciona a busca por conhecimento, ecoando o espírito investigativo de Galileu.	Pode ser usada para discutir a crítica social e a valorização da ciência na música brasileira.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao me desafiar na ideia de poder construir um texto sobre o tema da natureza da ciência, construí certamente mais dúvidas do que certezas, reafirmando a máxima de Sócrates “Só sei que nada sei”. Dentre tantas dúvidas, reafirmo a certeza de que a fundamentação teórica é o que pode nos salvar das incertezas e garantir um mero vislumbre sobre a complexidade do tema que tento discorrer nesta dissertação.

A natureza da ciência NdC, para minha surpresa, não é assunto novo nos debates acadêmicos e muito material existe para aprofundar o tema. Dentre os primeiros textos que tive acesso foram as considerações do Prof. Dr. Breno Arsioli Moura da Universidade Federal do ABC, com o texto - O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? Que me encantou pois trazia uma evolução dos conceitos bem como da evolução da NdC no debate acadêmico, produzindo um resgate histórico sobre o tema. Da mesma forma que estabelecia importantes relações do estudo da NdC com outros ramos do conhecimento como a filosofia e a história da ciência. Foram considerações mais aprofundadas e com rigor técnico que me possibilitaram estabelecer alguns parâmetros para ampliar minhas pesquisas sobre o tema.

Na sequência fui levado ao trabalho do norte americano Norman Lederman, que de longa data já havia pesquisado e apresentado a discussão sobre a NdC para o mundo acadêmico e afirmado a necessidade de se estudar e colocar nos currículos escolares o tema da NdC. Em 1992, este pensador já se preocupava em estabelecer concepções adequadas sobre a ciência e o conhecimento científico, como indispensável para que os estudantes tivessem uma visão mais ampliada de como a ciência é constituída e como ela é entendida e usada na sociedade.

Como fruto de orientação de meus mestres, tomei como texto o livro - O que é a ciência afinal? De Alan F. Chalmers que de forma bem didática vai apresentando a ciência e os pensadores que construíram conceitos e teorias sobre o conhecimento científico estabelecendo suas visões sobre o tema. Neste ponto, a complexidade e a profundidade que se estabelece sobre o tema já exige que além das leituras se façam considerações e pesquisas para minimamente seguir entendendo autores como Popper, Kuhn e Feyerabend. Ler e reler suas teses ajudar a estabelecer a minha compreensão sobre o conhecimento científico e como estes pensadores vislumbram o tema. Facilmente, podemos dizer que é uma “viagem” todas estas ideias colocadas a prova e a

refutação de seus pares. Certamente, a evolução do conhecimento ganhou muito com o que estes teóricos produziram de conhecimento.

A construção de referenciais por si só não nos garante a retidão rumo à meta que se busca sintetizar e discorrer sobre ela. Muitas vezes, me desviei do foco do tema defendendo argumentos que os teóricos já haviam estabelecido como concepções aceitas para a maioria dos pensadores e meu orientador me recolocava a pensar sobre o dito e exposto. Escrever é realmente uma tarefa muito difícil e desafiadora.

Mas voltando ao foco desse trabalho, isto é, a natureza da ciência NdC, pude construir um texto colocando os pensadores, as principais vertentes que falavam sobre o tema do conhecimento científico e da concepções geradas a partir dos teóricos e chegamos às visões deformadas da ciência com o texto – “Para uma imagem não deformada do trabalho científico” de Daniel Gil Pérez e outros, no qual nos debruçamos a estudar as sete deformações apresentadas e suas argumentações a respeito do conhecimento científico. Vimos o autor apresentar a preocupação em estabelecer as características essenciais do trabalho científico, debater o método científico e os rumos para a construção de uma coerência global sobre as evidências que devem configurar o conhecimento científico e colocá-lo à disposição da sociedade. Esta visão propõe que se compreenda o caráter social do trabalho científico e sua relevância para a humanidade.

Como professor, a grande preocupação é ensinar o que se aprende e criar estratégias para que se possa entender a NdC e combater as visões deformadas da ciência de nossos estudantes. Com esta preocupação, buscamos construir um material didático para apoiar os professores na tarefa de apresentar as visões deformadas e como combatê-las. Pensamos em um repositório de materiais didáticos com muitos exemplos e sugestões que poderiam ser usados para explicar o tema e instrumentalizar os professores nesta difícil tarefa de ensinar. Usamos a ideia de colocar a figura de Galileu Galilei como personagem histórico e cientista para exemplificar seu trabalho e entender os diferentes contextos por que passa o conhecimento científico. Tentamos mostrar a evolução do conhecimento científico e o contexto social em que ele é criado, como ele é influenciado e como ele influencia a sociedade e sua forma de agir e pensar.

