



UNIVERSIDADE
ESTADUAL de LONDRINA

FRANCISCO BRENZAM FILHO

**REFLEXÕES ACERCA DAS DIMENSÕES DA CIÊNCIA DE
PARTICIPANTES DO PROGRAMA RESIDÊNCIA
PEDAGÓGICA:
DISCUSSÕES DA TEMÁTICA VACINA**

Londrina
2023

FRANCISCO BRENZAM FILHO

**REFLEXÕES ACERCA DAS DIMENSÕES DA CIÊNCIA DE
PARTICIPANTES DO PROGRAMA RESIDÊNCIA
PEDAGÓGICA:
DISCUSSÕES DA TEMÁTICA VACINA**

Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor.

Orientadora: Prof^a. Dra. Mariana A. Bologna
Soares de Andrade

Londrina
2023

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

BRENZAM FILHO , FRANCISCO .

REFLEXÕES ACERCA DAS DIMENSÕES DA CIÊNCIA DE PARTICIPANTES DO PROGRAMA RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA : DISCUSSÕES DA TEMÁTICA VACINA / FRANCISCO BRENZAM FILHO . - Londrina, 2023.
133 f.

Orientador: Mariana A. Bologna Soares de Andrade .

Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática, 2023.

Inclui bibliografia.

1. ensino - Tese. 2. matemática - Tese. 3. ciências - Tese. I. Andrade , Mariana A. Bologna Soares de . II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática. III. Título.

CDU 574

FRANCISCO BRENZAM FILHO

**REFLEXÕES ACERCA DAS DIMENSÕES DA CIÊNCIA DE
PARTICIPANTES DO PROGRAMA RESIDÊNCIA
PEDAGÓGICA:
DISCUSSÕES DA TEMÁTICA VACINA**

Tese de doutorado apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Educação Matemática da Universidade Estadual de Londrina, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor.

BANCA EXAMINADORA

Orientadora: Prof^a. Dra. Mariana A. Bologna
Soares de Andrade
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Prof. Dr. André Luis Correa
Universidade Federal da Paraíba

Prof^a. Dra. Fernanda Aparecida Meglhioratti
Universidade Estadual do Oeste do Paraná

Prof. Dr. Ronaldo Adriano Ribeiro Silva
Universidade Federal da Integração Latino
Americana

Londrina, 31 de julho de 2023

AGRADECIMENTOS

Agradeço aos meus pais, Sueli Gomes Brenzam e Francisco Brenzam (*in memoriam*) pela presença e por me proporcionar carinho, conforto, amor e cuidado sempre.

Agradeço à minha amada e querida esposa, Jéssica A S de Mello Brenzam, pelo amor, companheirismo e pelo constante apoio, especialmente nos momentos em que eu mais precisei.

Agradeço às minhas filhas, Anabela de Mello Brenzam e Antonela de Mello Brenzam, por me sustentarem, me darem forças e por serem minhas motivações diárias.

Agradeço à minha irmã, Michele Gomes Brenzam Dena, meu cunhado, Flaviano André Dena, e minhas sobrinhas, Flávia, Marcela e Fernanda pela presença, apoio e zelo.

Agradeço à minha querida amiga paciente e orientadora professora Mariana A. Bologna Soares de Andrade pela paciência, compreensão, motivação, compromisso e empenho.

Agradeço aos meus queridos amigos que estiveram e que estão comigo em todos os momentos de minha vida.

BRENZAM FILHO, Francisco. **REFLEXÕES ACERCA DAS DIMENSÕES DA CIÊNCIA DE PARTICIPANTES DO PROGRAMA RESIDÊNCIA PEDAGÓGICA: DISCUSSÕES DA TEMÁTICA VACINA**. 2023. 134 p. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2023.

RESUMO

Este trabalho apresenta os resultados de uma pesquisa que buscou investigar se um curso de formação complementar com a temática vacina promove a compreensão das Dimensões Observacional, Conceitual e Sociocultural da Ciência elaborado por Allchin (2013) por acadêmicos participantes do programa de Residência Pedagógica. A presente investigação se mostra necessária pelo fato de que a literatura apresenta concepções inadequadas de professores em relação à Ciência e ao desenvolvimento do conhecimento científico. O curso complementar foi elaborado a partir dos pressupostos teóricos de Allchin (2013), em que apresenta um mapa de dimensões que permitem compreender como a Ciência funciona. O curso foi ofertado de maneira online, dividido em oito encontros síncronos e assíncronos. No total, foram 19 participantes que cursavam o 3º e o 4º ano de Licenciatura de Ciências Biológicas de uma Universidade Pública na cidade de Londrina. Os mesmos estavam participando do programa de residência pedagógica, um programa que tem como objetivo oportunizar a vivência entre a teoria e prática dos futuros professores no ambiente escolar. Os dados foram coletados a partir da análise da aula síncrona e por meio de questões presentes no final da aula sobre os temas trabalhados respondidas por escrito. Os dados foram analisados por meio das semelhanças com as dimensões de Allchin e pela análise de conteúdo de Bardin (2004). Em relação às concepções da Ciência, a investigação apontou uma percepção ligada às dimensões Observacionais e Conceituais com uma quantidade significativa de respostas com tradições empíricas-indutivistas da Ciência. A dimensão Sociocultural foi percebida, mesmo que de maneira discreta, quando os estudantes atribuíram ao desenvolvimento da Ciência fontes de financiamento. Outros dados nos indicam que a dimensão Sociocultural no item responsabilidade social dos cientistas é o de comunicar seus resultados por meio da divulgação científica. Notamos que os estudantes compreendem as três dimensões de Allchin (2013) envolvidas na construção das vacinas e que o contexto histórico é importante para fortalecer o entendimento sobre a Ciência e atribuir credibilidade a ela.

Palavras-chave: Ensino de Ciências. Natureza da Ciência. Formação de Professores. Vacina.

BRENZAM FILHO, Francisco. **REFLECTIONS ON THE SCIENCE DIMENSIONS OF PARTICIPANTS IN THE PEDAGOGICAL RESIDENCE PROGRAM: DISCUSSIONS ON THE VACCINE THEME**. 2023. 134 p. Thesis (Doctorate in Science Teaching and Mathematics Education) – State University of Londrina, Londrina, 2023.

ABSTRACT

This work presents the results of a research study that aimed to investigate whether a complementary training course on vaccines promotes understanding of the Observational, Conceptual, and Sociocultural Dimensions of Science, as proposed by Allchin (2013), among participants in the Pedagogical Residency program. This investigation is necessary due to the prevalent misconceptions among teachers regarding Science and the development of scientific knowledge. The complementary course was developed based on Allchin's theoretical framework, which provides a comprehensive overview of how Science operates. The course was offered online, consisting of eight synchronous and asynchronous sessions. A total of 19 participants, enrolled in the 3rd and 4th years of the Biological Sciences program at a Public University in the city of Londrina, took part in the study. These students were part of the pedagogical residency program, which aims to bridge the gap between theory and practice in the educational context. Data were collected through the analysis of synchronous classes and written responses to post-class questions on the covered topics. The data were analyzed by identifying similarities with Allchin's dimensions and employing content analysis following Bardin's (2004) methodology. The investigation revealed that participants demonstrated a perception primarily aligned with the Observational and Conceptual Dimensions, exhibiting a significant number of responses influenced by empirical-inductivist approaches to Science. Although to a lesser extent, participants also recognized the Sociocultural Dimension when attributing funding sources to scientific development. Furthermore, the findings indicated that participants understood the three dimensions outlined by Allchin (2013) in the context of vaccine construction, highlighting the importance of historical context in strengthening comprehension of Science and establishing credibility within the field.

Keywords: Science Teaching. Nature of Science. Teacher Training. Vaccine.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Etapas de desenvolvimento das vacinas	35
Figura 2 - Esquema representativo dos procedimentos metodológicos.....	51

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Data, formato e conteúdos trabalhados durante o curso.....	52
Quadro 2 - Aula, conteúdo, dimensões e itens.....	54
Quadro 3 - Encontro, objetivo, atividade e dimensões de Allchin	64
Quadro 4 - Respostas e a semelhança com as dimensões de Allchin	65
Quadro 5 - Unidades de Registro da UC 1	68
Quadro 6 - Unidades de Registro da UC 2.....	69
Quadro 7 - Unidades de Registro da UC 3.....	77
Quadro 8 - Unidades de Registro da UC 4.....	78
Quadro 9 - Unidades de Registro da UC 5.....	81
Quadro 10 - Unidades de Registro da UC 6.....	83
Quadro 11 - Unidades de Registro da UC 7.....	87
Quadro 12 - Unidades de Registro da UC 8.....	89

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	12
 CAPÍTULO 1 - A RELAÇÃO ENTRE O ENSINO DE CIÊNCIAS, A NATUREZA DA CIÊNCIA E AS VACINAS	 15
1.1 O Ensino de Ciências	15
1.2 A Natureza da Ciência	18
1.3 Vacinas.....	31
 CAPÍTULO 2 - A FORMAÇÃO E OS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM ENSINO DE CIÊNCIAS.....	 38
2.1 Formação de Professores em Ensino de Ciências	38
2.2 Cursos de Formação de Professores em Ensino de Ciências	44
 CAPÍTULO 3 – METODOLOGIA DA PESQUISA	 50
3.1 Os sujeitos da pesquisa	51
3.2 O curso “Diálogos entre a Ciência, a NdC e as vacinas”	51
3.3 Coleta de Informações e Análise dos Dados	62
 CAPÍTULO 4 - APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS	 64
4.1 Primeiro Encontro Parte I: Análise a Partir da Aula Síncrona	64
4.2 Primeiro Encontro Parte II: Análise a Partir das Questões	68
4.2.1 UC1: Explicação da Ciência	68
4.2.2 UC2: Desenvolvimento da Ciência	69
4.3 Terceiro Encontro Parte I: Análise a Partir da Aula Síncrona	73
4.3.1 Terceiro encontro parte II: análise a partir das questões	76
4.3.2 Influências Internas e Externas na Ciência.....	76
4.3.3 Papel social dos Cientistas	78
4.4 Quinto Encontro Parte I: Análise a Partir da Aula Síncrona	80
4.4.1 Quinto Encontro Parte II: Análise a Partir das Questões	81
4.4.2 UC 5: Conhecimentos Diversos Envolto na Fabricação das Vacinas	81
4.4.3 UC6: Conhecimentos Importantes para Fabricação das Vacinas.....	83
4.5 Sétimo Encontro Parte I: Análise a Partir da Aula Síncrona	84

4.5.1 Sétimo Encontro Parte II: Análise a Partir das Questões.....	86
4.5.2 UC 7: Aspectos Sobre o Momento Histórico	86
4.5.3 UC 8: A Contribuição da História para a Ciência.....	89
4.5.4 Oitavo Encontro Parte I: Análise a Partir da Aula Síncrona	91
 CONSIDERAÇÕES FINAIS	 94
 REFERÊNCIAS	 100

INTRODUÇÃO

A possibilidade de discutir e aprender *sobre* a Ciência com estudantes sempre me despertou interesse. Penso que o cenário atual de negação a ela é fruto, pelo menos parcialmente, de uma fragilidade da discussão e compreensão da Ciência, tanto em espaços formais quanto não formais de aprendizagem.

Os desafios contemporâneos exigem cada vez mais a formação de indivíduos alfabetizados e cientificamente capazes de atuar de maneira reflexiva e construtiva frente às necessidades que o cercam. Tal formação encontra-se, teoricamente, alinhada ao principal objetivo do ensino de Ciências inserido no termo da Alfabetização Científica.

De acordo com Sasseron (2015),

[...] a Alfabetização Científica tem se configurado no objetivo principal do ensino das Ciências na perspectiva de contato do estudante com os saberes provenientes de estudos da área e as relações e os condicionantes que afetam a construção do conhecimento científico em uma larga visão histórica e cultural (SASSERON, 2015, p. 3).

Em concordância com o objetivo do ensino de Ciências para o entendimento *sobre* a Ciência, encontra-se o envolvimento do que é denominado de Natureza da Ciência (NdC). Segundo Moura (2014), o entendimento da NdC é considerado uma indicação fundamental para a formação de alunos e professores mais críticos e integrados com o mundo, capazes de compreender, avaliar e participar de decisões que envolvam o desenvolvimento e aplicação do conhecimento científico, levando em consideração que as consequências dessas decisões vão além das questões internas da Ciência (CHALMERS, 1993; CACHAPUZ *et al.*, 2005).

Embora exista o reconhecimento dessa necessidade formativa, existem poucas discussões sobre a NdC em cursos de formação de professores (ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016). Acevedo (2008) já apontava para um fracasso em relação ao ensino da NdC que pode estar associado à falta de preparo dos professores para discutir assuntos relacionados a ela, falta de discussões no processo de formação de professores, dentre outros (SILVA *et al.*, 2017).

Pesquisas apontam que professores apresentam visões simplistas, ingênuas e estereotipadas sobre a NdC e a Ciência (MORAIS *et al.*, 2018; SANTOS; ROSA; HOFFMANN, 2018; MACHADO; RAZERA; GUIMARÃES, 2017). Em

consequência, professores tendem a reproduzir tais concepções durante o ato de ensinar.

Como meio de superar essa visão estereotipada, Allchin (2013) tem uma proposta denominada “Whole Science” (Ciência Completa, *tradução nossa*), que, segundo o autor, explica como avaliar o conhecimento científico por meio de três dimensões de confiabilidade: Observacional, Conceitual e Sociocultural.

A partir desse panorama geral, reconhecendo a importância de oportunizar momentos de debate e reflexão *sobre* a Ciência em cursos de formação inicial de professores participantes do programa de Residência Pedagógica, sobretudo nesse cenário de negação, esta pesquisa investigativa procura responder à seguinte questão: que compreensões das dimensões Observacional, Conceitual e Sociocultural da Ciência um curso de formação complementar com a temática vacina pode promover?

O objetivo geral desta pesquisa é, portanto, o de investigar se um curso de formação complementar com a temática vacina promove a compreensão das dimensões Observacional, Conceitual e Sociocultural da Ciência por acadêmicos participantes do programa de residência pedagógica.

Como objetivos específicos buscamos analisar tanto o conhecimento dos estudantes a partir dos momentos de discussões a respeito da Ciência quanto o papel do curso para a Alfabetização Científica de professores em formação.

O curso complementar foi elaborado a partir de pressupostos teóricos de Allchin (2013), ofertado de maneira online e dividido em momentos síncronos e assíncronos com atividades gerais sobre a Ciência, Natureza da Ciência e as vacinas. No total foram oito encontros. O público participante foram estudantes do terceiro e do quarto ano de uma Universidade Estadual de Londrina do curso de Licenciatura em Ciências biológicas, que estavam participando do Programa Residência Pedagógica.

A análise foi realizada a partir de um questionário com questões sobre as aulas e da análise da discussão sobre a própria aula.

O presente estudo está organizado da seguinte forma.

No capítulo primeiro, apresentamos um breve panorama sobre o Ensino de Ciências, apontamentos em relação à Natureza da Ciência em interlocução com as vacinas.

No segundo capítulo, abordamos a formação dos professores em Ensino

de Ciências, bem como os cursos de formação de professores no atual contexto e posicionamentos referentes ao Programa Residência Pedagógica

O capítulo três contempla a metodologia da pesquisa bem como os sujeitos da pesquisa, detalhamento sobre o curso complementar oferecido e a coleta dos dados.

No quarto capítulo, são apresentadas a análise e a discussão dos dados.

Por fim, faremos as considerações finais.

CAPÍTULO 1

A RELAÇÃO ENTRE O ENSINO DE CIÊNCIAS, A NATUREZA DA CIÊNCIA E AS VACINAS

1.1 O Ensino de Ciências

Sendo a escola um reflexo das mudanças da sociedade, existe uma necessidade de um repensar do currículo e práticas escolares que atendam novas demandas conforme o momento histórico. Tais mudanças, presentes nas reformas históricas do Ensino de Ciências, alteraram os objetivos, as concepções de ensino e as propostas de ensino e aprendizagem.

Megid Neto (2014) aponta que é possível pensarmos em duas dimensões no Ensino de Ciências no Brasil. A primeira é referente ao ensino escolar, que conta com as disciplinas científicas presentes nos currículos de ensino básico; a segunda, a acadêmica, que se refere às pesquisas que se desenvolvem em relação à temática específica do Ensino de Ciências. Vale destacar que ambas as dimensões exercem influência tanto a nível nacional quanto internacional.

De acordo com alguns autores (DIAS, 2008; NARDI, 2005), os primeiros passos da pesquisa acadêmica têm início na década de 60 do século XX. Nesse período, é possível identificar propostas ligadas diretamente à melhoria do Ensino de Ciências na escola básica. Na sequência, na medida em que os programas de pós-graduação, institutos de pesquisa, eventos diversos e publicações começam a aparecer, a pesquisa começa a se desenvolver em campos mais amplos.

Krasilchik (2000) aponta que, a partir da década de 50, em função das transformações políticas e econômicas, tanto no âmbito nacional quanto internacional, é possível reconhecer movimentos que refletiram em diferentes objetivos educacionais e influenciaram o ensino.

[...] na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social, o ensino das Ciências em todos os níveis foi também crescendo de importância, sendo objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino podendo servir de ilustração para tentativas e efeitos das reformas educacionais. (KRASILCHIK, 2000, p. 85).

De acordo com Azevedo (2008, p. 18), embora houvesse esse

movimento de transformação, o “cenário escolar era marcado por um ensino mnemônico, com aulas predominantemente expositivas, cujos relatos de experiência, e algumas experimentações, serviam para confirmar as teorias, jamais refutá-las”.

Fracalanza (2002) destaca que o Ensino de Ciências na década de 60 tinha, por objetivo, a formação dos indivíduos por meio da vivência do método científico, com foco na observação e na manipulação de equipamentos, na participação dos alunos na elaboração de hipóteses, na identificação dos problemas e na aplicação dos resultados.

Nesse mesmo período, mais precisamente em 1961 no Brasil, foi introduzida a disciplina Ciências como obrigatória no Ensino fundamental por meio da Lei de Diretrizes e Bases da Educação (LDB), nº 4.024. Mais tarde essa obrigatoriedade que, a princípio era apenas para os anos finais, se estendeu para os anos iniciais (BRASIL, 1997). Houve um aumento substancial da carga horária de Física, Química e Biologia. De acordo com Krasilchik (2000, p. 86),

Essas disciplinas passavam a ter a função de desenvolver o espírito crítico com o exercício do método científico. O cidadão seria preparado para pensar lógica e criticamente e assim capaz de tomar decisões com base em informações e dados. (KRASILCHIK, 2000, p. 86).

Nesse período, a formação em Ciência tinha um caráter de formação de pesquisadores, muito influenciada pelos movimentos educacionais dos Estados Unidos e Europa. Após esse período, novas transformações políticas oriundas da Ditadura Militar no Brasil alteraram a função da escola, que deixa de dar ênfase na cidadania e passa a valorizar a formação de um trabalhador (KRASILCHIK, 2000). Segundo a autora, as disciplinas científicas passaram a ter um caráter profissionalizante desfigurando sua função no currículo.

De acordo com Nascimento, Fernandes e Mendonça (2008),

[...] o desenvolvimento industrial desenfreado, e a consequente degradação ambiental, resultaram em nova ênfase nos currículos escolares, no final dos anos de 1970. As implicações sociais desse desenvolvimento científico e tecnológico tornar-se-iam objeto de estudo na escola, mais tarde, a partir da abertura política. (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2008, p. 37).

Sendo assim, o Ensino de Ciências aproximou-se das Ciências

Humanas e Sociais, fortalecendo a ideia de que a Ciência é uma construção humana e não uma verdade natural (BRASIL, 1998).

Em 1990, a ênfase que se dá ao Ensino de Ciências foi na ótica da alfabetização científica, para que os alunos pudessem compreender o mundo sob a perspectiva da Ciência e da Tecnologia, além de suas condições sociais, políticas e econômicas (BATISTA; SILVA, 2018).

Sasseron e Cavalho (2011) salientam que, embora existam diferentes termos dedicados à alfabetização científica, como letramento ou enculturação científica, todos têm o objetivo de proporcionar capacidades e competências que permitem a participação dos estudantes nos processos de decisões do cotidiano, bem como a formação cidadã desses alunos.

Na primeira década do século XXI, o sistema de educação no âmbito dos conteúdos Ciências passa a incorporar assuntos ligados à sustentabilidade (CACHAPUZ *et al.*, 2005). Nesse sentido, os objetivos do Ensino de Ciências se concentram na formação dos cidadãos conscientes da Dimensão da consequência dos problemas ambientais, das relações entre Ciência-tecnologia-sociedade-ambiente (CTSA), o que favorece a participação na tomada de decisões (BORGES, 2010).

A partir da leitura de pontos importantes que marcaram a história e traçaram novos caminhos para o Ensino de Ciências, percebemos, inicialmente, uma ênfase tecnicista e que teve direcionamento para o reconhecimento da importância dos aspectos culturais ligados à produção do conhecimento científico.