Para minha surpresa, me deparei com muito material que poderia ser usado e fazer parte do repositório pensado. Passando para a organização do material por categorias com quadros de listas e referenciais de busca e utilização. Ação que, para quem quer ensinar, parece natural. Mas aprendemos que este material produzido nesta dissertação também é parte de um sistema que necessita de rigor acadêmico e disciplina

para poder chegar a quem for usá-lo partindo de um robusto corpo de considerações fundamentadas e com possibilidade de serem averiguadas. Aprendi que muito se trabalha neste país para que o conhecimento seja construído e como temos profissionais que se dedicam na produção acadêmica. Agradeço a meus mestres e doutores e aos colegas por ter podido aprender e dar agora minha contribuição para a produção de conhecimento. Desejo que os professores possam utilizar este material para discutir com seus alunos o tema do conhecimento científico e sua relevância para a sociedade, pois só se ensina o que se aprende e passamos a compreender.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABD-EL-KHALICK, F. 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.
- ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; PAIXÃO, M.F.; ACEVEDO, P.; OLIVA, J.M.; MANASSERO, M.A. Mitos da didática das ciências acerca dos motivos para incluir a Natureza da Ciência no ensino das ciências. **Ciência & Educação**, n.11, v.1, p.1-15. 2005.
- AIKENHEAD, G.S. High-school graduates' beliefs about science-technology-society. III. Characteristics and limitations of scientific knowledge. **Science Education**, v. 71, p. 459-487, 1987. <https://doi.org/10.1002/sce.3730710402> 1987.
- AKERSON, V.L.; BUCK, G.A.; BORGERDING, L.; NARGUND-JOSHI, V.; WEILAND, I.S. The importance of teaching and learning the nature of science in early childhood years. **Journal of Science Education and Technology**, v. 20, n. 3, p. 537-549, 2011.
- AZEVEDO, N.H.; SCARPA, D.L. O contato com materiais de divulgação científica pode influenciar as concepções de natureza da ciência? **XI Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Florianópolis: UFSC, 2017
- AZEVEDO, N. H.; SCARPA, D. L. Decisões envolvidas na elaboração e validação de um questionário contextualizado sobre concepções de natureza da ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 22, n. 2, p. 57-82, 2017a.
- BACHELARD, G. **La formation de l'esprit scientifique**. Paris: Vrin, 1938.
- BRECHT, B. **A vida de Galileu**. In: Brecht, Bertolt. Teatro completo, em 12 volumes. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1991. Vol. 06 pp. 51 - 170. ISBN 85-219- 0326-X.
- CHALMERS, A. F. **What is this thing called science?** Indianapolis: Hackett Publishing Company, 1999. 3ed.
- CHALMERS, A.F. **O que é ciência, afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.
- CORDEIRO, M.D.; PEDUZZI, L.O.Q. Aspectos da natureza da Ciência e do trabalho científico no período inicial de desenvolvimento da radioatividade. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n.3, p. 3.601, (2011).
- COUTO, L.F. Feyerabend e a máxima do "Tudo Vale": a necessidade de se adotar múltiplas possibilidades de metodologia na construção de teorias científicas. **Psicologia: Reflexão e Crítica**, v.12, n. 3, 1999.

DAVIES, J.J. **On the scientific method: how scientists work**. Wellington (N.Z.): Longmans, 1968 (166p.).

FABRICIO, C.M.; AIRES, J. A. Concepções de Ciência e desenvolvimento científico nos livros didáticos de Química. **XVIII Encontro Nacional de Ensino de Química**. Florianópolis, 2016.

FERNÁNDEZ, I. Análisis de las concepciones docentes sobre la actividad científica: una propuesta de transformación. 2000. **Tese (Doutorado)** - Departamento de Didáctica das Ciências Experimentais. Universidade de Valência. Valencia.

FEYERABEND, P. **Contra o método**. Rio de Janeiro, Francisco Alves, 1989.