Nesse sentido, é sabido que a função da escola não é de formar cientistas, mas sim ter como premissa contribuir para a Educação Científica e Tecnológica dos estudantes, suscitando diálogos sobre a Natureza da Ciência (NdC) permeado pela Divulgação Científica podendo ser uma forma de se observar e analisar diferentes contextos e aspectos relacionados aos processos de constituição da pesquisa científica. Essas discussões podem propiciar contribuições significativas na e para a formação científica dos cidadãos, além de colaborar para a mudança das visões equivocadas sobre a Ciência (OLIVEIRA, 2021). Sendo assim, faz-se necessário conhecer as concepções e as formas de abordagem da NdC no ensino de Ciências.

1.2 A Natureza da Ciência: Caminhos teóricos, perspectivas e a busca pelo referencial

Pretendemos, neste subcapítulo, posicionar o leitor em relação:

- a. aos caminhos de compreensão da Natureza da Ciência (NdC) por meio da História, Filosofia e Sociologia da Ciência;
- b. à necessidade do tema na formação de professores;
- c. às diferentes perspectivas baseadas na literatura sobre a NdC; e
- d. à justificativa do referencial adotado nesta investigação.

Quando adentramos no campo da educação científica, o termo Natureza da Ciência (NdC) é utilizado como referência para conhecimentos epistemológicos da Ciência importantes para estudantes e professores durante o desenvolvimento das disciplinas da área de Ciências da natureza. Tais conhecimentos incorporam reflexões das disciplinas metacientíficas como Filosofia, História e Sociologia da Ciência (IZQUIERDO-AYMERICH; ADÚRIZ-BRAVO, 2003; ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016), bem como da Psicologia e da Economia da Ciência (SANTOS; MAIA; JUSTI, 2020).

Acevedo (2009, p. 356) acrescenta que a NdC “abarca assuntos epistemológicos, sociológicos e psicológicos da Ciência, de suas atividades e das características do conhecimento que produz”.

Em outra percepção, a NdC pode ser

[...] entendida como a união de conhecimentos sobre a Ciência que discute sobre seus objetivos, as influências sofridas e/ou causadas sobre a sociedade da época, suas limitações, seu pluralismo metodológico, a aceitação ou rejeição de ideias científicas, dos equívocos cometidos pelos cientistas, o seu caráter provisório, dentre outros temas. (SILVA *et al.*, 2017, p. 4).

Para Moura (2014), a NdC

[...] envolve um arcabouço de saberes sobre as bases epistemológicas, filosóficas, históricas e culturais da Ciência. Compreender a natureza da Ciência significa saber do que ela é feita, como elaborá-la, o que e por que ela influencia e é influenciada. (MOURA, 2014, p. 33).

O autor ainda salienta que

[...] estudar a natureza da Ciência significa compreender como o homem constrói o conhecimento científico em cada contexto e em cada época, tendo como base suas concepções filosóficas, ideológicas e metodológicas. (MOURA, 2014, p. 37).

Sendo assim, a NdC refere-se a “um domínio híbrido que mistura aspectos de vários estudos sociais da Ciência, que inclui a sociologia, filosofia e história da Ciência, que ainda se combinam com pesquisa das Ciências cognitivas, como a psicologia” (MAcCOMAS, 2008, p. 249). Essa mescla leva a uma análise e a “uma rica descrição da Ciência; como ela funciona, como os cientistas operam enquanto grupo social e como a própria sociedade tanto direciona como reage ao empreendimento científico” (Idem, p. 249).

Nesse sentido, considera-se importante reconhecer a relação embricada entre História, Filosofia e Sociologia da Ciência para o conhecimento da NdC. De acordo com Rozentalski (2018),

A História da Ciência, a Filosofia da Ciência e a Sociologia da Ciência são três disciplinas autônomas e independentes, que possuem modos de pensar, fazer e comunicar, objetivos, metodologias, congressos e periódicos próprios. Em comum, as três disciplinas se caracterizam por serem dedicadas a investigar o empreendimento científico, sendo, assim, consideradas metaCiências. (ROZENTALSKI, 2018, p. 19)

Forato *et al.* (2012) indicam que a História da Ciência pode oportunizar a reflexão sobre alguns aspectos que permeiam a produção do conhecimento científico relacionado ao caráter sócio-histórico, como:

- a. a natureza não fornece evidências suficientemente simples para permitir interpretações diversas de um fenômeno;
- b. uma observação significativa não ocorre sem a influência de teorias prévias;
- c. as teorias científicas não podem ser provadas e ser substanciadas apenas pela experiência;
- d. o conhecimento científico depende fortemente, mas não inteiramente, da observação e evidência experimental, argumentos racionais e ceticismo; e

e. a Ciência é uma atividade humana influenciada pelo contexto histórico.

A História da Ciência permite aos alunos realizarem estudos de caso, por meio da análise de eventos históricos relevantes ou partir da exploração da história pessoal dos cientistas ou suas descobertas (BARBOSA, 2016). Além disso, oportuniza a “reflexão e discussão da gênese e da transformação de conceitos sobre a natureza, as técnicas e as sociedades, bem como a análise dos diversos modelos de elaboração de conhecimentos”. (BELTRAN; SAITO; TRINDADE, 2014, p. 101).

Almeida e Justi (2020) esclarecem que a História da Ciência

[...] favorece discussões sobre como ideias científicas se desenvolveram, foram questionadas, validadas, consolidadas ao longo do tempo e, ainda, como a Ciência influencia e é influenciada pela sociedade. Discussões desta natureza, por sua vez, podem favorecer reflexões sobre algumas das incógnitas e incertezas com as quais os cientistas do passado tiveram que lidar, e/ou que caracterizam o trabalho de cientistas atualmente. (ALMEIDA; JUSTI, 2020, p. 434).

Allchin (2013) salienta que, além da História, da Filosofia da Ciência “a abordagem História e Filosofia da Ciência para a educação científica promove uma amplitude de estudos de Ciência até a Alfabetização Científica funcional em questões sociocientíficas” (ALLCHIN, 2013, p. 1912, tradução nossa). Na concepção do autor, a alfabetização científica engloba a habilidade de “avaliar a confiabilidade de afirmações científicas relevantes para a tomada de decisões pessoais e sociais” (ALLCHIN, 2014, p. 1911).

Reconhece-se que, além da História da Ciência, é necessário compreender os aspectos de formação do conhecimento em relação à Ciência. Dessa maneira, a Filosofia da Ciência inclui a reflexão filosófica sobre a Ciência e a sua natureza (RUSSO; RÔÇAS, 2019). Nesse sentido, o aspecto reflexivo torna-se mais evidente em relação à Ciência e complementa a História da Ciência.

É importante ressaltar que trabalhos que utilizam a História e Filosofia da Ciência para investigarem a Ciência não o fazem de maneira separada, pois entendem, assim como nós, que ambas se complementam, principalmente quando se leva em consideração analisar e pensar a Ciência ou refletir sobre ela. Dessa forma, não há uma nova área de conhecimento, e sim uma complementação das áreas (JESUS, 2021).

A sociologia da Ciência integra-se à Filosofia e a História da Ciência como uma possibilidade de conhecimento sobre a Ciência. Embora, no âmbito da Educação em Ciências, seja uma área pouco explorada, Meglhioratti e Batista (2018) salientam que a Sociologia da Ciência compreende aspectos como: divulgação da Ciência e o sistema de reconhecimento dos cientistas; fontes de financiamento das pesquisas; aspectos sociais da aceitação ou não de determinados conhecimentos científicos, entre outros.

A partir dos referenciais, acreditamos que pensar *em* e *sobre* a Ciência envolve reconhecer a relação entre a História, a Filosofia e a Sociologia da Ciência como possibilidade de compreensão da NdC.

Sendo assim, no âmbito escolar, tendo em vista que os professores são os principais mediadores no processo educativo, Matthews (2012) destaca que eles precisam ter conhecimento sobre os aspectos históricos, os métodos de investigação e natureza da disciplina que ensinam. Discussões que envolvam a História, a Filosofia e a Sociologia da Ciência podem desenvolver tais conhecimentos.

Complementando, considera-se o apontado por Vital e Guerra (2014, p. 227), que afirmam que “a história da Ciência permite a professores e alunos discussões de diferentes visões sobre a Ciência, revelando como os cientistas desenvolveram teorias e conceitos, as influências que sofreram e os interesses que os motivaram”. Nesse sentido, as narrativas históricas podem favorecer reflexões por parte dos estudantes e professores em formação sobre a Natureza da Ciência (SANTOS, 2018; ALMEIDA; JUSTI, 2019). Moura (2014) acrescenta que “a História e Filosofia da Ciência formam um caminho possível para a discussão de Natureza da Ciência, porque evidenciam os meandros da construção do conhecimento científico, contextualizando a Ciência” (MOURA, 2014, p. 41).

Embora exista o reconhecimento sobre a importância da inserção da HFSC como possibilidade de compreensão da NdC no ensino de Ciências, existem também obstáculos (ACEVEDO-DÍAZ; GARCÍA-CARMONA, 2016; FORATO *et al.*, 2009).

Aragão (2019) destaca que

[...] alguns desses obstáculos são de natureza externa ao professor, como o tempo didático disponível, a falta de narrativas históricas nos livros didáticos, a escassa atenção à HFC nas avaliações externas e a inadequação dos trabalhos especializados da história da Ciência

para o Ensino Médio. Outros são de natureza interna ao professor, relativos a suas crenças e concepções, como a visão de Ciência, a falta de entendimento da HFC como conteúdo curricular de Ciências relevante em comparação a outros conteúdos, como os conceituais e procedimentais, o desconhecimento de finalidades e objetivos suficientemente claros que permitam justificar a inclusão da HFC nas aulas de Ciências, as resistências diante das reformas e inovações educativas, critérios para a seleção do conteúdo histórico, a simplificação e omissão e o relativismo. (ARAGÃO, 2019, p. 24-25).

Considerando a necessidade de um outro olhar para a formação de professores, Barbosa (2016) salienta que

[...] os cursos que discutem aspectos da NdC poderiam utilizar diferentes argumentos sobre a importância do entendimento público da Ciência e das dimensões da alfabetização científica, de modo que fornecessem aos professores um panorama que justificasse a inclusão de dimensões filosóficas, históricas e sociológicas entre os objetivos da educação científica. (BARBOSA, 2016, p. 73).

Há tempos que a NdC vem sendo considerada com certo papel de destaque nas reformulações curriculares de diferentes países (ACEVEDO, 2008; 2009; LEDERMAN, 1999). Tão presente assim quanto a indicação em muitos trabalhos (LEDERMAN, 1999; ACEVEDO, 2008; ACEVEDO *et al.*, 2007a; 2007b; PAGLIARINI, 2007; BRICCIA; CARVALHO, 2011) de que faz parte de um dos objetivos fundamentais no ensino para a melhoria da alfabetização científica.

Sasseron e Carvalho (2011) acrescentam a ênfase na necessidade do trabalho com o ensino da NdC de maneira contextualizada para que, desse modo, possa contribuir para a formação de estudantes crítico-reflexivos.

Praia, Gil-Pérez e Vilches (2011) apontam que indivíduos que conhecem a NdC exercem sua cidadania e realizam suas escolhas mais bem informados. Dessa forma tornar-se-ão críticos e preparados para agir no mundo (MOURA, 2014).

Barbosa e Aires (2018) acreditam que os estudantes precisam conhecer os aspectos que têm relação com os fatores que influenciam o desenvolvimento dos conceitos e conhecimentos científicos e para que isso seja possível, as questões concernentes à Natureza da Ciência poderiam estar presentes em sala de aula. Desta forma, os alunos conceberiam construir um conjunto de elementos, através da organização e estabelecimento do conhecimento científico.

Levando em consideração a relevância do ensino da NdC nos últimos anos, vários trabalhos têm debatido maneiras possíveis de abordagem do tema no Ensino de Ciências (MCCOMAS, 2008; IRZIK, NOLA; 2011; ALLCHIN, 2013; MATTHEWS, 2014; ALLCHIN, 2017).

Segundo Ferreira e Custódio (2021),

No debate da natureza da Ciência é possível identificar uma diversidade de abordagens teórico-metodológicas que orientam os estudos, reflexões e investigações desenvolvidas, algumas mais clássicas, tradicionalmente utilizadas na inserção deste debate nas aulas de Ciências, e outras perspectivas mais renovadas, que apresentam críticas às anteriores e vêm ganhando espaço nas aulas de Ciências e na formação de professores na última década. (FERREIRA; CUSTÓDIO, 2021, p. 1028).

Perspectivas clássicas que influenciaram e influenciam diversas abordagens teórico-metodológicas com base em uma visão consensual da NdC podem ser identificadas nos trabalhos de Abd-El-Khalick (2012), Lederman (1992, 2007), Lederman, Bartos e Lederman (2014), Lederman e Abd-El-Khalick (1998), Lederman *et al.* (2002), McComas (2008), McComas e Olson (1998), Osborne *et al.* (2003), dentre outros. Nesta perspectiva, a NdC pode ser definida como

[...] um domínio híbrido que combina aspectos de vários estudos sociais da Ciência (...) numa rica descrição da Ciência; como funciona, como os cientistas operam como um grupo social e como a própria sociedade dirige e reage aos empreendimentos científicos. (MCCOMAS, 2008, p. 249-250).

Apesar de reconhecer a dificuldade de uma única definição para a NdC e a inserção das discussões sobre ela nos currículos de educação básica, alguns pesquisadores (por exemplo Lederman *et al.*, 2002; Lederman, 2006) entendem que é possível e necessário listar alguns aspectos da NdC que seriam consensuais no constructo científico. Tais aspectos deram origem às chamadas listas consensuais que de modo geral compreendem o conhecimento de que:

- a. **O conhecimento científico é provisório e, portanto, sujeito à eventuais mudanças;**
- b. **O conhecimento científico é parcialmente empírico, fruto da observação do mundo natural, envolvendo percepções pessoais. Portanto existe inferência humana, criatividade e imaginação;**

- c. O conhecimento científico é norteado **por teorias**;
- d. O conhecimento científico é **influenciado pelo contexto cultural e social**;
- e. Existem diferenças entre **observar e inferir** assim como existe entre **leis e teorias** científicas (LEDERMAN, 2006).

Essa perspectiva recebe críticas dos pesquisadores, pois, segundo eles, não parece ser possível definir um acordo geral sobre a NdC no contexto da educação científica, pois “há diferentes rotas, terminologias, pontos de partida e conclusões” (MARTINS, 2015, p. 703). Além disso, alguns problemas se destacam, como, por exemplo: pouco apuro histórico e filosófico dos elementos da natureza da Ciência (MATTHEWS, 2012; MARTINS, 2015); desconsideração das particularidades das diversas áreas das Ciências (IRZIK. NOLA, 2011); lista de afirmações declarativas não contribuir para uma alfabetização científica mais ampla (ALLCHIN, 2011; 2013;2017); e possibilidade da adoção desses princípios como “um mantra, um catecismo, como uma nova coisa a ser aprendida (MATTHEWS, 2012, p. 11).

Com o objetivo de superar tais críticas, tanto de caráter epistemológico, quanto educacional, surgem perspectivas outras que tentam superar a versão clássica da visão consensual a partir de marcos renovados e potentes para a didática das Ciências (RODRÍGUEZ; ADÚRIZ-BRAVO, 2017; MARTINS, 2015). Entre elas estão: a abordagem das Características da Ciência (*Features of Science*) proposta por Matthews (2012); a abordagem da Natureza da Ciência “Completa” (*Nature of Whole’ Science*) proposta por Allchin (2011); a abordagem de Semelhança Familiar (*Family Resemblance Approach*) proposta por Irzik e Nola (2011); a abordagem da natureza da Ciência por meio de questões proposta por Martins (2015).

Como uma solução para a superação dos obstáculos que a lista consensual pode impor, Matthews (2012) propõe uma mudança de terminologia de “Natureza da Ciência” para “Características da Ciência”. A motivação para essa mudança baseia-se na possibilidade de evitar aquilo que ele julga “armadilhas filosóficas e educacionais” como:

- A confusa mistura de características epistemológicas, sociológicas, psicológicas, éticas, financeiras e filosóficas em uma única lista de aspectos da natureza da Ciência.
- O privilégio dado a uma posição controversa e muito debatida com respeito à metodologia ou 'natureza' da Ciência.

- A pressuposição de uma solução particular à disputa pela demarcação (entre aquilo que se considera Ciência e não Ciência).
- A pressuposição de que o aprendizado a respeito da Natureza da Ciência pode ser julgado e avaliado pela capacidade de os alunos identificarem um determinado número de enunciados declarativos a respeito da natureza da Ciência. (MATTHEWS, 2012, p. 4, tradução nossa).

Para o autor, os princípios da lista consensual carecem de refinamento histórico e filosófico sugerindo outros aspectos que considera relevantes como “experimentação, idealização, modelos, valores e questões sociocientíficas, matematização, tecnologia, explicação, visões de mundo e religião, escolha de teoria e racionalidade, feminismo, realismo e construtivismo” (RODA; MARTINS, 2021, p. 4). Para Matthews (2012), esses aspectos devem ser trabalhos com episódios históricos.

Por fim, Matthews (2012) salienta que existe um lado positivo nas listas consensuais pelo fato da inserção da Natureza da Ciência nas salas de aula. Além disso, os aspectos contribuem para os pesquisadores, como uma ferramenta de medição do aprendizado em relação à Ciência e como a promoção de certas reflexões a respeito desses aspectos.

Nessa linha de discutir aspectos da Ciência, Irzik e Nola (2011) propõem uma abordagem por meio de aspectos gerais e estruturais. A proposta dos autores tem origem na ideia de semelhança familiar desenvolvida pelo filósofo Ludwig Wittgenstein (1958), frente ao fato de que nem todos os termos podem ser definidos por meio de condições necessárias e suficientes ou por especificações de sua essência.

Embora não apresentem objeções, Irzik e Nola (2011) acreditam que a lista consensual também possui certas deficiências e fraquezas, fornecendo uma imagem muito estreita da Ciência. Por exemplo, na lista consensual não há menção aos objetivos e às regras metodológicas da Ciência quando afirma que não existe um método único a ser seguido. Sabe-se que não existe um método único no sentido de um procedimento mecânico ou um “passo a passo”; porém, existem metodologias gerais e regras metodológicas que guiam a prática. Além do mais, deixar de mencionar certas regras metodológicas pode dificultar a visão de que a Ciência é autocorretiva e que ela pode nos fornecer conhecimento confiável (IRZIK; NOLA, 2011).

A abordagem da semelhança familiar é pautada em quatro categorias:

a. atividade: faz menção à observação e à experimentação como

atividades típicas da Ciência sendo práticas comuns no desenvolvimento de atividades científicas; no entanto, diferenciam-se quanto à sua utilização, pois a observação astronômica, por exemplo, é diferente da observação de fósseis na paleontologia (MOURA, 2014). Nas palavras dos autores

Em termos gerais, todas as Ciências terão práticas observacionais (mais amplamente, práticas de coleta de dados), mas, de um ponto de vista mais refinado, as práticas observacionais envolvidas em, digamos, astronomia não serão as mesmas da etologia ou da arqueologia. (IRZIK, NOLA, 2011, p. 7).

b. objetivos e valores: referem-se aos propósitos e valores dentro da Ciência que dependem basicamente das compreensões e posições filosóficas adotadas na prática científica (FERREIRA, 2018). De acordo Irzik e Nola (2011),

[...] embora tenhamos nossos próprios pontos de vista sobre esses objetivos variados para a Ciência, a visão da semelhança familiar das Ciências que defendemos aqui não exige que tomemos partido nessas disputas. Em vez disso, meramente exige que estabeleçamos quais são os objetivos que as Ciências individuais podem ter sob várias posições filosóficas ou interpretações delas e o papel que podem ou não ter em qualquer caracterização de uma Ciência particular. (IRZIK; NOLA, 2011, p. 598).

c. metodologia: compreende que existem regras e procedimentos metodológicos que organizam a pesquisa, ou seja, o conhecimento científico não é construído de forma aleatória; todavia, existem certos parâmetros comuns a todas as áreas da Ciência (IRZIK; NOLA, 2011)

d. produto: de acordo com Irzik e Nola (2011):

[...] quando as atividades científicas atingem seus objetivos usando os métodos e regras metodológicos mencionados acima, eles produzem uma série de resultados, que chamamos de 'produtos'. Isso inclui hipóteses, leis, teorias e modelos, bem como coleções de relatórios observacionais ou coleções de dados experimentais. O produto final proposicional final das atividades científicas é o conhecimento ou a crença racional. (IRZIK; NOLA, 2010, p. 11).

De maneira resumida, para a abordagem de Semelhança Familiar, cada Ciência individual será constituída por algum subconjunto de elementos que

pertencem às quatro categorias supracitadas, podendo ser diferente de um outro subconjunto que caracteriza outra Ciência individual.

Visando superar também as listas de princípios da NdC, Martins (2015) propõe o trabalho por meio de temas e questões. O autor esclarece que essa proposta não consiste em conhecimentos declarativos ou afirmações curtas e de domínio geral da Ciência, apontam uma aproximação de um caráter investigativo com a tratativa da NdC, manifestam um caráter plural e heterogêneo, tanto a respeito do ponto de vista histórico e social quanto epistemológico e debatem de maneira assertiva com outras propostas mais recentes (MARTINS, 2015).

O referido autor sugere a abordagem de questões e temas da NdC no currículo a partir de dois eixos estruturantes: eixo histórico e sociológico e eixo epistemológico. Vale destacar que esses eixos estão inter-relacionados (MARTINS, 2015).

O autor esclarece que

O primeiro eixo agruparia temas relativos ao papel do indivíduo e da comunidade científica; a intersubjetividade; questões morais, éticas e políticas; influências históricas e sociais; Ciência como parte da cultura; comunicação do conhecimento. O segundo eixo, mais amplo, agruparia temas relativos à origem do conhecimento (experiência x razão; papel da observação, da experiência, da lógica e do pensamento teórico; influência da teoria sobre o experimento), aos métodos, práticas, procedimentos e processos da Ciência (coleta, análise e avaliação de dados; inferência, correlação e causalidade; modelagem em Ciência; papel da imaginação e criatividade; natureza da explicação), e ao conteúdo/natureza do conhecimento produzido (papel de leis e teorias; noção de modelo; semelhanças e diferenças entre Ciência e outras formas de conhecimento). (MARTINS, 2015, p. 718).

Como outra possibilidade de articulação do tema da NdC no ensino, apresentamos a proposta de Allchin (2011). O autor também teceu críticas ao tipo de conhecimento declarativo presentes nas listas de aspectos consensuais da NdC. Segundo ele, as listas são “inerentemente incompletas e insuficientes para uma alfabetização científica funcional” (ALLCHIN, 2011, p. 524). Embora tenha reconhecido a utilidade da lista consensual para algumas situações, como, por exemplo, para as correções de estereótipos comuns acerca da Ciência, para ele o ensino da NdC, baseando-se nela, é insuficiente para alcançar o objetivo mais amplo da alfabetização científica. O autor reforça que o ensino precisa ser funcional e não

declarativo, ou seja, ao invés de declarar princípios sobre a Ciência, ele precisa possibilitar o uso crítico dos conhecimentos sobre a Ciência para a tomada de decisões. De acordo com o autor, “memorizar ou explicar uma pequena lista de princípios é inadequado, mesmo que eles sirvam como pontos de referência convenientes para os docentes” (ALLCHIN, 2013, p. 16). Além disso, para o autor, assim como já salientamos, a NdC precisa levar em consideração a possibilidade de erros e as incertezas da Ciência o que não aparece na visão de consenso. Allchin (2011) argumenta que existem itens irrelevantes para os alunos na lista consensual como, por exemplo, a diferença entre leis e teorias que, segundo o autor, mais importante do que esclarecer o significado dos termos, é avaliar a confiabilidade de uma afirmativa científica a partir de evidências. Ele complementa dizendo que a lista omite aspectos importantes como o papel da credibilidade na Ciência, as interações sociais entre os cientistas, financiamento na Ciência, revisão por pares, fraude e validação do conhecimento científico.

Conforme o autor

A natureza da Ciência, então, não pode ser adequada ou completamente expressa por uma lista de princípios explícitos. Em vez disso, deve-se moldá-la como um conjunto de dimensões a respeito de como a confiabilidade é alcançada à medida que o conhecimento se desenvolve e como ela é preservada à medida que se move de um lugar para outro. (ALLCHIN, 2011, p. 424).

Nesse sentido, Allchin (2013) sistematiza uma proposta em que promove a discussão sobre como avaliar o conhecimento prático e culturalmente funcional da NdC, denominado de Natureza da Ciência “Completa” (tradução nossa) (*Nature of Whole Science*).

Nas palavras do autor,

Whole Science, assim como comida integral, não exclui ingredientes essenciais. Ela dá suporte a um entendimento saudável. Metaforicamente, os professores precisam desencorajar uma dieta altamente processada, refinada pela “Ciência da escola”. Listas de características de natureza da Ciência limitadas e truncadas são simplesmente prejudiciais para a compreensão da Ciência. (ALLCHIN, 2013, p. 25).

Essa proposta é decorrente da dificuldade da maioria dos cidadãos,

imersos em uma gama de notícias acerca do conhecimento científico, ter de perceber e identificar em quais relatos e afirmações científicas podem confiar. Dessa maneira, dificulta-se um julgamento a respeito da confiabilidade do conhecimento científico divulgado (ALLCHIN, 2003).

Allchin (2013) elaborou uma rubrica de dimensões de credibilidade da Ciência com características que, segundo ele, podem revelar como a Ciência funciona. O autor sugere avaliar como o conhecimento científico é gerado dentro de três dimensões: a observacional, conceitual e sociocultural. Cada item da Dimensão é composto por vários subitens como podemos observar:

Dimensão Observacional:

- a. *Observações e medidas*: exatidão, precisão/papel do estudo sistemático (versus anedota) / representatividade (“plenitude”) da evidência/ Robustez (acordo entre diferentes tipos de dados);
- b. *Experimentos*: experiência controlada (uma variável) / estudos cegos e duplamente cegos/ Análise estatística do erro / Análise de replicação de erro / Replicação e tamanho da amostra;
- c. *Instrumentos*: Novos instrumentos e sua validação / Modelos e organismos modelos / Ética da experimentação em seres humanos;

Dimensão Conceitual:

- a. *Padrões de raciocínio*: Relevância e evidência (empirismo) / Informação verificável versus valores / Papel da probabilidade na inferência / Explicações alternativas/ Correlação versus causalidade;
- b. *Dimensões históricas*: Consiliência com evidência estabelecida/ Papel da analogia, pensamento interdisciplinar/ Mudança conceitual/ Erro e incerteza / Papel da imaginação e sínteses criativas;
- c. *Dimensões humanas*: Espectro de motivações para fazer Ciência/ Espectro de personalidades humanas/ Preconceito de confirmação – papel de crenças prévias / percepção emocional versus evidência;

Dimensão Sociocultural:

- a. *Instituições*: Colaboração e competição entre cientistas/ Formas de persuasão/ Credibilidade/ Revisão por pares e resposta a críticas/ Resolvendo pontos de vistas diferentes/ Liberdade acadêmica
- b. *Vieses/ Preconceitos*: Papel das crenças culturais (ideologia, religião, nacionalidade etc.) / Papel do viés de gênero / Papel do viés racial ou de classe;
- c. *Economia/ financiamento*: Fontes de financiamento/ Conflito de interesses pessoais;
- d. *Comunicação*: Normas para lidar com dados científicos/ Natureza dos gráficos/ Credibilidade de várias revistas científicas e novas mídias/ Fraude ou outras formas de má conduta/ Responsabilidade social dos cientistas; (ALLCHIN, 2013)

A Dimensão Observacional pode se caracterizar pelos estágios iniciais do processo de construção de uma afirmação científica, pois compreende as

observações, medidas, experimentações e instrumentos. A Dimensão conceitual está ligada aos sistemas cognitivos do cientista relacionados ao desenvolvimento do conhecimento científico tais como padrões de raciocínio, personalidade, motivações, historicidade da elaboração do conhecimento científico etc. E a Dimensão sociocultural abrange os aspectos socioculturais em que ocorrem a produção, comunicação e validação do conhecimento científico.

Ressalta-se que tais Dimensões devem ser trabalhadas de forma adequada para que não corra riscos frisando-se para que também sejam discutidas as maneiras pelas quais a Ciência pode falhar (ALLCHIN, 2013).

Na perspectiva de Allchin (2011; 2013; 2017), a reflexão de algumas etapas que envolvem a produção do conhecimento científico, como por exemplo, essas contempladas no inventário (observacional, conceitual e sociocultural), pode oportunizar o desenvolvimento de uma compreensão funcional acerca da NdC. O autor compreende que a reflexão sobre a prática e o contexto que caracterizam a produção da Ciência pode auxiliar no julgamento da credibilidade das afirmações científicas (ALLCHIN, 2017).

Em relação à maneira de inserção dos aspectos da NdC no ensino de Ciências, Allchin aponta para o uso de propostas embasadas em casos históricos e/ou contemporâneos que trabalhem com temas científicos e/ou sociocientíficos, episódios da história da Ciência e atividades investigativas (ALLCHIN, 2011, 2012, 2013, 2017). Essas propostas, quando utilizadas de maneira conjunta no ensino de Ciências, contribuem para a alfabetização científica dos estudantes (ALLCHIN *et al.*, 2014).

A partir do entendimento de que Allchin teoriza o ensino da NdC por meio de propostas baseadas em casos históricos com temas sociocientíficos, percebemos-nos alinhados com essa abordagem tendo em vista que a temática que versa essa investigação traz os conhecimentos referentes às vacinas e o seu contexto histórico como possibilidade de articulação de aspectos da NdC. Sendo assim, definimos a proposta de “Ciência Completa” (Whole Science), elaborada por Allchin, como adequação da temática com o seu contexto histórico, objetivando discussões envolvendo a Ciência e a NdC. Entendemos que, ao apresentar as três grandes dimensões do empreendimento científico, a “Ciência Completa” se encontra entrelaçada ao tema das vacinas, sendo que, dentro de cada uma, existem pontos que podem ser objetos de discussão em uma perspectiva de formação científica dentro da NdC.

Nesse sentido, pretendemos, com essa investigação, utilizar a funcionalidade e a aplicabilidade da temática das vacinas e seu contexto histórico como uma estratégia didática para a discussão da NdC.

1.3 Vacinas

Levando em consideração o atual cenário pós-pandemia manifestado pela resistência e contestações em relação à vacinação, entendemos que o tema em questão se encontra articulado com as três dimensões propostas por Allchin (2014) em relação à confiabilidade do conhecimento científico. Por exemplo, conhecer como acontece a produção das vacinas alinha-se à Dimensão observacional considerando a exatidão, o estudo sistemático, tamanho das amostras, experimentos, análise estatística do erro, ética da experimentação em seres humanos, entre outros. A Dimensão conceitual também envolve o conhecimento em relação à relevância e evidência, erros e incertezas, pensamento interdisciplinar, motivações, crenças, imaginação etc. Por fim, a Dimensão sociocultural existe os preconceitos, economia e fontes de financiamento, interesses pessoais, responsabilidade social dos cientistas, comunicação, dentre outros.

O desenvolvimento da Ciência e a sua contribuição resultaram em diversos avanços ao longo da história, e propiciaram descobertas que contribuíram para a humanidade, pois por meio do conhecimento adquirido devido a contribuição da Ciência, a humanidade seguiu caminho para novos desdobramentos científicos e tecnológicos.

Segundo Hayne e Wyse (2018, p.38),

[...] a afirmação de que o conhecimento é o caminho para as descobertas tem nos guiado através dos tempos e nos auxiliado na resolução dos problemas que enfrentamos. Porém, por outro lado, o conhecimento também é responsável pelos descaminhos que a humanidade, em determinados momentos, resolveu seguir. O fato é que, independentemente das intenções, o conhecimento foi a chave para atender os interesses do homem em todas as épocas.

Nesse sentido, ao desenvolver o conhecimento sobre os acontecimentos naturais, físicos e químicos, o homem pode criar e expandir sua visão de mundo, buscando formas de desenvolvimento e crescimento. Assim, com o surgimento da tecnologia e dos avanços de pesquisas foi possível a descoberta de

diferentes formas de tratamento, medicamentos e recursos paliativos, com o intuito de proporcionar bem-estar e alívio, para doenças que até então não tinham uma cura (LIMA; MORAIS; OLIVEIRA, 2022).

Tais avanços e pesquisas resultaram, por exemplo, na fabricação das vacinas. Atribui-se ao médico e naturalista franco-inglês Edward Jenner [1749-1823] sob o ponto de vista científico, o reconhecimento e participação na fabricação das vacinas, na época contra a varíola. Isso deu-se a partir de uma série de testes, em meados de 1789, por meio de aplicação de linfa das lesões de uma ordenhadora de vacas em um garoto. Essa visão surgiu de uma possibilidade de que, a pústula da varíola bovina pudesse gerar a imunização, visto que, era observado que as mulheres que ordenhavam vacas não contraíam a varíola (VAZ; GARCIA, 2018).

Porém, de acordo com Guzzo e Dall'alba (2021), a produção da vacina não seria possível sem as pessoas que pensaram acerca da varíola antes dele, as vítimas, os contaminados e, principalmente, o trabalho de turcos e chineses que, em meados do século XV, registraram os primeiros testes de induzir uma resposta imunológica de proteção à doença (FERNANDES *et al.*, 2021).

Soares (2018), Fernandes (2010) e Raw e Sant'Anna (2002), apontaram registros históricos em que evidenciaram a existência de técnicas de prevenção de doenças antes da criação da vacina como a variolização, transplantação, inoculação ou enxerto e a própria aplicação da varíola bovina.

Silva (2015) e Fernandes (2010) indicam que a primeira inoculação de varíola bovina intencional ocorreu na Inglaterra, em 1774, realizada por um fazendeiro chamado Benjamin Jesty (1736-1816). Soares (2018) também aponta que uma escritora inglesa, Mary Wortley Montagu (1689-1762), foi a pioneira do método de inoculação na Inglaterra e que seus esforços foram importantes e que influenciaram as pesquisas de Jenner na época.

Não pretendemos, com esta investigação, retomar todos os momentos que influenciaram o contexto no qual Jenner estava inserido na época, mas sim evidenciar acontecimentos pertinentes que resultaram na fabricação da vacina. Sendo assim,

[...] a pesquisa de Jenner sobre o assunto surgiu num contexto em que já havia esta problemática e, por ele pertencer a comunidade médica, provavelmente tinha conhecimento disso. Dessa forma, evidenciamos que Jenner não foi um gênio que inventou uma forma de prevenir o desenvolvimento da varíola humana, mas sim um médico que utilizou

os conhecimentos que a comunidade científica inglesa já possuía na época sobre a doença e se dedicou ao aprofundamento e a uma solução para esse assunto ao realizar uma pesquisa científica metódica. Assim, podemos dizer que as experiências de Montagu e Jesty, bem como as tentativas de prevenção dessa doença realizadas por outros médicos e o debate gerado com essas tentativas tanto bem como malsucedidas ao longo do século XVIII, foram extremamente importantes para Jenner desenvolver estudos sistemáticos sobre o assunto a partir de 1794. Estudos estes que foram bastante minuciosos e em um número relevante de pessoas com o objetivo de validar suas observações e definir o melhor método de combate à dada doença. (DURÃES *et al.*, 2019).

Concordamos com Guzzo & Dall'alba (2021), no que diz respeito ao caráter social do trabalho científico com o qual, a partir da sistematização de Jenner, obteve-se um produto científico e tecnológico público, susceptível a análise, teste e aprimoramento por outros cientistas.

As vacinas são produzidas a partir de produtos biológicos, por meio de microrganismos inativos, vivos atenuados ou até mesmo de fragmentos capazes de simular o antígeno, ou seja, moléculas que reagem aos anticorpos estimulando a produção específica deles (LIMA; MORAIS; OLIVEIRA, 2022).

Segundo Fiocruz (2020),

[...] as vacinas são substâncias biológicas introduzidas nos corpos das pessoas a fim de protegê-las de doenças. Na prática, elas ativam o sistema imunológico, "ensinando" nosso organismo a reconhecer e combater vírus e bactérias em futuras infecções. Para isso, são compostas por agentes semelhantes aos microrganismos que causam as doenças, por toxinas e componentes desses microrganismos ou pelo próprio agente agressor. Nesse último caso, há versões atenuadas (o vírus ou a bactéria enfraquecidos) ou inativas (o vírus ou a bactéria mortos). (FIOCRUZ, 2020, p. 1).

As vacinas atenuadas são aquelas em que o vírus se encontra ativo, mas sem a capacidade de produzir a doença (exemplos: caxumba, febre amarela, sarampo etc.). Elas são chamadas assim, pois

[...] passam por um processo no qual sua virulência é reduzida a níveis considerados seguros para a aplicação clínica (vacinação). O método mais utilizado para a obtenção de vírus atenuados baseia-se em promover infecções sequenciais de vírus patogênicos em culturas celulares *in vitro*, ou em ovos embrionados. O que se obtém após a série de passagens são cepas virais menos virulentas (atenuadas), as quais sofreram mutações genéticas pontuais que comprometem o

funcionamento de fatores virais necessários à patogenicidade, sem, no entanto, gerar prejuízos à capacidade “replicativa” do vírus. (BRASIL, 2022).

Já as vacinas inativadas (exemplo: CoronaVac), são produzidas a partir da inativação do vírus por agentes químicos ou físicos e as vacinas de subunidades, são fragmentos (antígenos) purificados. Ambas desencadeiam uma resposta imunológica, pois o sistema imune os reconhece como uma ameaça e, portanto, inicia o processo de proteção (BRASIL, 2022).

Com o passar dos anos, as vacinas foram se desenvolvendo ancoradas pelos avanços tecnológicos, bem como com o crescimento do setor da Biotecnologia, que proporcionou a aplicação das fronteiras da vacinologia, incitando a obtenção de vacinas cada vez mais seguras e eficientes (LIMA; MORAIS; OLIVEIRA, 2022).

Nesse sentido,

[...] algumas vacinas são obtidas por engenharia genética, como, por exemplo, a vacina para hepatites B e a vacina preventiva para infecções com vírus do papiloma humano (HPV). Nessas vacinais, emprega-se a informação genética do patógeno responsável pela codificação de proteínas que representem antígenos relevantes para a proteção. Hoje é possível produzir proteínas recombinantes por meio de sistemas de expressão heteróloga usando outros micro-organismos como bactérias e leveduras, ou células de mamíferos ou de insetos, como fonte para os antígenos a serem incorporados nas formulações vacinais. (BRASIL, 2022).

Tais avanços permitiram, por exemplo, a fabricação de vacinas importantes atualmente como a AstraZeneca e a Pfizer no combate à CoVid-19. A AstraZeneca foi desenvolvida pela farmacêutica AstraZeneca em parceria com a Universidade de Oxford, Inglaterra. A tecnologia empregada consiste na manipulação de um vírus (adenovírus) que recebe o gene da proteína “Spike” (proteína “S”) do Sars-CoV-2 e passa a produzi-la. Dessa maneira, ocorre a indução de uma resposta do sistema imunológico (BRASIL, 2023).

A imunizante da Pfizer juntamente com o laboratório BioNTech desenvolveu a vacina com base na tecnologia do RNA mensageiro. Dessa maneira, elas

[...] carregam uma parte do código genético do vírus que contém as

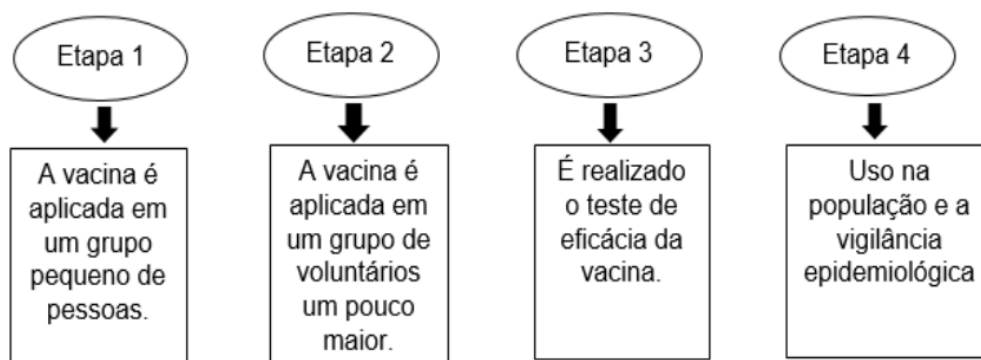
instruções para que as células do corpo produzam determinadas proteínas. Ou seja, elas atuam introduzindo nas células do organismo a sequência de RNA mensageiro que contém a **fórmula** para que essas células produzam uma proteína específica do agente que se quer imunizar. Uma vez que essa proteína seja produzida dentro das nossas células, ela é exposta ao nosso sistema imunológico que reconhece essas estruturas como estranhas e ativa as células de defesa para agirem contra ela. (PFIZER, 2021).

Segundo Guimarães (2020), uma boa vacina deve induzir uma memória imunológica longa, se possível, para proteção de toda uma vida, se não, por pelo menos uma década ou mais décadas de vida. Existem vacinas que demandam várias doses, separadas por semanas ou meses, para permitir a produção de anticorpos de longa vida e de células de memória (WHO, 2021).

A vacina para que seja distribuída passa por rigorosos critérios de produção e controle de qualidade, passando por anos de pesquisas e testes, até que possa ser disponibilizada para a população. Antes da aprovação, as vacinas são testadas inicialmente dentro dos laboratórios em células cultivadas, sendo chamada essa etapa de estudos pré-clínicos, onde o objetivo é verificar efeitos adversos, e a capacidade imune protetora (LIMA; MORAIS; OLIVEIRA, 2022).