FREIRE, P. **Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa**. Paz e Terra. 1996.

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

GUIMARÃES, N.C.E. SOUSA, R.S.S. CALUZI, J.J. As concepções de natureza da ciência de estudantes de cursos técnicos integrados de Nível Médio. **Latin American Journal of Physics Education**, v. 16, n. 4, p. 4306, 2022.

HARRES, J.B.S. **Concepções de professores sobre a natureza da ciência**. Tese (Doutorado). Porto Alegre: PUCRS, 1999a.

HARRES, J.B.S. Uma revisão de pesquisas nas concepções de professores sobre a natureza da Ciência e suas implicações para o ensino. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 4, n. 3, p. 197-211, 1999b.

HODSON, D. Assessment of practical work: some considerations in philosophy of science. **Science Education**, v. 1, n. 2, p. 115-144, 1992.

JOBER, V.V.M. Percepções sobre a natureza da ciência e o papel do cientista de estudantes do Ensino Médio. **Acta Scientiae**, v. 19., n. 4, p. 665-678, 2017.

KARAT, M.T.; GIRALDI, P.M. A origem da vida: uma análise sobre a natureza da ciência em um vídeo educativo do YouTube. **Actio**, v. 4, n. 3, p. 58-76, 2019.

KUHN, T.S. *The Structure of Scientific Revolutions*. Chicago: Chigaco Press. 1970.

KROGH, L.B.; NIELSEN, K. Introduction: how science works and how to teach it. **Science Education**. Editorial, 2013.

LAKIN, S., WELLINGTON, J. Who will teach the “nature of science”? Teachers' view of science and their implications for science education. **International Journal of Science Education**, v. 16, n. 2, p. 175-190, 1994.

LEDERMAN, N.G. Nature of science: past, present, and future. In S. Abell, & N. Lederman (Eds.), **Handbook of research on science education**. New York, USA: Lawrence Erlbaum Associates Inc., 2007. pp. 831–880.

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

LEDERMAN, N.G.; ABD-EL-KHALICK, F.; BELL, R.; SCHWARTZ, R. 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. 4, p. 497–521, 2002. <https://doi.org/10.1002/tea.10034>.

LEDERMAN, N.G.; LEDERMANN, J.S. Research on teaching and learning the nature of science. In N. G. Lederman & S. K. Abell (Eds.), **Handbook of research on science education, Volume II**. New York, NY: Routledge, 2014. pp. 600-620.

LENTIN, J.P. **Penso, logo me engano**, Ed Ática, São Paulo, 1997.

LUTOSA, G.S; VERAS, D.S; PAIVA, E.S.V.S. Concepção de discentes do ensino médio integrado sobre a Natureza da Ciência. **Cadernos Cajuína**, 2020,10.52641/cadcam.v5i3.371.

MARICONDA P.R. & Lacey, H. A águia e os estorninhos: Galileu e a autonomia da ciência. **Tempo Social**, v.13, n.1, p. 49-65, 2001.

MARTINI, G.; SPINELLI, W.; REIS, H.C.; SANT'ANNA, B. **Conexões com a Física 3: eletricidade, física do século XXI**. 3ª. ed., São Paulo: Moderna, 2016.

MARTINS, A.F.P. Natureza da Ciência no ensino de ciências: uma proposta baseada em “temas” e “questões”. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 32, n. 3, p. 703-737, dez. 2015. DOI: <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2015v32n3p703>

MARTINS, R.A.A. **Origem histórica da relatividade especial**. São Paulo: Livraria da Física, 2015.

MARTINS, R.A. Sobre o papel da história da ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, n. 9, p.3-5,1990.

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

MCCOMAS, W.F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, p. 249–263, 2008.

<https://doi-org.ez40.periodicos.capes.gov.br/10.1007/s11191-007-9081-y>

MEDEIROS, A. A natureza da ciência e a instrumentação para o ensino de física. **Ciência & Educação**, v. 6, n. 2, p. 107-117, 2000.

MORAES, R. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

MOSTERÍN, J. Prólogo ao livro de Estany A. **Modelos de cambio científico**. Barcelona: Editorial Crítica, 1990.

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

NUNES, R.C.; QUEIRÓS, W.P. Visões deformadas sobre a natureza da ciência no conteúdo de relatividade especial em livros didáticos de física. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 19, n. 2, p. 295-319, 2020.