Na figura abaixo, estão representadas as etapas dos estudos clínicos das vacinas, sendo as quatro mais importantes.

Figura 1 - Etapas de desenvolvimento das vacinas



Fonte: Hochman apud Lima; Moraes; Oliveira (2022)

A primeira etapa consiste na aplicação da vacina em grupos pequenos, para a verificação de sua segurança, observando se algum indivíduo teve efeitos adversos. Na segunda etapa, aplica-se a vacina em grupos maiores, e com pessoas voluntárias, para verificar se a vacina tem capacidade de induzir uma resposta imune ao organismo. Se estas duas etapas tiveram êxito, passa-se para a terceira fase, em que são realizados os testes de eficácia, sendo um estudo com pessoas que receberam o imunizante e outro grupo de pessoas que recebeu o placebo.

A quarta fase consiste na vigilância epidemiológica, após a sua aprovação para o uso na população, em que as pessoas passam a ser vacinadas. Continua-se a observação ao longo da imunização para saber se a vacina causa efeitos adversos (LIMA; MORAIS; OLIVEIRA, 2022).

O Brasil possui o Programa Nacional de Imunização – PNI, criado em 1973, coordenado pelo Ministério da Saúde, cujo objetivo é o disponibilizar as vacinas, de maneira gratuita, para a prevenção de diversas doenças. De acordo com Domingues e Teixeira (2013),

As ações do PNI são desenvolvidas no Sistema Único de Saúde (SUS), por intermédio de uma rede descentralizada, articulada, hierarquizada e integrada. São atividades fundamentadas e orientadas na discussão permanente sobre normas, metas e resultados, o que propicia a modernização de sua infraestrutura e operacionalização entre as três esferas de governo. O PNI tem contribuído para a redução das desigualdades regionais e sociais, ao viabilizar a vacinação para todos os brasileiros, em todas as localidades – de fácil ou difícil acesso –, garantindo-se, dessa forma, a implementação de todas as estratégias de ação definidas segundo os princípios do SUS: universalidade, integralidade e participação da comunidade, estabelecidas no artigo 7º, da Lei no 8.080, de 19 de setembro de 1990. (DOMINGUES; TEIXEIRA, 2013, p. 10-11).

Segundo o Ministério da Saúde (2003, p. 7), “na Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), braço da Organização Mundial da Saúde (OMS), o PNI brasileiro é citado como referência mundial”

No Brasil, as vacinas distribuídas em postos de saúde são produzidas por laboratórios nacionais, internacionais ou por institutos especializados ligados ao poder público, como o Instituto Butantan (do governo do Estado de São Paulo) ou a Bio-Manguinhos (do governo federal) (FIOCRUZ, 2020).

Portanto, entendemos que o conhecimento do contexto histórico envolvido na produção da vacina e os conceitos ligados à sua fabricação (testes, dosagens, diferenças etc.) ofertam elementos de discussão em relação à produção do conhecimento científico que podem ser trabalhados por meio das dimensões de confiabilidade da Ciência proposta por Allchin (2013).

CAPÍTULO 2

A FORMAÇÃO E OS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES EM ENSINO DE CIÊNCIAS

2.1 Formação de professores em Ensino de Ciências

Os desafios educacionais contemporâneos exigem cada vez mais a formação de indivíduos críticos e atuantes com a capacidade de refletir sobre as suas decisões em relação as dificuldades em que os cercam.

Tais desafios iniciam-se na própria formação do sujeito formador, ou seja, nos cursos de formação de professores que necessitam suprir as demandas emergentes atuais tendo em vista a caracterização de diferentes cenários históricos, sociais, políticos, econômicos e culturais.

Segundo Santos *et al.* (2019),

[...] no contexto histórico atual, os desafios nas estruturas dos cursos para formação de professores passam por uma série de questões relacionadas aos aspectos políticos das resoluções oficiais, aos recursos institucionais direcionados aos cursos de licenciatura e às intenções educacionais depositadas nas práticas docentes mais autônomas e críticas. (SANTOS *et al.*, 2019, p. 3).

Para tanto, a formação inicial e continuada precisa e deve ser repensada/adaptada às novas transformações da sociedade, de forma que sejam superados os impasses dentro desses contextos, para que se leve em consideração as necessidades apresentadas pelos professores e alunos, com o foco na oferta de um ensino de qualidade (SIQUEIRA; GOI, 2019).

Pimenta (2005) salienta que, em meados dos anos 70 e 80, a abordagem predominante nos cursos de formação de professores no Brasil era a da teoria da reprodução. Embora as pesquisas na área tenham avançado e novas teorias de ensino foram surgindo, ainda sim via-se, na prática, que muitos professores se apoiavam nessa teoria na qual a prática se baseia na reprodução.

Tardif (2012) acrescenta que, por vezes, a formação inicial dos professores nos cursos de licenciatura assume um caráter tecnicista em que existe a oferta de disciplinas nas quais os licenciandos cursam e depois vão até a escola aplicar tais conhecimentos. Revela-se, assim, que a escola não produz conhecimento ou saberes, mas que isso acontece somente na academia.

Silva, Almeida e Gatti (2016) salientam que, além dos cursos de formação assumirem esse caráter tecnicista, os próprios licenciandos esperam instrumentalizações em relação a como ser um bom professor ou como ser um professor que consiga ensinar a todos os alunos.

Pimenta (2005) contraria tal instrumentalização e aponta, há quase duas décadas, para o que se espera dos cursos de formação de professores:

[...] espera-se da licenciatura que desenvolva nos alunos conhecimentos e habilidades, atitudes e valores que lhes possibilitem permanentemente irem construindo seus saberes-fazer docentes a partir das necessidades e desafios que o ensino como prática social lhes coloca no cotidiano. (PIMENTA, 2005, p. 18).

André (2016) complementa que os professores em formação não são simples aplicadores de teoria, mas sim sujeitos que constroem relações nos âmbitos sociais, ambientais, científicos e culturais com o objetivo de construção de sentidos.

É necessário o afastamento da noção de que o mundo universitário deve levar seus saberes para o mundo profissional na escola (ZEICHNER, 2010) e promover uma aproximação entre tais mundos (NÓVOA, 2011). Sendo assim, tornar-se docente não é aprender um conjunto de técnicas mecânicas de aplicação na sala de aula, é investigar a sua própria atividade para lidar com os desafios que aparecem ao longo da profissão acessando seu aprendizado teórico metodológico e refletindo sobre sua prática (ZEICHNER, 2010).

Nesse sentido, é preciso ultrapassar a visão mecânica e técnica de que os futuros professores aprendem regras e métodos que são aplicados em sala e passe a “construir saberes pedagógicos a partir das necessidades pedagógicas postas pelo real” (PIMENTA, 2005, p. 25).

Levando em consideração os desafios que os cursos de licenciatura enfrentam, a formação do professor de Ciências não é diferente tendo em vista a valorização do conhecimento científico e tecnológico como fomentadores do desenvolvimento das sociedades contemporâneas.

Nascimento, Fernandes e Mendonça (2010) salientam que

Formar professores de Ciências pressupõe conceber e praticar uma formação científica que possibilite aos mesmos a apropriação de conhecimentos científicos relevantes do ponto de vista científico, social e cultural assim como a aprendizagem, o

aperfeiçoamento e a construção de estratégias de ensino-aprendizagem, as possibilidades de reconstrução da tarefa de ensinar e motivação à curiosidade, à problematização, ao posicionamento crítico e à participação democrática responsável. É necessário possibilitar aos professores de Ciências o desenvolvimento de atitudes reflexivas, da imaginação criadora, do desejo de investigar e agir sobre seus contextos de atuação e da compreensão do caráter aleatório e caótico colocados pela relação Ciência-tecnologia-sociedade. (NASCIMENTO; FERNANDES; MENDONÇA, 2010, p. 243).

Silva e Bastos (2012) afirmam que a formação do professor de Ciências exige a ruptura de conceitos que lidam com a Ciências de forma dogmática, acrítica e descontextualizada com a finalidade de que ele – o professor – possa colaborar com a formação de cidadãos críticos e alfabetizados cientificamente. Portanto, é preciso favorecer um estudo além dos fatos isolados, incentivando a criticidade dos sujeitos para interpretar e intervir a partir da realidade que vivenciam. Diante disto,

[...] é necessário que os espaços formativos de professores das Ciências incitem reflexões profundas sobre conteúdos abordados e escolhas de estratégias de ensino que visem despertar o interesse dos alunos para os conhecimentos das Ciências. (COUTINHO; MIRANDA, 2019, p. 222).

Desta forma, ao promover a integração entre os campos da Ciência, tecnologia e sociedade pode-se iniciar a reflexão acerca do ensino e da pesquisa em relação ao ensino de Ciências. Essa visão busca abordar as metodologias voltadas para o Ensino de Ciências, o qual se pressupõe que seja contextualizado, articulando e integrando as diversas áreas do conhecimento (NASCIMENTO, MÓL, 2020).

À vista disso,

[...] as questões relacionadas ao papel do professor pesquisador reflexivo de Ciências pressupõem a necessidade de pensar e repensar as possibilidades sobre a sua própria prática de forma inovadora, tornando-a mais interdisciplinar, de forma a dar conta de uma maior aproximação com a vida, atendendo ainda às demandas atuais dos próprios professores já em serviço. (SANTOS *et al.*, 2019, p. 3).

De acordo com Gil-Pérez e Carvalho (2003), existem certas necessidades formativas que precisam ser levadas em consideração, tanto nos cursos

de formação inicial quanto continuada dos professores de Ciências. São elas:

- a. romper com visões simplistas de que os professores têm sobre o Ensino de Ciências (exemplo: somente o conhecimento do conteúdo, algo de prática e noções psicopedagógicas são suficientes para atender as demandas);
- b. conhecer a matéria a ser ensinada;
- c. superar as ideias do “senso comum” sobre o ensino e aprendizagem das Ciências que estiveram presentes na formação básica dos professores;
- d. adquirir conhecimentos teóricos sobre a aprendizagem das Ciências;
- e. saber analisar “criticamente” o ensino tradicional;
- f. gerar uma aprendizagem efetiva a partir da preparação de atividades;
- g. saber direcionar o trabalho dos alunos;
- h. saber avaliar; e
- i. adquirir a formação necessária para associar ensino e pesquisa didática.

Quando mencionamos as necessidades formativas dos professores, é importante fazer uma retomada das tendências de ensino que, ao longo de décadas, foram se modificando conforme o currículo em razão das necessidades educacionais vigentes na época. Deparamo-nos com, de acordo com Pérez Gomes (1992), três perspectivas básicas: acadêmica, técnica e prática.

Dentro da perspectiva acadêmica, é possível identificar o ensino como transmissão de conteúdos e a aprendizagem como acumulação de conhecimentos (LORENCINI, 2000). Nessa perspectiva, o professor é um especialista e o conhecimento do conteúdo da disciplina e o domínio de técnicas são suficientes para que ele consiga realizar uma transmissão eficaz. Em relação à perspectiva técnica, o professor é considerado um técnico que precisa aprender e dominar as aplicações do conhecimento científico. Nessa formação, ele precisa ser capaz de aplicar técnicas e procedimentos que objetivam solucionar problemas e obter resultados (PÉREZ GOMES, 1992). Tal perspectiva não considera os aspectos da prática docente relacionados com o imprevisto, a incerteza os dilemas e as situações de conflito (NÓVOA, 1992; CONTRERAS, 2002).

Sendo assim, Lorencini (2009) ressalta que

[...] dificilmente a prática profissional sob a perspectiva técnica da formação de professores poderá resolver os problemas que uma situação concreta apresenta, pois seus esquemas de análise e interpretação e suas técnicas de intervenção não levam em consideração as manifestações peculiares de uma complexa situação social que é uma sala de aula. (LORENCINI JR., 2009, p. 29).

Entende-se, portanto, que ambas as perspectivas se baseiam no modelo de ensino transmissão-recepção que começaram a não atender as demandas que foram surgindo a partir da década de 70 e meados dos anos 80 do século XX. Nesse período de redemocratização do país e a luta em defesa dos direitos humanos e ambiente, as propostas cognitivistas construtivistas passaram a influenciar o modelo de ensino (KRASILCHIK, 1996).

Frente à perspectiva técnica, encontra-se a perspectiva prática que, de acordo com Lorencini (2000),

[...] surge como uma tendência que analisa criticamente o enfoque técnico de formação, e que concebe o professor como um agente de transformação, dotando-o não apenas das dimensões, do *saber o quê* e *como fazer*, mas também promovendo as dimensões do *saber por que* e *para que fazer*. (LORENCINI, 2000, p. 26).

Analizando criticamente o enfoque técnico de formação, ressaltamos duas tendências importantes para a formação dos professores, o professor como *investigador* (STENHOUSE, 1987) e o professor como *prático reflexivo* (SCHÖN, 1992). Vale ressaltar que ambos os enfoques oportunizam um processo de formação que qualifique os professores para o “desenvolvimento de profissionais *práticos reflexivos investigadores*, que tenham condições de aprender a interpretar, compreender e reflexionar sobre o ensino (LORENCINI, 2000, p. 26).

O conceito de professor reflexivo surgiu em diferentes países na década de 90 e tem se mostrado presente em muitas discussões sobre a formação de professores (PIMENTA; GHEDIN, 2006). Os mesmos autores consideram o conceito de professor reflexivo como “um conceito político-epistemológico que requer o acompanhamento de políticas públicas consequentes para a sua efetivação” (PIMENTA; GHEDIN, 2006, p. 47).

Compreendemos que a o ambiente de sala de aula é complexo, incerto, cheio de dúvidas e com várias situações-problema e que, a partir da limitação que o enfoque técnico apresenta e pelas concepções construtivistas, a perspectiva prática reflexiva possibilita lidar com tais situações.

André (2016) salienta que é necessário ter cautela com o termo professor reflexivo, pois, embora todo ser humano seja capaz de refletir, o termo utilizado para a formação do professor é aquele em que existe reflexão crítica, ou seja, a reflexão, a análise dos pontos e a tomada de decisões com base em suas análises e literatura. Segundo a mesma autora, o professor reflexivo é aquele que se permite investigar sua prática para entender o que está acontecendo, avaliar e, se necessário, mudar a prática.

Ao se abordar sobre as demandas atuais dos professores, a formação continuada é uma forma de atualização do professor, por meio de cursos, pós-graduação *Lato sensu* e *Stricto sensu* ou por estudos atrelados a projetos de pesquisas dentro da universidade. Dessa forma, “a formação continuada se dá em diversos espaços, na escola, na participação em eventos científicos, em cursos de curta ou longa duração e em outros espaços nos quais se busca compreender a educação e sua importância” (NASCIMENTO; MÓL, 2020, p. 15839).

Para Nascimento e Mól (2020, p.15840)

[...] um ensino de Ciências capaz de atender a anseios do mundo moderno e, ao mesmo tempo, da sustentabilidade deve ultrapassar as barreiras e os muros das escolas. É importante que ele seja ancorado nos princípios democráticos e com abordagens críticas, preparando os alunos para serem cidadãos mais atuantes e investigadores. Despertando, o desejo da descoberta poderá motivar o descobrimento de novas formas de ver, ser e estar no mundo. (NASCIMENTO; MÓL, 2020, p. 15840).

Para tanto, os cursos de formação de professores em ensino de Ciências têm passado por diversas atualizações, os quais estão interligados ao saber científico e à prática, para que o aluno vivencie este conhecimento no seu cotidiano, e possa atrelar este conhecimento de forma multidisciplinar.

A partir do posicionamento que envolve a formação inicial e a formação continuada dos professores em Ensino de Ciências, é necessário esclarecer que o campo que se encontra esta pesquisa está na formação para professores em

formação inicial, ou seja, entendemos que a proposta complementa a formação dos professores nesse estágio.

2.2 Cursos de formação de professores em Ensino de Ciências

A formação docente dos cursos voltados para o ensino de Ciências tem sido objeto de estudos de diversos estudiosos e debatidos em todos os âmbitos. Sendo assim, Gomes *et al* (2019) evidenciam que, o contexto sobre a formação de professores precisa ser compreendido em sua plenitude, isto é, que por meio da perspectiva histórica pode-se permitir o entendimento dos desdobramentos dessa formação ao longo do tempo e como essas transformações impactam no cenário atualmente.

Santos *et al.* (2019, p.3), corroborando com o exposto pelos autores acima, afirmam que

[...] no contexto histórico atual, os desafios nas estruturas dos cursos para formação de professores passam por uma série de questões relacionadas aos aspectos políticos das resoluções oficiais, aos recursos institucionais direcionados aos cursos de licenciatura e às intenções educacionais depositadas nas práticas docentes mais autônomas e críticas. (SANTOS *et al.*, 2019, p. 3).

Em contrapartida, “sabe-se que ainda hoje, tradicionalmente, os cursos de licenciatura têm valorizado o saber científico, com estreita dissociação da prática, o que pode implicar insegurança na docência” (COUTINHO; MIRANDA, 2019, p. 222).

Acerca disto,

[...] é necessário que os componentes curriculares dos cursos de licenciatura criem espaços para que o acadêmico desenvolva formas diferenciadas e inovadoras para abordar os conteúdos em sala de aula, neste estudo relacionados às Ciências da Natureza (Química, Física e Biologia). (COUTINHO; MIRANDA, 2019, p. 222).

Esses espaços visam à criação de trocas, com outros elementos e ambientes acadêmicos. Neste sentido, ao considerar que a escola é um ambiente de trocas, cabe aos currículos, voltados para os cursos de formação de professores, trabalharem com os saberes disciplinares, bem como possibilitarem o trabalho interdisciplinar, visto que, cada vez mais, as situações-problema inerentes na sociedade têm exigido diversas ações de diferentes áreas do conhecimento dos futuros professores de Ciências (SANTOS *et al.*, 2019).

De acordo com Rigue *et al.* (2019, p.7)

[...] muita ênfase tem sido dada à criação e reformulação de normativas e, 'modelos' a serem seguidos no cenário brasileiro no que se refere ao Ensino de Ciências. Boa parte dessas normativas acaba por deixar de lado a abordagem de conhecimentos e saberes inerentes ao entendimento das Ciências Naturais, tanto por parte dos estudantes, quanto professores da área, no que diz respeito à problematização e compreensão do mundo que está à sua volta. (RIGUE *et al.*, 2019, p. 7).

Relacionado a essa questão, Coutinho e Miranda (2019, p. 223) evidenciam que

É necessário que os cursos de formação inicial para o ensino de Ciências da Natureza incentivem reflexões teóricas e práticas, oportunizando aos futuros professores o conhecimento sobre novas estratégias metodológicas, em contrapartida aos métodos tradicionais, dando lugar para atividades práticas diferenciadas, com vistas a aprendizagens mais significativas e duradouras. (COUTINHO, MIRANDA, 2019, p. 223).

Os cursos devem propiciar um processo de sistematização de experiências atreladas à teoria. Deve-se considerar a formação docente, integrando-se os aspectos teóricos às experiências práticas, a fim de consolidar o perfil do egresso. Além disso, os componentes curriculares e suas informações, bem como as práticas pedagógicas do curso podem delinear reflexões significativas acerca do processo formativo (COUTINHO; MIRANDA, 2019).

Cabe, nesse sentido, a análise dos percursos das disciplinas do curso, isto é, a identificação das contribuições dessas disciplinas já realizadas, com o objetivo de constituir o corpo de conhecimentos relevantes que condizem também com o fazer docente dos contextos atuais.

Segundo Coutinho e Miranda (2019), é possível formar professores, que impactem na educação brasileira positivamente, com base na construção de práticas pedagógicas diferenciadas, que têm como pauta a interdisciplinaridade, contextualização e a utilização de metodologias ativas para o ensino das Ciências. Todo esse processo deve ser iniciado nos cursos de formação de professores de Ciências, para que sejam atualizados e estejam de acordo com as demandas dos cenários atuais, baseando-se nos currículos e componentes curriculares.

O proposto, nesta pesquisa, a respeito da formação de professores de Ciências em formação inicial, vai ao encontro do pensamento de Garcia (1999), que defende que esses cursos complementares devem representar apenas o início de um processo de especialização contínuo. Para ele,

Um grupo de pessoas que participam durante um certo período de tempo em atividades estruturadas para alcançar determinados objetivos e realizar tarefas estabelecidas de antemão, as quais levam a uma nova compreensão e mudança da conduta profissional. (GARCIA, 1999, p. 177).

Tais cursos alinham-se com os programas de formação inicial como o Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência (PIBID) e o Programa de Residência Pedagógica (PRP), cujo objetivo é o de robustecer a formação dos estudantes no contexto da sua futura profissão. Destaca-se o PRP que, sob a ótica de Ferreira e Siqueira (2020), permite aos licenciandos a vivência da relação entre a teoria e a prática por meio da experiência docente no contato com as escolas de educação básica.

O PRP foi desenvolvido e implementado pela CAPES e pelo Ministério da Educação (MEC) em 2018 com a finalidade de potencializar a formação dos professores na educação básica. Encontra-se instituído pela Portaria CAPES nº 38, de 28 de fevereiro de 2018, a nº 259, de 17 de dezembro de 2019 e, atualmente, a Portaria CAPES nº 82, de maio de 2022. De acordo com o Art. 2, o RP tem por finalidade fomentar projetos institucionais de residência pedagógica implementados por Instituições de Ensino Superior, contribuindo para o aperfeiçoamento da formação inicial de professores da educação básica nos cursos de licenciatura (BRASIL, 2022, p. 1).

O edital nº 1/2020 define assim o RP:

[...] A residência pedagógica consiste na imersão planejada e sistemática do aluno de licenciatura em ambiente escolar visando à vivência e experimentação de situações concretas do cotidiano escolar e da sala de aula que depois servirão de objeto de reflexão sobre a articulação entre teoria e prática. Durante e após a imersão o residente deve ser estimulado a refletir e avaliar sobre sua prática e relação com a profissionalização do docente escolar, para registro em relatório e contribuir para a avaliação de socialização de sua experiência como residente. (BRASIL, 2020).

A portaria nº 82/2022 traz, em seu Art. 4º, os objetivos do programa:

- I - fortalecer e aprofundar a formação teórico-prática de estudantes de cursos de licenciatura;
- II - contribuir para a construção da identidade profissional docente dos licenciandos;
- III - estabelecer corresponsabilidade entre IES, redes de ensino e escolas na formação inicial de professores;
- IV - valorizar a experiência dos professores da educação básica na preparação dos licenciandos para a sua futura atuação profissional; e
- V - induzir a pesquisa colaborativa e a produção acadêmica com base nas experiências vivenciadas em sala de aula. (BRASIL, 2022, p. 2).

Segundo Freitas, Freitas e Almeida (2020), o programa parte da possibilidade de inserção dos alunos, durante um período de dezoito meses consecutivos, em todas as atividades desenvolvidas na escola que lhe é atribuída, contando com a participação do professor e da escola.

Para ter acesso ao programa, as Instituições de Ensino superior (IES) precisam apresentar projetos pedagógicos chamados de Projetos Institucionais, por meio de editais realizados pela CAPES que estabelecem os requisitos e os procedimentos que dizem respeito à participação da IES. Esses projetos devem ser desenvolvidos “[...] de maneira articulada com as redes de ensino e com as escolas públicas de educação básica, contemplando diferentes aspectos e dimensões da residência pedagógica” (BRASIL, 2022, p. 4). Tais aspectos são:

- I - formação voltada para o exercício da profissão e para a construção da identidade docente, considerando as dimensões técnicas, culturais, políticas e sociais, em toda a sua complexidade;
- II - articulação entre formação inicial e formação continuada, ancorada na socialização de reflexões, de inovações pedagógicas e de aprendizagens entre residentes, preceptores e docentes orientadores, promovendo a aproximação entre universidade e escola;
- III - imersão do licenciando no cotidiano da escola, visando a

compreensão da cultura escolar em toda a sua complexidade;

IV - imersão do docente da educação básica na universidade, objetivando uma (re)construção dos seus conhecimentos a partir da sua inserção em pesquisas, estudos e extensão promovidos pelas IES;

V - acompanhamento e orientação qualificada dos licenciandos por professores da educação básica e da educação superior;

VI - valorização da escola como espaço privilegiado de produção de conhecimentos específicos, tendo como princípio a indissociabilidade entre teoria e prática na formação docente;

VII - realização de seminários, oficinas, ou outras atividades coletivas que promovam a formação contínua dos bolsistas participantes do projeto, bem como a socialização das experiências vivenciadas no PRP.

VIII - atuação dos residentes em atividades de regência de classe e de intervenção pedagógica, bem como participação desses estudantes em projetos educacionais e na elaboração de materiais didáticos inovadores;

IX - planejamento e execução de múltiplas atividades inerentes à ação docente, em níveis crescentes de complexidade, em direção à autonomia do licenciando, incluindo o uso de tecnologias educacionais e diferentes recursos didáticos;

X - realização de pesquisas colaborativas e produções acadêmicas conjuntas sobre os diversos fenômenos e situações reais que permeiam a escola e a sala de aula;

XI - sistematização e registro reflexivo das atividades realizadas pelos participantes em relatórios, relatos de experiências, memórias de formação ou instrumentos equivalentes de acompanhamento;

XII - desenvolvimento de ações que estimulem a inovação pedagógica, a ética profissional, a criatividade, a construção contínua da profissionalização docente e a interação entre os pares; e

XIII - possibilidade de integração entre as atividades de residência pedagógica e o estágio supervisionado do curso de licenciatura, respeitadas as normas e a autonomia das IES. (BRASIL, 2022, p. 4-5).

Dessa maneira, de acordo com Guerra *et al.* (2022),

Proporcionar aos estudantes de licenciatura, ainda durante sua formação, experiências no ambiente escolar, possibilita a abertura de portas que visam solidificar, se já houver, o seu interesse em relação ao campo educacional, podendo também este licenciando, desenvolver e ampliar sua prática. (GUERRA *et al.*, 2022, p. 545).

Reconhecendo-se as necessidades formativas dos professores na contemporaneidade e levando em consideração os cursos de Licenciatura com a prerrogativa de formar cidadãos críticos e reflexivos, apoia-se, veementemente, a inserção de estudantes nos programas que possibilitam a imersão no cotidiano escolar e a vivência entre a teoria e prática assim como o Programa de Residência

Pedagógica e o Programa de Apoio à Docência. Assim como tais programas pretendem proporcionar experiências no ambiente escolar de professores em formação dentro das suas especificidades, o curso elaborado, nesta investigação, com particularidades, também procura oportunizar uma experiência de debate e espaço para reflexão em relação à Ciência por meio das dimensões de confiabilidade de Allchin (2013), articulado à temática das vacinas. A compreensão do curso e os procedimentos metodológicos serão explicitados no próximo capítulo.

CAPÍTULO 3

METODOLOGIA DA PESQUISA

A presente investigação é uma pesquisa qualitativa que corresponde a uma mescla de práticas de caráter interpretativo e natural que tornam o mundo visível por meio de uma série de representações (DENZIN; LINCOLN, 2006).

Em relação à utilização desta abordagem, Goldenberg (2011) afirma que

[...] os pesquisadores que adotam a abordagem qualitativa em pesquisa se opõem ao pressuposto que defende um modelo único de pesquisa para todas as Ciências, baseado no modelo de estudo das Ciências da natureza. Estes pesquisadores se recusam a legitimar seus conhecimentos por processos quantificáveis que venham a se transformar em leis e explicações gerais. Afirmam que as Ciências sociais têm sua especificidade, que pressupõe uma metodologia própria. (GOLDENBERG, 2011, p. 17).

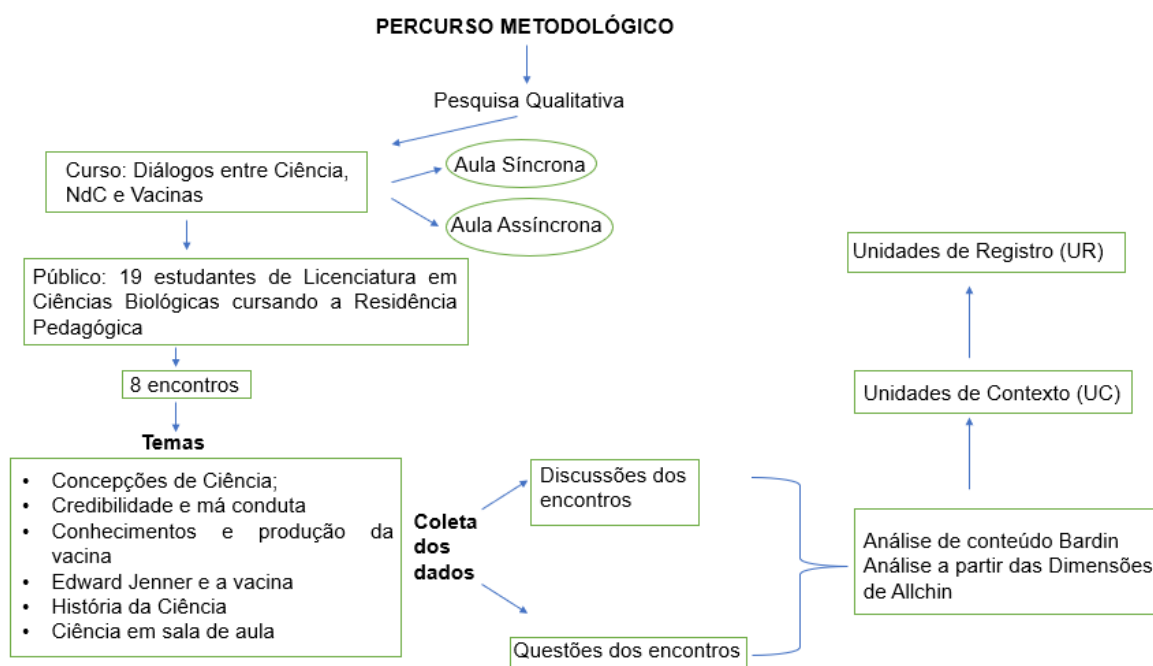
No que diz respeito à caracterização que compõe tal investigação e nós, cientes de que as mesmas podem variar em grau de manifestação e presença, Bogdan e Biklen (1994) destacam que, em uma investigação qualitativa, a fonte direta dos dados é o mundo natural e o pesquisador o principal instrumento de coleta e análise dos dados; importa-se mais com o processo investigativo do que com o produto de investigação; os dados construídos e coletados são prevalentemente descritivos; o significado é de importância essencial; a análise tende a seguir um processo indutivo.

Os aspectos essenciais da pesquisa qualitativa, segundo Flick (2009), traduz-se

na escolha de métodos e teorias convenientes; no reconhecimento e na análise de diferentes perspectivas; nas reflexões dos pesquisadores a respeito de suas pesquisas como parte de produção do conhecimento; e na variedade de abordagens e métodos (FLICK, 2009, p. 23).

Entendemos, portanto, que a presente investigação corrobora com essa caracterização de pesquisa qualitativa.

Para uma melhor compreensão do percurso metodológico, escolhemos apresentar um esquema que representa o conjunto de procedimentos metodológicos utilizados nesta investigação, exposto na figura 2.

Figura 2 – Esquema representativo dos procedimentos metodológicos

Fonte: o próprio autor.

Essa estrutura é descrita com detalhes nas seções a seguir que compõe a metodologia dessa investigação.

3.1 Os sujeitos da Pesquisa

Os sujeitos envolvidos nesta pesquisa foram dezenove (19) alunos com idade entre 19 e 30 anos que cursavam o 3º e 4º anos de Licenciatura em Ciências Biológicas em uma universidade pública do estado do Paraná. Encontravam-se participando do programa Residência Pedagógica que é uma das propostas que integram a Política Nacional de Formação de Professores com o objetivo de promover o aperfeiçoamento do estágio curricular supervisionado nos cursos de Licenciatura. Os sujeitos tiveram seus nomes preservados sendo atribuído a identificação “A” seguido de um número (ex.: A1, A2... A19).

3.2 O curso “Diálogos entre a Ciência, a Natureza da Ciência e as Vacinas”

O presente curso foi pensado e proposto para os professores em formação inicial, com o objetivo de contribuir para sua formação nas áreas da

Natureza da Ciência e da Alfabetização Científica, tendo em vista discussões a respeito da Ciência, especificamente da Ciência das vacinas. Destaca-se que tal objetivo se encontra alinhado com o objetivo desta pesquisa, que é o de investigar se um curso de formação complementar com a temática vacina promove a compreensão das Dimensões Observacional, Conceitual e Sociocultural da Ciência por acadêmicos participantes do programa de residência pedagógica.

A elaboração do curso e as propostas de discussão foram baseadas nos pressupostos teóricos de Douglas Allchin (2013) no que se refere à Natureza da Ciência e a Alfabetização Científica.

O curso foi apresentado em um formato *online* dentro de oito encontros de 1h30min divididos em momentos síncronos (5) e assíncronos (3) aos sábados com início no mês de abril de 2021 e término no mês de junho do mesmo ano conforme o quadro (1).

Quadro 1- Data, formato e conteúdos trabalhados durante o curso

DATA	FORMATO	CONTEÚDO
17/abr	Síncrono	Concepções gerais a respeito da Ciência e do desenvolvimento do conhecimento científico
24/abr	Assíncrono	Credibilidade e má conduta dentro da Ciência parte I
01/mai	Síncrono	Credibilidade e má conduta dentro da Ciência parte II
08/mai	Assíncrono	A produção das vacinas e o processo de imunização
15/mai	Síncrono	Conhecimentos múltiplos envolvidos na construção da vacina
22/mai	Assíncrono	Edward Jenner e o seu papel na construção da primeira vacina
29/mai	Síncrono	O papel da história da Ciência como ferramenta na compreensão da Ciência
05/jun	Síncrono	Refletindo sobre a Ciência dentro da sala de aula

Fonte: o próprio autor

As aulas foram ministradas pelo próprio pesquisador que, ao lançar-se como professor e pesquisador, estava ciente das consequências do fato, conforme

cita Nascimento (2008):

[...] é importante ressaltar que embora o duplo papel de professor/pesquisador pareça permitir que a coleta de dados se proceda de forma mais completa, uma vez que o pesquisador está imerso na realidade que está investigando, não podemos negar que a separação entre os papéis é, por vezes, difícil. Imaginamos que, de forma geral a subjetividade do pesquisar já é um ponto a ser considerado nas pesquisas qualitativas, quando o professor é o pesquisador essa subjetividade torna-se mais presente, em função da relação que o professor desenvolve com a sala. (NASCIMENTO, 2008, p. 107).

Cabe ressaltar que, por ser tratar de um curso extra às atividades da formação inicial, a relação do pesquisador/professor – que não é docente do curso – iniciou-se no mesmo momento com os sujeitos. Assim, a subjetividade do olhar do pesquisador teve menor influência pelo fato de não conhecer os sujeitos anteriormente ao curso.

De maneira geral, nos momentos síncronos buscava-se, primeiramente, compreender os conhecimentos prévios dos estudantes por meio de algumas perguntas com o objetivo de fazer com que as ideias se integrassem de [...] “maneira substantiva e não arbitrária com aquilo que o aprendiz já sabe” (MOREIRA, 2012, p. 2). Na sequência, o professor propunha situações de reflexão e debate coletivo a respeito do tema trabalhado e, no final, além do formulário para coleta de dados debatidos, o professor fechava o ciclo com uma síntese do conteúdo. Em relação aos momentos assíncronos, os alunos recebiam e realizavam um grupo de atividades referentes ao conteúdo para que, no próximo encontro síncrono, pudessem trazer pontos para o debate.

Como já salientado, os conteúdos elencados para cada momento foram baseados no referencial de Douglas Allchin (2013). O referido autor salienta que a NdC, como forma de promover a Alfabetização Científica, seja abordada por meio de múltiplas perspectivas, sistemáticas e unificadoras. Por essa razão, Allchin (2013) destaca que é primordial entender que a NdC representa a Ciência como um todo (*Whole Science*) e apresenta a confiabilidade como um conceito unificador. Tendo essas perspectivas somadas aos referenciais já destacados nesta pesquisa, Allchin (2013) elabora um mapa da NdC que inclui características fundamentais que, segundo ele, nos permite evidenciar como a Ciência funciona.

Portanto, a partir da leitura e reflexão deste mapa de dimensões da NdC, elaboramos as aulas conforme o quadro 2, cientes de que uma mesma Dimensão pode aparecer em outra aula e que não necessariamente as dimensões abrangem o conteúdo como um todo. Além disso, entendemos que, assim como Allchin (2013), o mapa de dimensões não fornece um conteúdo rígido, estático e único, ou seja, não se encontra esgotado de todas as categorias epistêmicas funcionais, mas possibilidades de pensar a partir dele e complementá-lo.

É importante também compreender que existem os itens específicos que fazem referência às dimensões, conforme o quadro 2.

Quadro 2 – Aula, conteúdo, dimensões e itens

AULA	CONTEÚDO	DIMENSÃO DE ALLCHIN	ITENS
1	Concepções gerais a respeito da Ciência e do desenvolvimento do conhecimento científico	OBSERVACIONAL CONCEITUAL SOCIOCULTURAL	<i>Observações e medidas/ Experimentos/Instrumentos/Padrões de raciocínio/Dimensões Históricas e Humanas/ Preconceitos/ Economia/ Comunicação.</i>
2	Credibilidade e má conduta dentro da Ciência parte I	SOCIOCULTURAL	<i>Preconceitos/ Economia /Financiamento/ Comunicação</i>
3	Credibilidade e má conduta dentro da Ciência parte II	SOCIOCULTURAL	<i>Preconceitos/ Economia /Financiamento/ Comunicação</i>
4	A produção das vacinas e o processo de imunização	OBSERVACIONAL CONCEITUAL SOCIOCULTURAL	<i>Observações e medidas/ Experimentos/Instrumentos/Padrões de raciocínio/Dimensões Históricas e Humanas/ Preconceitos/ Economia/ Comunicação.</i>

5	Conhecimento s múltiplos envolvidos na construção da vacina	OBSERVACIONAL CONCEITUAL SOCIOCULTURAL	<i>Observações e medidas/ Experimentos/Instrumentos/Padrões de raciocínio/Dimensões Históricas e Humanas/ Preconceitos/ Economia/ Comunicação.</i>
6	Edward Jenner e o seu papel na construção da primeira vacina	OBSERVACIONAL CONCEITUAL SOCIOCULTURAL	<i>Observações e medidas/ Experimentos/Instrumentos/Padrões de raciocínio/Dimensões Históricas e Humanas/ Preconceitos/ Economia/ Comunicação.</i>
7	O papel da história da Ciência como ferramenta na compreensão da Ciência	OBSERVACIONAL CONCEITUAL SOCIOCULTURAL	<i>Observações e medidas/ Experimentos/Instrumentos/Padrões de raciocínio/Dimensões Históricas e Humanas/ Preconceitos/ Economia/ Comunicação.</i>

Fonte: o próprio autor

Como observado, cada aula estava entrelaçada com uma Dimensão de Allchin (2013), cujo detalhamento, objetivos trabalhados e metodologia serão discutidos a seguir.

As aulas foram planejadas de acordo com a seguinte organização prévia:

1. Reconhecemos a necessidade do momento inicial (**aula 1**) oportunizar um espaço para o debate e levantar as compreensões prévias de Ciência e do desenvolvimento científico dos estudantes;
2. Na sequência, por meio do entendimento da Ciência, ofertamos uma possibilidade de avaliá-la (**aula 2 e 3**) e trazer aspectos sociais da atividade científica;
3. A partir da discussão social da atividade científica, inserimos a contextualização das vacinas (**aula 4 e 5**) como possibilidade de articulação entre conceitos e aspectos socioculturais da Ciência;
4. Inserido nesse contexto, oportunizamos a discussão em relação à descoberta da vacina e o papel de Edward Jenner (**aula 6**) na elaboração da vacina contra a varíola;
5. Introduzimos, a partir do momento histórico de Jenner, a viabilidade de trabalhar com contextos históricos (**aula 7**) para a compreensão da Ciência.

A aula 1 teve por objetivo levantar as concepções dos estudantes em relação à Ciência e ao desenvolvimento do conhecimento científico. Pensamos que

esta forma de iniciar o curso é interessante para trazer tais conhecimentos prévios tendo em vista que concebe, por vezes, discussões em relação à Ciência e à natureza do conhecimento científico. O professor iniciou o diálogo propondo a leitura de uma atividade adaptada do texto original *“Defining versus Describing the Nature of Science: A Pragmatic Analysis for Classroom Teachers and Science Educators”* extraído do artigo de Smith e Scharmann (1999) por Almeida (2010) na qual consistia em apresentar uma situação em que um cientista acreditava ter descoberto uma nova Ciência solicitando a ajuda de outro cientista para confirmar sua descoberta. O objetivo da atividade, portanto, foi trazer para a discussão se essa “nova Ciência” era ou não uma Ciência, apontando também o que faz dela mais ou menos científica.

Os estudantes nesse momento foram confrontados com questionamentos como forma de evidenciar se a “*guardachuvologia*”¹ (Anexo 1) era ou não uma Ciência e os motivos pelos quais a fazia ou não ser Ciência. Após esse diálogo, o professor seguiu para outro questionamento tentando explorar o que fazia dessa atividade menos ou mais científica.

Ao término das respostas, o professor fez uma síntese do texto destacando que o mais importante não é dizer se é ou não uma “nova” Ciência, mas sim identificar elementos que a embasam como sendo uma atividade científica ou não. Essa mesma proposta de discussão foi sugerida pelos autores da atividade (SMITH; SCHARMANN, 1999).