OSBORNE, J.; DILLON J. **Science education in Europe: critical reflections**. Nuffield Foundation, 2008.

PEDUZZI, L.O.Q. **Força e movimento: De Thales a Galileu**. Publicação interna. Florianópolis: Departamento de Física, UFSC, 2019, 197p.

PEDUZZI, L.O.Q.; MARTINS, A.F.P.; FERREIRA, J.M.H. (Org.) **Temas de história e filosofia da ciência no ensino**. Natal: EDUFRN, 2012.

POMBO, F.M.Z.; LAMBACH, M. As visões sobre ciência e cientistas. **Revista Química Nova na Escola**, v. 39, n. 3, p. 237-244, 2017.

POPPER, K. R. **Conhecimento objetivo**. São Paulo: EDUSP, 1975.

RIBEIRO, D. M. S.; SILVA, M.S. O que é Ciência? Concepções de professores de Ciências e de estudantes de Licenciatura em Física da região de Salgueiro-PE sobre a natureza da ciência. **Revista Semiárido De Visu**, v. 3, n. 1, p. 44-51, 2015.

SANTOS, C. P.; MARIANO, W. S. O que é a ciência afinal? Diálogos no contexto escolar. **Revista REAMEC - Rede Amazônica de Educação em Ciências e Matemática**, v. 9, n. 1, e21024, 2021.

SANTOS, E. O.; CIFUENTES, J. C. Algumas concepções de ciência de estudantes do Ensino Médio constituídas por meio de tirinhas. **Revista Observatorio de la Economía Latinoamericana**, v.21, n.6, 2023.

SANTOS, R. Racionalismo e empirismo - Parte 1. In: **Física Interessante**. 2021. Disponível em: <<http://www.fisica-interessante.com/aula-historia-e-epistemologia-da-ciencia-6-racionalismo-e-empirismo-1.html>>. Acesso em: 09 de abr. 2024.

SILVA, B.V.C.; CALAÇA, F.M.S. Uma estratégia didática para discussão da concepção de Ciência e do cientista com alunos do Ensino Fundamental. **Revista de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 8, n. 2, p. 183–196, 2017.

SILVA, C.C.; MOURA, B.A. A natureza da Ciência por meio do estudo de episódios históricos: O caso da popularização da óptica newtoniana. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 30, n. 1, 2008.

SOUZA, M.G.; NETO, A.S.A. Uma investigação acerca das concepções sobre a natureza da ciência de alunos do Ensino Médio após ensino combinado da epistemologia de Laudan e de problemas em aberto de Física Contemporânea dentro de UEPS. **Revista Brasileira de Ensino de Ciências e Matemática**, v. 3, n. 2, p. 441-466, 2020.

STINNER, A. Science textbooks and science teaching: from logic to evidence. **Science Education**, v. 76, n. 1, p. 1-16, 1992

THOMPSON, M. **Teach yourself. Philosophy of science**. New York: McGraw Hill, 2001.

VYGOTSKY L. S. Mind in society: The development of higher psychological processes. Harvard University Press. 1978.

ZYLBERSZTAJN A. Galileu – um cientista e várias versões. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.5, p. 36–48, 1988.

Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/10073>

8. REFERÊNCIAS DO PRODUTO EDUCACIONAL

- ÁGORA. Direção de Alejandro Amenábar. [S.l.]: Telecinco Cinema, 2009. 126 min.
- AMADO, J. **A morte e a morte de Quincas Berro D'água**. São Paulo: Cia. das Letras, 2008.
- AMARAL, T. **A Lua**. 1928. Óleo sobre tela, 110 x 100 cm.
- ANDRADE, C.D. **Sentimento do mundo**. Rio de Janeiro: José Olympio, 1940.
- ASSIS, J. M. **Memórias póstumas de Brás Cubas**. Sumaré (SP): Martin Claret, 2021.
- ASSUNÇÃO, D.R. O teatro em um contexto científico-matemático a partir da figura histórica de Galileu. **Produto educacional**. PPGECE(FURG) Santo A. da Patrulha, 2023.
- A TEORIA do tudo. Direção de James Marsh. [S.l.]: Working Title Films, 2014. 123 min.
- BIAGIOLI, M. (1993). **Galileo, courtier: the practice of science in the culture of absolutism**. Universidade de Chicago Press.1993.
- BRAGA, M.E. Descrição e análise de uma proposta de trabalho com natureza da ciência por meio da peça teatral “**A vida de Galileu**”, de Bertolt Brecht. 2010. 113 f. Dissertação (Mestrado em Educação para Ciência) – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2010.
- BRECHT, B. A vida de Galileu. In: BRECHT, B. **Teatro completo, em 12 volumes**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, Vol. 06 pp. 51 - 170, 1991.
- <https://www.marxists.org/portugues/brecht/1938/mes/galileu.pdf>
- EINSTEIN and Eddington. Direção de Philip Jones. [S.l.]: Company Pictures, 2008. 89 min.
- FERNANDES, A.M. **Ensino de Ciências e a Questão Epistemológica**. Editora da Universidade Federal de São Carlos, 2012.
- FERRARO, N. G. **O método científico de Galileu Galilei**. Editora Unesp, 2007.
- FEYERABEND, P. **Against method**. Verso Books, 1975.
- FINOCCHIARO, M.A. **Retrying Galileo, 1633-1992**. Universidade da California Press, 2005.
- GALILEO. Direção de Joseph Losey. [S.l.]: American Film Theatre, 1975. 144 min.
- GALILEO’S Battle for the Heavens. Apresentação de Bernard Hill. [S.l.]: NOVA, 2002.
- GIL, G. **Ciência e arte**. [S.l.]: WEA, 1997. 1 CD (50 min). Faixa 3.
- GOLDFARB, J.L. **Galileu Galilei: O mensageiro das estrelas**. Editora Ática,1992.
- KOBRA, E. [sem título]. 2023. Grafite, “mural” de Galileu Galilei.

KUHN, T.S. **The Copernican Revolution: Planetary Astronomy in the Development of Western Thought**. Harvard University Press, 1957.

LEGIÃO URBANA. **Perfeição**. RJ: Sony Music, 1993. 1 CD (55 min). Faixa 7.

LENTIN, J.P. **Penso, logo me engano**, Ed Ática, São Paulo, 1997.

LISPECTOR, C. **A hora da estrela**. Rio de Janeiro: Editora Rocco, 2020.

LOBATO, M. **O Minotauro**. Cotia (SP): Pé da Letra, 2019.

MARTINS, R.A. **História & filosofia da ciência no ensino de ciências**. Editora Livraria da Física, 2008.

MEDINA, M.; BRAGA, M. **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.
<https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/view/2175-7941.2010v27n2p313/13531>

MOREIRA, I.C. **Galileu, a ciência e a religião: Da harmonia à perseguição**. Editora Fiocruz, 2001.

MUNIZ, V. **Pictures of Garbage**. 2008. Coleção de fotografias. Disponível em <https://www.artsy.net/artwork/vik-muniz-pictures-of-garbage>. Acesso em 13 nov. 2024.

NASCIMENTO, M. **Olha o céu**. Rio de Janeiro: EMI-Odeon, 1981. 1 disco de vinil long play. Lado A, faixa 4.

NAYLOR, R. **Galileu sobre os sistemas do mundo: Uma nova tradução resumida e guia**. Tradução comentada das obras de Galileu. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

PARRA, F. **Galileo demonstrating the new astronomical theories at the university of Padua**. Cerca de 1858. Pintura a óleo, 184,5cm x 166,9cm.

PORTINARI, C. **Descoberta da terra**. 1941. Pintura a tinta têmpera, 28,6 x 29 cm.

RESTON, J.Jr. **Galileo: A life**. Harper Perennial, 1994.

ROBERT-FLEURY, J.N. **Galileo before the holy office**. 1857. Pintura a óleo.

SANTOS, R. P. **Física Interessante**. 17 jul. 2021. Disponível em: <http://www.fisica-interessante.com/contato.html>. Acesso em: 16 de maio 2024.
<http://www.fisica-interessante.com/aulas.html>

SEIXAS, R. **As profecias**. Rio de Janeiro: Polygram, 1974. 1 disco de vinil long play. Lado B, faixa 1.

SOBEL, D. **Galileo's daughter: a historical memoir of science, faith, and love**. Walker & Company, 1999.

SOCIEDADE BRASIELRIA DE FÍSICA. **Galileu Galilei: o mensageiro das estrelas**. Portal PION. Disponível em:
<https://www.sbfisica.org.br/v1/portalpion/index.php/artigos/26-galileu-galilei-o-mensag-eiro-das-estrelas>. Acesso em: 19 out. 2024.