No final desse diálogo, os alunos foram convidados a responder, por escrito, a duas questões:

1. *O que é Ciência?*
2. *Como acontece o desenvolvimento da Ciência?*

Na sequência do fechamento da aula, o professor traz uma referência de texto “Para uma imagem não deformada do trabalho científico”, de Gil Pérez *et al.* (2001), destacando, em tópicos, o que não é uma atividade científica – em termos de visões distorcidas da Ciência - para que os alunos pudessem identificar elementos até mesmo que eles concebiam como científico, visando a uma possível mudança conceitual. O professor finaliza a aula com uma referência de Matthews (2012) sobre uma definição de Ciência, como um empreendimento humano construído historicamente e influenciado pelos contextos social, político, cultural, ético etc.

¹ O termo “guardachuvologia” faz parte da atividade proposta originalmente por Smith e Scharmann (1999) adaptada por Almeida (2010).

(MATTHEWS, 2012).

A **aula 2** foi realizada de maneira assíncrona com o objetivo de discutir o papel da credibilidade e má conduta dentro da Ciência. Para isso, o professor enviou via *e-mail* um pequeno texto da pesquisa FAPESP de março de 2011 de autoria de Ricardo Zorzetto intitulado “**Manipulação de dados: Fraude em estudo sobre a vacina reabre discussão acerca das práticas de pesquisa**²” que traz a discussão ética sobre fraude e manipulação de dados envolvendo o caso da publicação na revista *Lancet* pelo médico britânico Andrew Wakefield no qual apontava uma relação entre a administração da vacina MMR (tríplice viral) a casos de autismo em crianças. Os alunos foram convidados a fazer a leitura do texto e elaborar duas questões referentes ao texto sobre percepções, críticas ou complementações. Essas questões foram enviadas e serviram de base para o debate na próxima aula. De posse das questões, o professor fez uma análise e acabou agrupando questões semelhantes que surgiram com o objetivo de otimizar a discussão. Como a tratativa do texto foi sobre manipulação de dados referente ao caso das vacinas, as questões versaram sobre notícias falsas – impacto das notícias falsas na sociedade e na Ciência - Como combater essas notícias? – vacinação – como as vacinas e as informações sobre ela podem ajudar a combater as doenças? – fraudes e manipulação de dados – Como combater as fraudes e manipulação dos dados na Ciência? - O papel dos comitês de ética na Ciência - Quais as fragilidades da produção Científica - e outras semelhantes.

Durante o primeiro diálogo, percebeu-se certa timidez dos alunos em discutir questões propositivas; por isso, para o terceiro momento, propusemos uma divisão de questões para cada aluno responder com o objetivo de fomentar a discussão. Portanto, essa foi a metodologia que marcou a **aula 3**, cujo objetivo era o mesmo da segunda aula, mas com abordagem diferente.

Sublinhe-se que essas duas aulas (2 e 3) foram elaboradas de acordo com os pressupostos de Allchin (2013), alinhadas com a Dimensão Sociocultural, sob os itens *economia/financiamento* e *comunicação*, por trazer referências à credibilidade, fraude e responsabilidade social dos cientistas.

Dando sequência à aula 3, o professor havia pré-selecionado as

² Conferir o texto completo: ZORZETTO, Ricardo. [Manipulação de dados: Fraude em estudo sobre vacina reabre discussão acerca das práticas de pesquisa](https://revistapesquisa.fapesp.br/manipula%C3%A7%C3%A3o-de-dados/). São Paulo: Revista Pesquisa Fapesp, Edição 181, mar. 2011. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/manipula%C3%A7%C3%A3o-de-dados/> Acesso em 20 jul. 2023.

questões para que os estudantes respondessem ao longo dessa atividade, fazendo observações e apontamentos sobre as discussões que eles traziam. Ao término, o professor pediu para que os alunos respondessem, por escrito, a duas questões para síntese da aula:

3. *Como a atividade científica pode ser influenciada pelo contexto em que é desenvolvida?*

4. *Qual é o papel social dos cientistas?*

Para essas questões e para a finalização da aula, utilizando Allchin (2013) como referencial, o professor trouxe para a discussão mecanismos que asseguram, por exemplo, avaliar o conhecimento científico a partir das dimensões, a importância dos comitês de ética para evitar fraudes e manipulação de dados, a responsabilidade social dos cientistas no agir com transparência e a comunicação dos dados, os próprios mecanismos da Ciência para combater as fraudes e as inconsistências e a influência do contexto que direciona os caminhos para a construção da Ciência.

A **aula 4** foi pensada como uma atividade assíncrona objetivando abordar os conceitos biológicos envolvidos na produção das vacinas. Para isso, o professor enviou as seguintes questões:

5. *Como acontece a produção das vacinas?*

6. *Por que existem diferentes tipos de vacinas e em doses diferentes?*

Os alunos então buscavam as respostas na literatura e as enviavam para o professor organizar e trazer no próximo encontro. Tais respostas serviram de fomento para a aula 5, porém não foram analisadas.

Ressalta-se que tal atividade, quando elaborada, estava em conformidade com as três dimensões de Allchin (2013) como já relatado, pois entendemos que elas trazem conceitos dos quais fazem parte do processo de produção das vacinas.

A **aula 5** foi realizada de maneira síncrona e teve por objetivo levantar uma discussão sobre que tipos de conhecimentos poderiam estar envolvidos na produção das vacinas para além do biológico. No início da aula, o professor utilizou as próprias respostas dos estudantes e fez uma breve explicação sobre o processo de construção das vacinas, tipos de vacinas e suas doses apresentando inclusive

exemplos como a Coronavac, a AstraZeneca e a Pfizer. Terminando essa apresentação, o professor trouxe duas questões para serem respondidas por escrito:

7. *Quais conhecimentos, para além do biológico, estão envolvidos na fabricação das vacinas?*

8. *Quais conhecimentos os cientistas precisam considerar para fabricação das vacinas?*

A ideia principal desses questionamentos foi trazer para a discussão dois elementos importantes em relação aos conhecimentos: a interdisciplinaridade e as questões sociocientíficas (QSCs). No que diz respeito à interdisciplinaridade o texto utilizado para o debate foi uma dissertação de Silva (2018) intitulada “**Unidade de aprendizagem interdisciplinar: Construção e análise de uma composição interdisciplinar por meio da investigação para o ensino de Ciências**”, na qual podemos encontrar a seguinte definição de interdisciplinaridade de acordo com Fazenda (2014):

Interdisciplinaridade é definida como interação existente entre duas ou mais disciplinas, verificamos que tal definição pode nos encaminhar da simples comunicação das ideias até a integração mútua dos conceitos chaves da epistemologia, da terminologia, do procedimento, dos dados e da organização da pesquisa e do ensino relacionando-os [...]. (FAZENDA, 2014, p. 10).

No que se refere às questões sociocientíficas, o professor trouxe para o debate a definição dessas questões que, segundo Pérez e Carvalho (2012),

[...] abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionados com conhecimentos científicos de atualidade e, portanto, em termos gerais são abordados nos meios de comunicação de massa (rádio, TV, jornal e internet), [...] envolvem consideráveis implicações científicas, tecnológicas, políticas e ambientais que podem ser trabalhadas em aulas de Ciências com o intuito de favorecer a participação ativa dos estudantes em discussões escolares que enriqueçam seu crescimento pessoal e social. (PÉREZ; CARVALHO, 2012, p. 05).

Fomentou-se, portanto, nesta aula, o uso da interdisciplinaridade no que tange às questões de fabricação das vacinas no ensino e à atribuição do caráter sociocientífico de tal produção. Oportunizamos esse diálogo a partir da produção das vacinas, pois o curso é voltado para a formação de professores e entendemos ser

necessário o reconhecimento dessas questões para que sejam trabalhadas em sala de aula.

A **aula 6** foi realizada de maneira assíncrona na qual o professor selecionou uma animação retirada do *youtube*³, que conta um pouco da trajetória da produção da vacina envolvendo várias culturas. A animação pretende apresentar diferentes culturas (China, Índia e Turquia), que propunham diversas maneiras de entender e combater a varíola na época. Ressalta-se que a escolha da animação também se encontra alinhada às dimensões de Allchin (2013), porque faz menção ao contexto, à representação das culturas, métodos de observação, necessidades da época, dimensões e motivações humanas etc. Na animação, surge a figura, por exemplo, de Mary Montagu, uma escritora que presenciou uma tentativa de aplicação do pus da varíola em grupos de pessoas. A partir disso, mesmo com alta taxa de mortalidade, leva essa ideia para a Inglaterra. Também faz menção à figura de Jenner que observava mulheres que ordenhavam as vacas e não contraíam a varíola. Com isso, buscou uma maneira de imunizar as pessoas.

A proposta dessa animação está ligada ao objetivo desta aula, que foi a compreensão do contexto histórico para o entendimento de como a Ciência é construída.

A partir da análise do vídeo, com o objetivo de fomentar a aula 7, o professor pediu para que os estudantes respondessem a duas questões:

9. *Por que somos direcionados a figura de Edward Jenner como sendo aquele que “descobriu” a primeira vacina?*

10. *No vídeo é possível inferir que Edward Jenner recebeu algum tipo de ajuda para tentar chegar ao objetivo da elaboração da vacina? Como esse vídeo reforça a ideia da individualidade de um cientista?*

Os alunos então assistiram ao vídeo e responderam às questões trazidas para a próxima aula.

Além do objetivo da aula 7 ser o mesmo da aula anterior, o professor convidou um professor de história para enriquecer a discussão sobre o uso da História da Ciência como uma proposta para compreender a Ciência conforme alguns referenciais: Allchin (2014); McComas (2008); Callegario, *et al.* (2017); Martins (2006);

³ A DESCOBERTA da vacina. Gotas Que Salvam SC. 10 nov. 2012. 1 vídeo (1 minuto e 34 segundos). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CeO8X3QIsH0> Acesso em: 20 jul. 2023.

Matthews (1994), utilizados para o debate. Inicialmente houve um momento de retomada e discussão do vídeo sobre as perspectivas e as percepções dos alunos mediante análise das questões e em seguida, o professor abordou alguns cuidados necessários que precisamos ter sobre o uso da História da Ciência baseado nos trabalhos de Martins (2005) e finalizou com algumas propostas de abordagem em sala de aula conforme McComas (2013).

As questões sínteses, respondidas por escrito pelos alunos e analisadas durante essa aula foram:

11. Cite aspectos que considera importantes de serem explicados/explicitados em relação ao momento histórico e o trabalho de Jenner para que seja possível compreender sua contribuição para a vacina da varíola?

12. Como um momento histórico pode contribuir para melhorar as visões sobre a Ciência de hoje?

A **aula 8**, a última, foi realizada de maneira síncrona. Atribui-se a esse momento de diálogo uma reunião das três dimensões discutidas anteriormente, com o objetivo de discutir sobre como propor momentos de reflexão a respeito da Ciência na sala de aula. Dessa maneira, entendemos que as concepções de Ciência e as dimensões sobre a NdC que foram discutidas durante o curso estão relacionadas com essa aula. Por essa razão, o professor de início, trouxe duas questões chaves para a discussão:

13. Como trabalhar aspectos da Ciência dentro da sala de aula?

14. Como levar a reflexão da Ciência para dentro da sala?

Após um intenso debate com os estudantes, o professor mediante respaldo na literatura, trouxe algumas propostas de reflexão sobre a Ciência na sala de aula que podem ser utilizadas por eles. Por exemplo, Sasseron e Carvalho (2008) argumentam com base em temas de CTSA, visando iniciar o processo de Alfabetização Científica e, assim, refletir sobre a Ciência; Faria *et al.* (2014) discutem a potencialidade de trabalhar com atividades de escrita e discussão de histórias imaginadas sobre cientistas; Sasseron (2015) apresenta o uso do ensino por investigação para o ensino de Ciências; Ribeiro e Silva (2018) utilizam a história da Ciência para re(construção) sobre a imagem dos cientistas pelos alunos e; Leite e Silva (2008) trabalham com uma proposta didática problematizadora para discutir questões relativas à NdC com o objetivo de superar visões equivocadas sobre ela.

Todos esses referenciais, portanto, foram utilizados pelo professor para a condução do término da aula.

3.3 Coleta de Informações e Análise dos Dados

Os dados analisados, nesta investigação, foram coletados de duas maneiras: A primeira foi referente à análise e discussão da própria aula, ou seja, a partir da interação e do discurso dos estudantes frente aos temas trabalhados. Ressalta-se que esses dados foram coletados somente por meio das aulas síncronas. Nesse sentido, a partir dos questionamentos do professor e da análise das respostas dos estudantes, fizemos a interlocução com o referencial adotado nesta investigação – Allchin (2013) – e com as demais referências a respeito dos conteúdos.

A segunda maneira de coleta dos dados foi a partir das questões propostas no final da aula síncrona para que os estudantes respondessem por escrito. Essas questões já foram elaboradas previamente pelo professor e pesquisador para que servissem de mais um registro e que permitissem o olhar de todos os estudantes, não apenas os que se pronunciaram nas aulas síncronas.

Sendo assim, os dados nesta investigação serão apresentados conforme as duas formas de coleta de cada aula síncrona: Parte I – Análise a partir das discussões das aulas síncronas e Parte II – Análise das respostas por escrito das questões propostas no final de cada aula.

A análise da Parte II (questões) nos permitiu elaborar Unidades de Contexto (UC), que deram origem a Unidades de Registro (UR), apresentadas em quadros com o total das respostas atribuídas a cada uma e um exemplo de cada.

De acordo com Bardin (2011), uma UC “corresponde ao segmento da mensagem, cujas dimensões são ótimas para que se possa compreender a significação exata da unidade de registro (BARDIN, 2011, p 137). A UR representa

[...] a unidade de significação a codificar e corresponde ao segmento de conteúdo a considerar como unidade base, visando a categorização e a contagem frequencial. A unidade de registro pode ser de natureza e de dimensão muito variáveis. [...] Efetivamente, executa-se certos recortes a nível semântico, o “tema”, por exemplo, enquanto outros se efetuam a nível aparentemente linguístico, como por exemplo, a “palavra” ou a “frase” [...]. De fato, o critério de recorte [...] é sempre de ordem semântica (BARDIN, 2011, p. 134).

Essa organização foi possível pelo fato de usarmos a técnica de análise de conteúdo de Bardin (2004), a qual a autora define como

[...] um conjunto de técnicas de análise das comunicações [...], que visa obter, [...] por procedimentos, sistemáticos e objetivos de descrição do conteúdo das mensagens, indicadores (quantitativos ou não) que permitam a inferência de conhecimentos relativos às condições de produção/recepção (variáveis inferidas) destas mensagens. (BARDIN, 2004, p. 37).

Importante ressaltar que as codificações e a proposta de análise de conteúdo de Bardin serviram como orientação para a análise desta investigação que fez uso das próprias dimensões de Allchin (2013) para analisar os dados. Nesse sentido, tanto a elaboração do curso quanto a forma de análise foram fundamentadas por Allchin (2013) utilizando-se do mapa das dimensões como subsídio para discussão dos dados em relação à aula e às questões.

Por meio do entendimento do significado das respostas dos alunos, as dimensões de Allchin (2013) e os itens que elas fornecem foram sendo evidenciadas conforme as semelhanças. Portanto, essa foi a forma de análise que nos permitiu conversar com os dados evidenciados. Cabe ressaltar que o mapa das dimensões de Allchin (2013) não foi elaborado com o objetivo de ser utilizado como uma ferramenta de análise, mas o de nortear o professor sobre possibilidades de reflexão visando abordar a NdC.

CAPÍTULO 4

APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS

4.1 Primeiro Encontro Parte I: Análise a Partir da Aula Síncrona

O primeiro encontro teve por objetivo fazer um levantamento inicial a respeito das concepções dos estudantes em relação à Ciência e ao desenvolvimento do conhecimento científico. A elaboração do encontro e a proposta de discussão foram embasadas nas dimensões de Allchin (2013) conforme o quadro 3.

Quadro 3 - Encontro, objetivo, atividade e dimensões de Allchin (2013)

Encontro	Objetivo	Atividade	Dimensões de Allchin
1º	Levantar as concepções dos estudantes em relação à Ciência e ao desenvolvimento científico	Leitura e discussão do fragmento do texto: “ <i>Defining versus Describing the Nature of Science: A pragmatic Analysis for Classroom Teacher and Science Educators</i> (SMITH; SCHARMANN, 1999)”. 	Observacional Conceitual Sociocultural

Fonte: o próprio autor

Assim como apresentado na metodologia, as dimensões propostas por Allchin (2013) deram a base para a organização das atividades do curso bem como para a análise dos dados coletados.

A atividade inicial consistia em apresentar uma situação em que um cientista acreditava ter descoberto uma “*nova Ciência*” solicitando a ajuda de outro cientista para confirmar sua descoberta.

O objetivo da atividade foi trazer para a discussão se essa “*nova Ciência*” era ou não era uma Ciência e apontando o que faria dela mais ou menos científica. O professor fez a leitura da atividade com os estudantes e norteou a aula por meio da questão - A “*guardachuvologia*” é ou não uma Ciência? Por quê? - As respostas dos estudantes foram agrupadas conforme grau de semelhança com as dimensões de Allchin (2013) conforme o quadro 4:

Quadro 4 - Respostas e a semelhança com as dimensões de Allchin (2013)

Respostas	Dimensão Observacional	Dimensão Conceitual	Dimensão Sociocultural
A12: Eu não sei, não me parece muito uma Ciência, apesar de ser uma hipótese testada etc. [...], não me parece ser uma Ciência, porque, apesar de ela passar por uma sequência de testes, ela não parece que chega a um propósito científico.	X		
A10: Ele tinha um problema, ele achou uma forma de criar uma metodologia para descobrir a resposta e ele conseguiu formular uma teoria no final.		X	
A18: é porque, no início, ele tinha uma dúvida/pergunta, e ele achou uma resposta.		X	
A6: acho que a gente precisa testa de alguma forma.	X		
A7: Acho que é, pois passou por processos de uma construção de uma teoria.	X	X	

Fonte: o próprio autor

É importante destacar que Allchin (2013) não apresenta uma definição do que é a Ciência e sim que as dimensões podem revelar como a Ciência funciona e como avaliar o conhecimento científico. Nesse sentido, pretendemos também trazer a luz da análise qual a percepção de Ciência dos alunos relacionada às dimensões propostas pelo autor.

As respostas dos alunos A12 e A6 foram incluídas na Dimensão Observacional por entendermos que o teste se correlaciona com o item *experimentos*. No caso dos alunos A10 e A18, suas respostas nos permitiram incluí-los na Dimensão Conceitual pelo envolvimento com os itens *dimensões humanas* (motivações) e

dimensões históricas (papel da imaginação). Por fim, o estudante A7, ao fazer menção ao processo de construção de uma teoria, aproxima-se das dimensões Observacionais e Conceituais.

Nesse sentido, além de perceber que os estudantes concebem a Ciência no campo Observacional/Conceitual, suas respostas aproximam-se de ideias empíricas indutivistas.

Na sequência da atividade, o professor fez outro questionamento para os estudantes.

Professor: O que faz da “guardachuvologia” uma atividade mais ou menos científica? Por exemplo, o levantamento de hipóteses que foram testadas é uma atividade científica?

A12: eu acho que faz parte dos processos científicos, mas não sei se você pode “bater o martelo” falando que se você levantou hipótese, é Ciência.

Professor: Elaboração de teorias e leis são atividades da Ciência?

A12: Sim.

Alunos: Sim.

Notamos na fala “**eu acho que faz parte dos processos científicos**” uma noção de ciência ligada a processo e que não restringe a atividade científica ao levantamento de hipóteses embora, quando questionada em relação a definição de Ciência, a estudante fez menção somente a hipóteses, sequência de testes e propósito científico.

Dando sequência ao debate, o professor utilizou um texto de Gil Pérez *et al.* (2001) para trabalhar as imagens deformadas da atividade científica. O primeiro tópico do texto faz menção à concepção empírico-indutivista e a-teórico da Ciência; o segundo, à visão rígida e ao mito do método científico; o terceiro, à visão a-problemática e a-histórica; o quarto, a uma visão cumulativa de crescimento linear; o quinto, à visão individualista e elitista da Ciência; o sexto, à visão socialmente neutra da Ciência.

Ao mencionar o sexto tópico e em seguida questioná-los, uma das alunas salienta:

A12: Uma coisa que foi bem importante assim que você tocou na questão, que muito me pega sobre o socialmente neutra da Ciência, porque inclusive é mercadológica... porque as pessoas tem uma dificuldade em entender a Ciência como um produto. Mas se a gente vive dentro do capitalismo a gente tem que entender que a Ciência é um produto para fazê-la parar de ser um produto.

Percebemos um caráter social da Ciência presente na fala da estudante, além de uma visão mercadológica dentro da concepção de capitalismo. Entendemos que tal visão encontra-se entrelaçada à Dimensão Sociocultural da Ciência, proposta por Allchin (2013), quando aborda os itens *preconceitos e economia/financiamento*.

Adiante com o debate, o professor faz menção a uma citação de Moraes *et al.* (2018) sobre a dificuldade de definição de Ciência

A resposta a esta questão é múltipla e complexa conforme as perspectivas, ou seja, as disciplinas metacientíficas (filosofia, história, psicologia e sociologia) através das quais ela é analisada. E, se o conceito de Ciência é polêmico e multifacetado, também o modo como a Ciência se constrói não tem uma única resposta (MORAIS, *et al.*, 2018).