VELOSO, C. **Oração ao Tempo**. Rio de Janeiro: Philips, 1979. 1 disco de vinil long play. Lado A, faixa 2.

VERMEER, J. **The astronomer**. 1668. Pintura a óleo, 51cm x 45cm.

VIDEIRA, A.A.P. **História e filosofia da ciência no contexto da educação científica**. [s.l]: Editora Contraponto, 2000.

SHARRATT, M. **Galileo: Decisive innovator**. [s.l]: Blackwell Publishers, 1994.

WOOTTON, D. **Galileo: Watcher of the skies**. Yale University Press, 2010.

9. APÊNDICES: REFERENCIAIS DO PRODUTO EDUCACIONAL

A seguir, apresento uma proposta de guia educacional que os professores podem usar para ajudar os estudantes a entenderem as diferentes visões sobre a obra de Galileu Galilei e a natureza da ciência, corrigindo visões deformadas e promovendo uma compreensão mais equilibrada e contextualizada. Esta proposta de trabalho, inclui um resumo das três visões (empirista indutivista, rígida e elitista), atividades e recursos para aplicação em sala de aula.

Produto Educacional sobre as Visões da Ciência e a Obra de Galileu Galilei

Objetivo	Auxiliar os estudantes na melhor compreensão da complexidade da ciência e do trabalho de Galileu Galilei, reconhecendo as diferentes visões (empirista indutivista, rígida e elitista) e corrigindo possíveis distorções.
-----------------	---

Quadro 10 - Visões da Ciência

Visão	Descrição	Exemplo na Obra de Galileu
Empirista Indutivista da Ciência	Enfatiza a observação e experimentação como base para a formação do conhecimento científico, destacando o papel dos dados empíricos na formulação de teorias.	Mostrar como Galileu utilizou observações e experimentos para desenvolver suas teorias. Estabelecendo constatações importantes para o desenvolvimento da ciência na Idade Moderna.
Rígida da Ciência	Simplifica e absolutiza o conhecimento científico, tratando-o como inquestionável e definitivo.	Apresentar que Galileu trouxe teorias sobre o movimento dos corpos e do movimento dos planetas que culminaram com a evolução do conhecimento científico.
Elitista da Ciência	Enfatiza o papel dos grandes cientistas como heróis solitários e geniais, subestimando o trabalho coletivo e a colaboração.	Relatar que Galileu aperfeiçoou o telescópio e com ele trouxe constatações astronômicas importantes. Desenvolveu um método científico pelo qual buscava conduzir suas observações.

Quadro 11 - Atividades e Recursos para Sala de Aula

Atividade	Objetivo	Descrição
Discussão em Grupo	Debater as diferentes visões da ciência usando exemplos da obra de Galileu.	Dividir a classe em três grupos, cada um representando uma visão, e conduzir uma discussão comparando e contrastando as visões.
Análise de Texto	Identificar visões deformadas da ciência em textos históricos ou contemporâneos sobre Galileu.	Fornecer textos e pedir que identifiquem e discutam exemplos de visões empiristas indutivistas, rígidas e elitistas.
Experimentos de Galileu	Recriar experimentos de Galileu para entender seu método científico.	Realizar experimentos de queda de corpos e planos inclinados e discutir a visão empirista indutivista.
Estudo de Caso	Examinar o contexto histórico e científico do trabalho de Galileu.	Pesquisar o contexto histórico da obra de Galileu e discutir sua influência nas descobertas científicas.
Projeto de Pesquisa	Explorar a colaboração científica e as influências mútuas.	Investigar cientistas contemporâneos de Galileu e discutir como suas descobertas se inter-relacionam.

Quadro 12 - Recursos

Recurso	Descrição
Textos e Livros	"Diálogo sobre os Dois Máximos Sistemas do Mundo" de Galileu Galilei, "O Mundo Assombrado pelos Demônios" de Carl Sagan, "Revolução Copernicana" de Thomas S. Kuhn.
Vídeos e Documentários	Documentário "Galileo: Battle for the Heavens" (BBC), vídeos de experimentos científicos baseados no trabalho de Galileu.
Sites Educacionais	NASA, PBS Learning Media.

Quadro 13 - Opções Adicionais de Atividades e Recursos

Atividade	Objetivo	Descrição
-----------	----------	-----------

Dramatização Histórica	Vivenciar os eventos históricos relacionados a Galileu e suas descobertas.	Encenar momentos-chave da vida de Galileu representando uma visão específica.
Debate Estruturado	Desenvolver habilidades de argumentação e compreensão das diferentes visões científicas.	Organizar um debate em que alunos defendem diferentes visões sobre o trabalho de Galileu.
Laboratório de Pensamento Crítico	Analisar criticamente textos e experimentos científicos.	Fornecer textos sobre as descobertas de Galileu e pedir que identifiquem visões rígidas, elitistas e empiristas indutivistas.
Criação de Documentário	Desenvolver habilidades de pesquisa, roteiro e produção audiovisual.	Criar um documentário curto sobre Galileu abordando as três visões, incluindo entrevistas simuladas e reconstituições históricas.
Revista Científica Estudantil	Produzir uma publicação que explore a obra de Galileu e diferentes visões científicas.	Criar uma revista científica com artigos, entrevistas e editoriais sobre Galileu.
Linha do Tempo Interativa	Visualizar a evolução do pensamento científico ao longo do tempo.	Desenvolver uma linha do tempo interativa da vida de Galileu e suas descobertas.

Quadro 14 - Recursos Adicionais

Recurso	Descrição
Visitas Virtuais e Tours	Utilizar plataformas como Google Arts & Culture para explorar o Museu Galileu em Florença e outros locais históricos.
Simulações Online	Realizar experimentos científicos virtualmente com PhET Interactive Simulations.
Jogos Educacionais	Aprender sobre a ciência de forma lúdica e interativa com recursos como NASA's Space Place.

Quadro 15 - Projetos Criativos

Atividade	Objetivo	Descrição
-----------	----------	-----------

Hackathon Científico	Resolver problemas científicos e históricos de forma colaborativa e inovadora.	Organizar um hackathon para recriar experimentos, desenvolver modelos explicativos ou criar novas ferramentas educacionais baseadas nos princípios de Galileu.
Desenvolvimento de Apps Educacionais	Integrar tecnologia e ciência para criar ferramentas educacionais inovadoras.	Desenvolver aplicativos móveis para ensinar conceitos de física e astronomia baseados nas descobertas de Galileu.
Laboratório de Inovação e Experimentação	Fomentar a criatividade e a experimentação científica.	Criar experimentos inspirados pelos trabalhos de Galileu usando materiais recicláveis e tecnologias modernas.

Quadro 16 - Recursos Inovadores

Recurso	Descrição
Realidade Virtual e Aumentada	Simular os experimentos de Galileu com aplicativos de realidade virtual e aumentada como Google Expeditions e Curiscope.
Plataformas de Coding e Robótica	Ensinar programação e robótica aplicada à ciência com kits como LEGO Mindstorms e plataformas como Scratch.
Data Science e Análise de Dados	Aplicar análise de dados para explorar descobertas científicas usando ferramentas como Excel e Python.

Quadro 17 - Projetos de Colaboração

Atividade	Objetivo	Descrição
Parcerias com Universidades e Institutos de Pesquisa	Conectar alunos com cientistas e pesquisadores para projetos colaborativos.	Participar de projetos de pesquisa em andamento relacionados à astronomia e física.
Crowdsourcing de Ideias	Reunir ideias inovadoras de uma comunidade mais ampla.	Utilizar plataformas como IdeaScale para coletar ideias de inovação na educação científica.
Workshops de Inovação e Design Thinking	Desenvolver habilidades de inovação e resolução de problemas.	Realizar workshops de design thinking para identificar problemas no ensino da ciência e propor soluções inovadoras.

Quadro 18 - Leituras Complementares e Discussões

Atividade	Objetivo	Descrição
Clube do Livro Científico	Promover a leitura e discussão de textos científicos e históricos.	Organizar um clube do livro para ler e discutir obras sobre Galileu e a Revolução Científica.
Artigos de Opinião e Resenhas	Desenvolver habilidades de escrita e análise crítica.	Escrever artigos de opinião ou resenhas sobre as diferentes visões científicas interpretando o trabalho de Galileu.
Painel de Discussão com Especialistas	Expor os alunos a diversas perspectivas científicas.	Convidar cientistas, historiadores e educadores para discutir a obra de Galileu e as visões da ciência.