Além disso, o professor acrescenta dizendo que a ideia neste momento não é tentar chegar a uma conclusão sobre o que é a Ciência, mas sim evidenciar elementos de uma atividade científica. Tal objetivo é também compartilhado por Smith e Scharmann (1999), os autores da proposta inicial de início de debate.

Pensamos que fazer essa reflexão sobre os elementos que compõem uma atividade científica está interligado com o trabalho envolvendo a compreensão da Natureza da Ciência (NdC). Por essa razão, o professor seguiu com o debate trazendo algumas citações em relação à NdC, sendo as principais com base nas concepções de Lederman *et al.* (2002), Allchin (2013) e Irzik e Nola (2013).

Ao final da discussão envolvendo a NdC, o professor retomou as duas questões iniciais para o debate e questionou os alunos, novamente, sobre a atividade ser uma Ciência ou não.

Professor: Então pessoal, agora eu volto a perguntar, a guardachuvologia é uma Ciência ou não? E o que a torna uma atividade ser mais científica ou não?

A18: é meio difícil tentar chegar a uma conclusão, mas eu ainda acho que é uma Ciência.

Os outros estudantes optaram por não responder ao questionamento.

Após analisarmos essa primeira aula, notaram-se concepções de Ciência ainda ligadas às tradições empírico-indutivistas com centralidade em testes,

métodos e hipóteses. De qualquer modo, compreendemos que existem concepções que trazem a não neutralidade da Ciência como algo que faz parte do conhecimento científico.

Após a investigação da aula, caminhamos para as respostas dos estudantes em relação às questões sínteses que constituem o segundo momento da proposta de análise dos dados.

4.2 Primeiro Encontro Parte II: Análise a Partir das Questões

A partir da análise das respostas, esse primeiro encontro deu origem a duas Unidades de Contexto (UC): Explicação da Ciência e Desenvolvimento da Ciência. Cada unidade deu origem a Unidades de Registro (UR).

4.2.1 UC1: Explicação da Ciência

Esta unidade de contexto foi elaborada a partir da primeira questão – o que é Ciência? - dando origem a duas unidades de registro conforme o quadro 5:

⁴Quadro 5 - Unidades de Registro da UC 1

UR 1.1 Visão empírico-indutivistas	8 registros
	A2: Estudo de fenômenos que seguem de certa forma um método, de forma sistematizada, e que podem ser comprovados através de fatos/teorias etc.
UR 1.2 Visão voltada à construção do Conhecimento	9 registros
	A12: Ciência é um tipo de conhecimento específico que passa por uma sequência determinada de procedimentos que perpassam métodos e raciocínio lógico.

Fonte: o próprio autor

De acordo com a análise das respostas (19), oito apresentaram elementos dos quais identificamos como visões empírico-indutivistas. Segundo

⁴ O quadro com a totalidade das respostas pode ser conferido no apêndice.

Chalmers (2009), o conhecimento científico, dentro desta corrente de pensamento, advém dos dados de experiência obtidos por meio de observações e experimentos. Sendo assim, as observações e os experimentos possibilitam estabelecer induções que permitem a definição do objeto, suas propriedades e leis.

Nesta perspectiva, Gil-Pérez *et al.* (2001) acrescentam:

É uma concepção que destaca o papel “neutro” da observação e da experimentação (não influenciadas por ideias apriorísticas), esquecendo o papel essencial das hipóteses como orientadoras da investigação, assim como dos corpos coerentes de conhecimentos (teorias) disponíveis, que orientam todo o processo. (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001, p.129).

A UR 1.2 teve nove respostas que identificaram a Ciência como Visão de Construção do conhecimento conforme o exemplo do Quadro 5. A partir de uma perspectiva para além da definição em relação à Ciência, observamos dois elementos que contribuem para uma visão contextual de Ciência que foram evidenciados pelos alunos: o primeiro foi em relação à pluralidade metodológica destacada no trecho “métodos” e o segundo sobre o “raciocínio lógico”.

Analisando as respostas dos estudantes a partir das dimensões de Allchin (2013), entendemos que tanto aquelas que estão inseridas na unidade de registro referente à visão empírica-indutivista quanto à visão da construção do conhecimento se encontram próximas das Dimensões Conceituais e Observacionais. Nesse sentido, os alunos concebem o conhecimento científico sem considerar a Dimensão Sociocultural.

4.2.2 UC 2: Desenvolvimento da Ciência

Essa UC foi elaborada a partir da questão 2 – *Como acontece o desenvolvimento da Ciência?* – originando cinco unidades de registro como mostra o quadro abaixo.

⁵Quadro 6 - Unidades de Registro da UC 2

UR 2.1 Curiosidade	2 registros
--------------------	-------------

⁵ O quadro com a totalidade das respostas pode ser conferido no apêndice.

		A1: através da curiosidade/estudo que leva a uma pesquisa sobre o funcionamento das coisas.
UR	2.2	8 registros
Experimentação/ Hipótese		A17: Lenta e gradualmente. O primeiro passo acontece com a discussão sobre um problema, pergunta ou necessidade. Depois a Ciência vai ser desenvolvida com grupos de estudos que formulam uma hipótese e se empenham em experimentos para renová-la ou refutá-la.
UR 2.3 Investimento		2 registros
		A5: A Ciência é desenvolvida ao longo do tempo, depende de várias descobertas e seus registros, que se complementam. Além disso, a Ciência também depende de investimentos em instituições de pesquisa, para que essas descobertas possam acontecer e ajudar a comunidade.
UR 2.4 Método		3 registros
		A4: O desenvolvimento desta ocorre por meio do método científico
UR. 2.5 Diversidade de aspectos		1 registro
		A14: A Ciência é desenvolvida a partir da interpretação dos fatos/fenômenos pelos pesquisadores. Cada Ciência possui o seu método de pesquisa, bem como a interpretação desses fenômenos depende das ideias ou teorias que esse pesquisador possui, ou seja, é subjetivo. O desenvolvimento da Ciência também pode ser interpretado como uma forma de empreendimento humano e seus grupos de estudos, quando levamos em conta que é influenciado pelos seus praticantes e culturas, bem como aspectos econômicos e sociais. Já que a Ciência é desenvolvida a partir da interpretação de cada pesquisador, ela não gera conhecidos absolutos, mas está em constante mudança de seus conhecimentos.

Fonte: o próprio autor

Na UR 2.1, encontram-se as respostas dos estudantes que atribuem o desenvolvimento da Ciência à curiosidade. Nesse sentido, utilizando as dimensões de Allchin (2013) como uma referência, percebemos que tais respostas podem ser associadas à Dimensão Conceitual no item *dimensões humana* na qual revelam motivações para fazer Ciência.

Lederman (1983, p. 47-48 *apud* ALTERS, 1997, p. 40) já havia citado o fator da curiosidade como a “força motriz fundamental da Ciência”. Apesar disso, é importante ressaltar que embora ela seja um fator motivador ela não atua sozinho. Nesse sentido é importante também considerar aspectos sociais como fontes de financiamento, reconhecimento e impacto social (JESUS, 2021).

Na UR 2.2, foram agrupadas as respostas que mencionaram que o desenvolvimento da Ciência ocorre por meio de experimentações e hipóteses. Nota-se, a partir da leitura da resposta, um aspecto importante em relação ao desenvolvimento da Ciência no trecho “e seus grupos de estudos”. Essa representação de coletividade contraria alguns referenciais (GIL-PÉREZ *et al.*, 2001; CACHAPUZ *et al.*, 2000) pelo fato de constatarem concepções elitistas e individualistas da Ciência. De fato, a Ciência é fruto de uma construção humana e coletiva produzida a partir de discussões, diálogos entre as comunidades científicas. Salientamos também que tais respostas se encontram atreladas às dimensões Observacionais e Conceituais de Allchin (2013).

A UR 2.3 foi contemplada com duas respostas que mencionaram que o desenvolvimento do conhecimento científico está ligado a investimentos. Tais respostas estão de acordo com a Dimensão Sociocultural de Allchin (2013) nos itens *economia/financiamento* e que, por vezes, é desconsiderado quando se refere à Ciência.

De acordo com três respostas dos estudantes, percebemos que atribuem o desenvolvimento da Ciência a método e por essa razão estão presentes nesta UR 2.4. Dessa maneira, atribuímos à Dimensão Observacional de Allchin (2013) como referência às respostas.

Importante salientar que fazer menção ao método pode restringir a ciência a uma sequência de passos dos quais caminham as pesquisas. Peduzzi e Raicik (2020) afirmam que

Não há, nem nunca houve, um método prescritivo na ciência, um

‘passo a passo’ ou conjunto de etapas hierarquicamente estruturadas, de cunho geral, que, se seguido sem restrição, com denodo e perseverança, proporcionaria a todo pesquisador sucesso em seu trabalho. Não há, nem nunca houve, um método único e infalível; há muitos métodos, muitos procedimentos passíveis de erros e incertezas, que dependem do que se investiga e de como e onde isso é feito (PEDUZZI, RAICIK, 2020, p. 32-33).

Somente um registro contemplou as três dimensões de Allchin como forma de avaliação do conhecimento científico. Tal registro foi incluído na UR 2.5 diversidade de aspectos.

As menções em relação à interpretação, a subjetividade, as ideias e teorias, a provisoriedade do conhecimento científico e as influências externas recebidas pela ciência encontram-se presentes no trabalho de Lederman *et al* (2013) onde

[...] Os compromissos teóricos, crenças, conhecimentos prévios, treinamento, experiências e expectativas dos cientistas realmente influenciam seu trabalho. Todos esses fatores antecedentes formam uma mentalidade que afeta os problemas que os cientistas investigam e como eles conduzem suas investigações, o que observam (e não observam) e como eles entendem ou interpretam suas observações. É essa individualidade (por vezes, coletiva) ou mentalidade que explica o papel da subjetividade na produção do conhecimento científico. (LEDERMAN, N.G; LEDERMAN, J.S; ANTINK, A, 2013, p.141, *tradução nossa*).

Correlacionando a aula com as questões utilizadas para a análise, evidenciamos a presença de concepções empírico-indutivistas tradicionalmente amparadas por uma sequência de testes e métodos experimentais que caracterizam a atividade científica.

Evidentemente não se faz ciência sem formular hipóteses, deduzir consequências e testá-las. Essa perspectiva insere-se no método popperiano de “conjecturas e refutações”. Contudo, a geração do conhecimento, a dissolução de um problema, é fruto de um processo investigativo que envolve variáveis, que nada tem de linear ou habitual. “[...] A sua publicidade e avaliação pela comunidade é o que, via de regra, confere legitimidade e impulsiona o desenvolvimento da ciência” (PEDUZZI, RAICIK, 2020, p. 33) Sendo assim, a formulação de hipóteses, testes e as observações não deixam de fazer parte do processo de validação do conhecimento científico, porém apenas esses aspectos não são suficientes para a compreensão dos

fenômenos naturais (BARBOSA, 2016).

Destacamos concepções contemporâneas sobre a ciência como a curiosidade e a busca por investimentos como fomentadoras do desenvolvimento científico.

Por fim, assim como evidenciamos a predominância das dimensões Observacionais e Conceituais de Allchin (2013) na aula como uma forma de avaliar o conhecimento científico, prevalece também na análise das questões.

Em sequência à análise das aulas, o segundo encontro foi realizado de maneira assíncrona e, por essa razão, a análise seguiu para o terceiro encontro, síncrono.

O segundo encontro foi realizado de maneira assíncrona e teve por objetivo discutir o papel da credibilidade e má conduta dentro da Ciência. O professor enviou um texto da Pesquisa FAPESP de março de 2011 de Ricardo Zorzetto, intitulado “Manipulação de dados: fraude em estudo sobre a vacina reabre discussão acerca das práticas de pesquisa”, que traz a discussão ética sobre fraude e manipulação de dados, envolvendo o caso da publicação na revista *Lancet* pelo médico britânico Andrew Wakefield, que apontava uma relação entre a administração da vacina MMR (tríplice viral) a casos de autismo em crianças. Os alunos leram o texto e tiveram que elaborar duas questões referentes ao texto para debate na aula seguinte.

4.3 Terceiro Encontro Parte I: Análise a Partir da Aula Síncrona

O terceiro encontro teve por objetivo discutir o papel da credibilidade e má conduta dentro da Ciência por meio da leitura de um texto e posterior elaboração de questões pelos estudantes para o debate. De maneira geral, as questões versaram sobre as notícias falsas e a vacinação, manipulação de dados e prejuízos para a sociedade, credibilidade científica e fragilidades da produção científica.

Vale destacar, inicialmente, que a elaboração da aula e as discussões têm como eixo orientador a Dimensão Sociocultural, de Allchin (2013). Sendo assim, a forma de análise da aula e das questões se ramificam a partir da centralidade da Dimensão.

Professor: Como as Fake News podem afetar/gerar prejuízos/impactar o desenvolvimento científico e a sociedade?

A1: Bom, eu acho que as Fake News é uma questão bem complicada porque ela corrompe muitos dados, mas ela tem muito a questão de como ela é passada. Além dessas questões estarem nas mídias e serem espalhadas pelas mídias, tem a questão que assim...eu escuto, eu ouvi aquilo e vou passar para os meus parentes então ela espalha muito fácil também, né?...ela tem um alcance mais rápido do que a Ciência porque ela vai na boca a boca e em redes sociais e as vezes as notícias científicas você não acha tão fácil....

Professor: Então as Fake News seriam mais rápidas do que as divulgações científicas?

A1: Sim, eu acho.

Professor: E o impacto delas para a Ciência?

A1: É um prejuízo, um retrocesso... igual à informação do artigo mesmo, então era uma informação falsa, os pais deixaram de vacinar os filhos por causa daquela informação.

A7: Mas será que esse não é um problema que temos também dentro da Ciência? Porque artigo científico normalmente tem uma linguagem muito específica para cientista, então, de certa forma nós temos dificuldade para atingir o povo. E para eles é muito mais fácil acreditar em uma coisa que está ali a resposta, está clara, do que pegar um artigo para ler.

Professor: A leitura científica é muito difícil, não são todas as pessoas que vão conseguir chegar nessa leitura. Nós pensamos que aí entra o papel da divulgação científica, para tornar o conteúdo mais acessível e como professores, temos o papel de formar indivíduos um pouco mais críticos.

É de conhecimento que assuntos ligados à Ciência e a Tecnologia encontram-se em diversos espaços. O trabalho de divulgação não se limita aos artigos científicos, mas também por programas de TV, jornais, revistas e as redes sociais. Por essa razão é que a velocidade com que as notícias possam circular é extremamente rápida, principalmente as falsas (Fake News), que se propagam consolidando opiniões sobre mais diversos assuntos acarretando prejuízos à sociedade e à democracia.

Professor: Quais são os impactos/prejuízos para a sociedade devido à manipulação dos dados científicos?

A14: Como no caso do Wakefield lá que mostrou que boa parte da população acabou deixando de tomar a vacina por causa da desinformação que ele passou. E até hoje, mesmo se a gente for ver, nós temos essa questão aí que o povo diz que a vacina faz mal e está tendo essa informação sendo espalhada também e muita gente acaba querendo não tomar.

A12: A descredibilidade da Ciência.

De acordo com a fala da estudante, o impacto da manipulação dos dados causa a descredibilidade na Ciência. Pensamos que neste momento, uma das formas de evitar tal situação, apoiando-se em Allchin (2013), é compreender como a Ciência “funciona” sendo a confiabilidade um conceito unificador para esse objetivo.

Além disso, abordar a temática de manipulação, fraude e credibilidade dentro das discussões envolvendo a Ciência é uma das propostas de como os alunos podem avaliar o conhecimento científico dentro da perspectiva de Allchin (2013).

Professor: Qual a importância de ter comitês de ética suficientes para acompanhar a grande demanda de publicações, sendo que o maior meio de disseminação de conteúdo é pela internet?

A12: A importância de ser mais acessível as pessoas. Não só correr atrás das Fake News mas fazer a Ciência testada e aprovada ser veiculada de uma maneira fácil tanto quanto as Fake News. Acho que seria a massificação em uma linguagem fácil da informação da Ciência pela internet também.

Reforçamos, assim como já evidenciado no primeiro encontro, uma visão de Ciência ligada à teste e comprovação nos remetendo a concepções empíricas do trabalho científico. Percebemos na fala da estudante um apelo em relação à divulgação da Ciência de forma mais acessível para toda a população. Essa questão é interessante, pois por meio da análise, muitas respostas destacam a divulgação científica como uma possibilidade de tornar a Ciência mais próxima da sociedade.

Professor: Durante a discussão do artigo, é citada a necessidade de mecanismos que assegurem integridade da pesquisa e posteriormente é usado o exemplo da criação de instituições que tentam garanti-la e que haja comissões de ética com capacidade de acompanhar a execução dos projetos. Levando isso em consideração, uma grande pergunta a se levantar é o quanto isso afetará o ganho das instituições e empresas que lucram justamente com a falta de acompanhamento e divulgação destas pesquisas e se isso será um impeditivo para que este tipo de medida seja efetivamente implementado.

A17: Eu acho importante elas darem espaço para algo mais leve, mais acessível, mas quando a gente fala de Ciência a gente fala de contexto, né? Então, eu acho que isso pode ser de momento, no contexto que nós estamos essa burocratização de informação e aí de torná-la acessível seria muito importante.

A12: Eu acho que para além disso é pensar também nessas empresas que... elas querendo ou não tem mais impacto e poder social e econômico do que as pessoas que estão tentando burocratizar as coisas... a gente precisa ver pelo tamanho das forças.

Pela leitura das respostas, é possível destacar que as alunas entendem a influência do contexto externo, como fontes de financiamento, que fomentam publicações e o desenvolvimento científico. Entende-se por essas respostas que, para elas, a Ciência não é um empreendimento socialmente neutro e

que o funcionamento do conhecimento científico envolve busca de financiamento, assim como Allchin (2013) já havia salientado.

Professor: Quais são as principais fragilidades da produção científica? Como podemos lidar com elas?

A10: falta de investimento...o problema maior da Ciência é a divulgação... nós fazemos muita Ciência, muita pesquisa, mas a divulgação fica muito restrita ao meio científico. Acredito que... o que fazer com toda essa produção científica? Como a gente aplica? Como que a gente usa?

Duas fragilidades entram em destaque pela aluna. A primeira é sobre a falta de investimento para a produção científica e a segunda é em relação à divulgação da prática. Evidencia-se na fala da estudante que um dos fomentos para a produção científica são os investimentos e que isso faz parte do conhecimento sobre a Ciência.

Analisando a aula, percebemos que os alunos destacam a divulgação científica como uma possibilidade de minimizar os efeitos das notícias falsas e em paralelo, informar a população para a compreensão da Ciência. Tal ação faz parte do papel social dos cientistas presente na Dimensão Sociocultural de Allchin (2013).

Outra percepção diz respeito às fontes de financiamento que fomentam as pesquisas e permitem o desenvolvimento da produção científica. Por fim, evidenciamos que os estudantes concebem a Ciência como uma construção social que influencia e sofre influências do meio em que se desenvolve.

4.3.1 Terceiro encontro parte II: análise a partir das questões

Com base na análise das respostas, o terceiro encontro possibilitou a criação de duas Unidades de Contexto (UC): Influências internas e externas na Ciência e Papel social dos cientistas.

4.3.2 UC 3: Influências Internas e Externas na Ciência

Essa unidade foi elaborada a partir da questão 3 - Como a atividade científica pode ser influenciada pelo contexto em que é desenvolvida? – dando origem a três unidades de registro conforme o quadro abaixo.

⁶Quadro 7 - Unidades de Registro da UC 3

UR 3.1 Necessidade	2 registros
	A18: É uma pergunta difícil, mas acho que pode depender da demanda em que a sociedade necessite dos trabalhos da Ciência, por exemplo, na pandemia a vacina foi feita de forma rápida pois houve muito investimento no mundo todo pois era urgente.
UR 3.2 Interesses políticos, econômicos, social, cultural e pessoal	8 registros
	A14: A atividade científica é influenciada pelo contexto social, político e cultural da sociedade, além dos próprios conhecimentos base que norteiam o pesquisador.
UR 3.3 Valores e Financiamento	1 registro
	A4: A atividade científica tem o mesmo valor perante a Ciência, mas a agregação de valor e atribuição da importância depende dos valores da sociedade em que ela está inserida. Tanto em relação aos financiamentos, notoriedade, entre outros.

Fonte: o próprio autor

Na UR 3.1, encontram-se as respostas que atribuem a atividade científica a uma questão de necessidade. De fato, compreendendo a Ciência como uma construção humana, dela emergem problemas que se encontram em contexto amplo, e por essa razão, existe uma grande influência da sociedade nos caminhos da Ciência (BARBOSA; AIRES, 2019).

A UR 3.2 contém o maior número de respostas. Os estudantes relacionam a influência da atividade científica com interesses pessoais, políticos, econômicos, sociais e culturais. De acordo com Peduzzi e Raíck (2020, p. 30),

[...] Em cada época, a ciência se desenvolve à luz de um contexto: filosófico, econômico, político religioso. Mesmo tendo uma dinâmica própria, que move os cientistas à procura de respostas aos problemas

⁶ O quadro com a totalidade das respostas pode ser conferido no apêndice.

que formulam e com os quais se depara, ela não é imune, e nem independente, dos dilemas e dos múltiplos interesses e valores que existem no meio (a sociedade) em que se encontra (PEDUZI, RAICIK, 2020, p. 30)

Notamos que esta unidade contempla, além da Dimensão Sociocultural, uma percepção ligada à Dimensão Conceitual no item dimensões humanas, pois entendemos que as motivações para fazer Ciência no contexto podem ser tanto internas quanto externas.

Na UR 3.3, a resposta associa as influências da atividade científica a valores e financiamentos.

A Ciência, como uma “construção social histórica” que se desenvolve no meio de instituições, sempre abarca um complexo de valores. “Sem os valores não é possível avaliar as práticas e os produtos científicos e nem as suas aplicações” (SACHS, 2019, p. 127). Nesse sentido, “as atividades científicas não são inteligíveis quando separadas de suas situações sócio-históricas, dos valores incorporados nelas, e dos seus lugares no mundo da vida” (LACEY; MARICONDA, 2014a, p. 643).

Ressaltamos que três participantes não responderam as questões e os demais estudantes não realizaram a atividade.

4.3.3 UC 4: Papel Social dos Cientistas

Essa UC foi gerada a partir da questão 4: Qual é o papel social dos cientistas? dando origem a três UR como é possível observar no quadro abaixo:

⁷Quadro 8 - Unidades de Registro da UC 4

UR 4.1 Divulgar a Ciência	10 registros
	A18: Divulgar a Ciência para a sociedade de forma verdadeira e que se faça entender pelas pessoas
UR 4.2 Desenvolver a sociedade	3 registros
	A8: Desenvolver projetos que melhorem o cotidiano da sociedade e levar esse conhecimento

⁷ O quadro com a totalidade das respostas pode ser conferido no apêndice.

	de alguma forma a pessoas que não estão envolvidas com a pesquisa.
UR 4.3 Produção de Conhecimento	1 registro
	A3: Trazer à luz verdadeiros conhecimentos que podem ser usados para o bem comum.

Fonte: o próprio autor

A UR 4.1 compreendeu a maioria das respostas dos estudantes que apontam que o papel social dos cientistas é o de divulgar a Ciência. Oliveira (2017) e Lima (2017) salientam que a divulgação científica é a competência do cientista ou do divulgador científico de fazer a popularização do conhecimento para diferentes públicos. A comunicação é um dos itens presentes na Dimensão Sociocultural na proposta de Allchin (2013) que, de fato, faz parte da responsabilidade social dos cientistas.

Em relação à UR 4.2, os estudantes destacam o papel social dos cientistas em desenvolver a sociedade. Importante salientar que ao nosso entender, tal visão pode reforçar a compreensão de que a Ciência é sempre benéfica com o intuito de desenvolver e avançar a sociedade.

A última UR, a 4.3, menciona o papel social dos cientistas à produção de conhecimento. A presente resposta reforça a visão elitista do cientista como um “detentor da verdade” o que contribui para uma visão equivocada do trabalho científico.

Os demais estudantes não realizaram a atividade.

Conforme foi possível analisar a partir da aula e das questões, para os estudantes, uma função significativa e importante dos cientistas é promover a divulgação científica para a população. Além dessa constatação, reconheceu-se a Ciência como uma atividade social ao passo que o desenvolvimento do conhecimento científico está ligado ao contexto político, econômico, cultural em que ele se encontra. Na sequência da análise dos dados, o quarto encontro, assim como já evidenciado foi realizado de maneira assíncrona e teve por objetivo abordar conceitos biológicos envolvidos na produção das vacinas. Nesse sentido o professor enviou duas questões prévias em relação à produção e aos diferentes tipos de vacinas para que os estudantes respondessem como ponto de partida de discussão do quinto encontro.

4.4 Quinto Encontro Parte I: Análise a Partir da Aula Síncrona

O quinto encontro, realizado de maneira síncrona, retomou as questões referentes à fabricação das vacinas da quarta aula como ponto inicial de debate para então seguir com os encaminhamentos. Dessa maneira, o professor iniciou o diálogo apresentando as etapas para a fabricação das vacinas: identificação inicial, etapa pré-clínica (estudos em laboratório; testes em células) e etapa clínica – fase 1 (Segurança); fase 2 (efeitos colaterais); fase 3 (eficácia). Com base nessas etapas, o professor apresentou as formas de produção em larga escala seguindo para dois exemplos de vacinas, a Coronavac e a Astrazeneca. O foco da diferença entre as duas ficou na forma de produção sendo que a Coronavac é produzida a partir de um vírus inativado e a Astrazeneca é produzida a partir do vírus modificado que estimula a produção de anticorpos. Neste momento não houve manifestação dos estudantes, embora houvesse abertura, optaram por ouvir os apontamentos do professor.

Na sequência, o professor trouxe para a discussão as questões que permearam a análise do próximo tópico.

A aula teve foco nos vários conhecimentos envolvidos na produção das vacinas destacando o papel interdisciplinar que o tema pode nos promover dentro da sala de aula. Ressaltou-se conhecimentos, para além do biológico como, por exemplo, conhecimento cultural, social, filosófico, histórico, ético, tecnológico e estatístico.

Na sequência, o professor apontou também os conhecimentos científicos que estão envolvidos para a fabricação das vacinas tais como o conhecimento do agente patogênico (mutações, multiplicação etc.), fatores de risco, letalidade, metodologias e o contexto em que a vacina está sendo desenvolvida.

Pensando nas questões apresentadas, o professor fez alguns apontamentos relacionando ao tema em questão – as vacinas – como uma questão sociocientífica. Além disso, o papel da discussão com tema, pensando no ensino, foi a possibilidade de os estudantes enxergarem o trabalho interdisciplinar que o assunto em questão pode oferecer. Portanto, o fechamento da aula trouxe a perspectiva da relevância do tema como uma questão sociocientífica em uma perspectiva CTS (Ciência-Tecnologia-Sociedade) com a finalidade de

[...] dar da Ciência uma visão integrada, relacionando-a com a Tecnologia e evidenciando os impactos que estas têm na Sociedade e no Ambiente, bem como a influência que a Sociedade/Ambiente tem no desenvolvimento da Ciência e da Tecnologia (FERNANDES; PIRES; IGLESIAS, 2018, p. 876).

Necessário esclarecer que o direcionamento das vacinas para a questão sociocientífica é baseado em Pérez e Carvalho (2012), que salientam

[...] as QscS abrangem controvérsias sobre assuntos sociais que estão relacionados com conhecimentos científicos da atualidade e, portanto, em termos gerais são abordados nos meios de comunicação de massa (rádio, TV, jornal e internet), [...] envolvem consideráveis implicações científicas, tecnológica, políticas e ambientais que podem ser trabalhadas em aulas de Ciências com o intuito de favorecer a participação ativa dos estudantes em discussões escolares que enriqueçam seu crescimento pessoal e social (PÉREZ; CARVALHO, 2012, p. 729).

4.4.1 Quinto Encontro Parte II: Análise a Partir das Questões

A partir da análise das respostas, o quinto encontro deu origem a duas Unidades de Contexto (UC): Conhecimentos diversos envoltos na fabricação das vacinas e conhecimentos importantes para a fabricação das vacinas.

4.4.2 UC 5: Conhecimentos Diversos Envoltos na Fabricação das Vacinas

Essa UC foi elaborada a partir da questão 5 – *Quais conhecimentos, para além do biológico, estão envolvidos na fabricação das vacinas?* – originando duas UR conforme o quadro abaixo

⁸Quadro 9 - Unidades de Registro da UC 5

UR 5.1	11 registros
Conhecimentos Múltiplos	A11: Além do conhecimento biológico que é utilizado na fabricação da vacina, é necessário que haja um conhecimento popular, conhecimento social, conhecimento religioso, uma visão ética, entre outros. Já que somente os conhecimentos

⁸ O quadro com a totalidade das respostas pode ser conferido no apêndice.

	científicos não abrangem os demais processos necessários, como os custos, as dificuldades sociais e dogmas religiosos.
UR 5.2	1 registro
Não respondeu à pergunta	A10: O processo todo do desenvolvimento e fabricação das vacinas envolve grande número de profissionais. Desde a compra de insumos, manutenção de equipamentos, a logística na distribuição e administrativa dos postos de saúde entre outros.

Fonte: o próprio autor

De acordo com os conhecimentos, os posicionamentos filosóficos e epistemológicos trazem as compreensões sobre a construção e produção da Ciência, como um conhecimento socialmente construído, sendo não linear e consequentemente não neutro, bem como se tratando de sua validação e legitimação do status científico, que estão baseados em aspectos coletivos, heterogêneos e críticos, sendo influenciados pelas questões econômicas, políticas, sociais e tecnológicas (FERREIRA, 2018).

A partir da análise das respostas da UR 5.1, percebemos uma mescla de conhecimentos múltiplos envolvidos na fabricação das vacinas que estão em consonância com a própria noção de Ciência. Pires *et al* (2017) apresentam, por exemplo, a Ciência como não possuidora da verdade absoluta e que o conhecimento científico não é linear ou acabado, além de que, as verdades científicas são transitórias, históricas, culturais e em suma produzidas socialmente.

Entendemos que a temática discutida e as respostas analisadas encontram-se entrelaçadas à perspectiva CTS, sendo de grande importância para contribuir com uma visão de Ciência cada vez mais integrada e envolvida com o meio em que é produzida.

Assim, perceber o envolvimento dessa multiplicidade de conhecimentos em relação à fabricação das vacinas implica em reconhecer que a mesma se aplica ao reconhecimento do próprio conhecimento científico. Dessa maneira, encontramos a presença das três Dimensões de Allchin (2013) na UR 5.1 nas respostas dos estudantes.

A UR 5.2 contemplou um registro de uma resposta que não respondeu à pergunta e os demais participantes não realizaram a atividade.

4.4.3 UC 6: Conhecimentos Importantes para Fabricação das Vacinas

A partir da questão 6 – *Quais os conhecimentos os cientistas precisam considerar para a fabricação das vacinas?* – originaram-se três UR conforme o quadro

⁹Quadro 10 - Unidades de Registro da UC 6

UR 6.1	6 registros
Conhecimentos Biológicos	A6: Conhecimentos sobre as características dos vírus, sobre sistema imunológico e anatomia, processos bioquímicos, reprodução celular, citologia, entre outros.
UR 6.2	5 registros
Público-alvo/ população	A7: É preciso considerar o público-alvo, o tipo de doença, o agente causador e os possíveis riscos que trará a saúde humana, também é preciso considerar as questões éticas sobre a aplicação das vacinas.
UR 6.3 Não respondeu à pergunta	1 registro
	A10: Todo processo precisa ser levado em conta. Desde o começo do processo até a aplicação dessas doses. Se não for levado em consideração o objetivo final pode não ser atingido.

Fonte: o próprio autor

Para Leite e Silva (2018), é necessária a compreensão existente entre a Ciência, a tecnologia e a sociedade, bem como o reconhecimento do processo gradual e coletivo que está envolvido na construção do conhecimento científico, e que a Ciência não é um resultado de aplicações de um método, mas sim a identificação de sucessões de sucessos e fracassos ao longo das elaborações das teorias científicas.

A UR 6.1 compreendeu seis respostas dos estudantes que acreditam que os conhecimentos biológicos são necessários para a fabricação das vacinas. Relacionando as respostas as dimensões de Allchin (2013), evidenciamos que as dimensões Observacionais e Conceituais se sobressaem em relação a Dimensão Sociocultural.

⁹ O quadro com a totalidade das respostas pode ser conferido no apêndice.

A UR 6.2 agrupou cinco respostas dos estudantes que atribuíram a compreensão do público-alvo como um tipo de conhecimento necessário para a fabricação das vacinas. Além disso, o reconhecimento de questões éticas envolvendo a vacinação encontra-se presente na Dimensão Observacional no item *instrumentos*.

O fazer científico, visto também como construção social e política, exige do cientista responsabilidade em relação as suas ações frente ao cenário mundial, no qual é cada vez mais caracterizado pelas afirmações (LEITE; SILVA, 2018).

Para isso, compreender Ciência como cultura e como seu caráter histórico-social se revela como uma forma de ver o mundo, ou seja, de interpretá-lo e assim minimiza-se a supervalorização deste conhecimento em detrimento de outro (ALBUQUERQUE, 2012).

O restante dos estudantes não respondeu às questões.

Na sequência das aulas, o sexto encontro foi realizado de maneira assíncrona e teve o mesmo objetivo do sétimo no qual pretendeu-se investigar a compreensão do contexto histórico para o entendimento de como a Ciência é construída. Houve a seleção de um vídeo que apresenta a trajetória do desenvolvimento da vacina em diferentes culturas. A partir da visualização do vídeo, os estudantes responderam duas questões para fomentar a discussão para a próxima aula.

4.5 Sétimo Encontro Parte I: Análise a Partir da Aula Síncrona

O sétimo encontro, assim como salientado teve o mesmo objetivo do que o momento anterior. Inicialmente houve uma retomada do vídeo com alguns questionamentos prévios

Professor: O que vocês acharam do vídeo? É possível utilizá-lo como algo introdutório? Ou algo para fechamento do tema sobre a “descoberta da vacina”?

A1: Eu achei ele bem legal para uma fase introdutória porque ele mostra como era em vários lugares do mundo. Então, ele mostra em várias cidades e a relação que eles tinham com a vacina. Acho interessante para um começo para falar dessa parte histórica, que cada um tinha uma visão e que depois chegou na padronização da vacina, vamos dizer assim.

De acordo com Forato, Pietrocola e Martins (2011), é importante reconhecer que a Ciência se desenvolve em um contexto cultural de relações humanas o que nos revela uma Ciência parcial e falível, contestável e influenciada por fatores para além dos científicos. Dessa maneira, reconhece-se essa concepção histórica dentro de um contexto cultural na fala da estudante:

A12: É e que também coloca como os europeus chegaram lá e pegaram as informações e levaram para eles né?

Professor: De acordo com o vídeo, por que existe um direcionamento para a figura de Jenner como sendo o responsável pela “descoberta” da vacina?

A4: Porque, tô chutando, o vídeo é Britânico e eles estão vendendo o lado deles como o responsável por descobrir a primeira vacina.

Professor convidado: Importante destacar o porquê da Inglaterra, porque ela é o berço da revolução industrial. Então, o contato maior da Inglaterra com as mercadorias que vinham do oriente, principalmente aquilo que poderia ser usado como insumo para a construção da vacina também era importante.

Professor: Certo, e até mesmo se olharmos para alguns livros didáticos, o recorte histórico presente nele faz menção à Jenner sobre a descoberta da vacina. Porque estamos “acostumados” com o conhecimento pronto, a gente aprende dessa maneira. Até mesmo podemos reforçar a figura de Jenner como um cientista isolado e gênio como aquele que descobriu a primeira vacina.

Professor: Quais aspectos vocês consideram importantes de serem explicados em relação ao momento histórico e o trabalho de Jenner para que seja possível compreender a sua contribuição para a vacina?

A4: Professor, sobre a importância social ambientado naquela época, a importância de desenvolver isso na época?

Professor: Isso, então podemos pensar no contexto, o contexto que eles estavam inseridos.

Tal percepção da estudante A4 faz menção ao aspecto social do conhecimento o que nos permite trazer para a discussão qual seria a relevância da “descoberta” da vacina como um fator impactante de mudança da realidade naquele contexto.

Em se tratando da colaboração e do caráter social, que permeiam as pesquisas científicas, pode-se elucidar que, os cientistas fazem parte de um grupo, e que estes atuam sob um paradigma, e os esforços de um deles contextualiza o que é produzido e desenvolvido por muitos. Ao se contextualizar o que o cientista faz, isso se evidencia na evolução dos conceitos desenvolvendo-o dentro do contexto social (ARTHURY; TERRAZZAN; 2018).

Corroborando com exposto acima, os cientistas são vistos como membros de uma comunidade e que buscam solucionar os problemas de forma que, as questões científicas de uma época, não são determinadas por uma única dúvida

de um cientista, mas sim problemas comprovados pelo coletivo de praticantes da área (BARBORA; AIRES, 2018).

Professor convidado: Eu fico pensando, o que orienta um trabalho científico? Não tenho dúvidas que é a interação entre o meio, a natureza, as pessoas, o contexto onde ele está. Embora entenda o conceito liberal que é atribuída a Grã-Bretanha, a Inglaterra o berço do Liberalismo, mas a questão da Ciência em si tem muito a ver com o processo de ter relação ao meio. Não se faz Ciência sozinho porque senão, ela perde a validade. Eu vejo inclusive, a produção de uma vacina como Jenner se propôs a fazer levou em conta a ruptura de paradigmas. Ele rompeu um conceito ético no qual o contexto social onde ele estava. E para chegar aí, ele teve que ouvir interlocutores de outros lugares, recebeu influências nesse processo de construção do mecanismo científico tão avançado para a humanidade como se tornou a vacina posteriormente.

Na sequência da aula, o professor trouxe algumas referências (ALLCHIN, 2014; McCOMAS, 2008; CALLEGARO *et al.*, 2017; MARTINS, 2006) que faziam menção ao uso da HFSC para a compreensão da Ciência. Também propôs algumas questões reflexivas quando trabalhamos com momento histórico sobre determinados assuntos tais como: Como ele (ela) chegou a determinado raciocínio? Quais as outras contribuições que não estão sendo evidenciadas? Quais os conflitos que permitiram a elaboração disso? Quais influências recebidas? O que se passava na época para chegar a esse momento? Por fim, o professor apresenta alguns cuidados com base na literatura (MARTINS, 2005, 2006) sobre o uso da HFSC no ensino para evitar anacronismos, noções lineares, estereótipos e outros e discute possibilidades de inserção da HFSC no Ensino de Ciências.

4.5.1 Sétimo Encontro Parte II: Análise a Partir das Questões

Por meio da análise das respostas, o sétimo encontro originou duas Unidades de Contexto (UC): Aspectos sobre o momento histórico e A contribuição da história para a Ciência.

4.5.2 UC 7: Aspectos Sobre o Momento Histórico

Essa unidade UC foi elaborada a partir da questão 7 - *Cite aspectos que considera importantes de serem explicados/explicitados em relação ao momento*

histórico e o trabalho de Jenner para que seja possível compreender sua contribuição para a vacina da varíola? – originando cinco unidades de registro conforme o quadro

¹⁰Quadro 11 - Unidades de Registro da UC 7

UR 7.1 Observação	2 registros
	A19: Creio que a observação dele foi extremamente importante de sacar que como ela era e isso não a atingia poderia usar isso para ajudar outras pessoas a ficarem imunizadas sem matá-las.
UR 7.2 Necessidade	3 registros
	A17: Acredito que o aspecto mais importante é a necessidade e contexto da época. A doença estava se espalhando rapidamente e matando muita gente.
UR 7.3 Recursos	3 registros
	A16: O momento histórico em que Jenner passava, era de pouco recursos e pouca tecnologia, ele precisava usar recursos alternativos para conseguir chegar aos resultados, o momento que ele viveu, apresentou uma grave epidemia de varíola, fazendo com que a busca pela vacina fosse ainda maior.
UR.7.4	1 registro
Socioeconômico/político/pessoal	A12: Acredito que aspectos socioeconômicos e políticos interferem muito no momento histórico assim como todos os outros, bem como as disputas de interesses. Mas além disso explicitar os processos de investigação, estudos e metodologias para que haja a compreensão de como se ocorrem as contribuições por meio dos processos científicos
UR. 7.5 Não respondeu à questão	4 registros
	A11: O vídeo não faz nenhuma explicação de como foi desenvolvida a vacina, apenas diz que Edward descobriu que se passasse pus de uma pessoa infectada pela varíola da vaca, esta não contrairia mais a varíola humana. Sendo assim, faltou a explicação de como foi pesquisada, como foi desenvolvida, como foi testada e outros pontos importantes.

¹⁰ O quadro com a totalidade das respostas pode ser conferido no apêndice.

Fonte: o próprio autor

A UR 7.1 compreendeu dois registros dos estudantes que salientam que a observação foi importante em relação à contribuição de Jenner para a fabricação da vacina.

Segundo Peduzzi e Raicik (2020), a observação científica é de modo seletiva, já que se exige um objeto, um ponto de vista, ou um interesse em especial em algum problema, em que consiste em misturas de componentes empíricos e princípios teóricos, não sendo as observações neutras. Dessa maneira, entendemos que a observação além de fazer parte da Ciência e dos cientistas está de acordo com a Dimensão Observacional de Allchin (2013).

A UR 7.2 abarcou três respostas dos estudantes que atribuem o fator necessidade como um aspecto para ser considerado nos trabalhos de Jenner e no reconhecimento do momento histórico. Para essa UR atribuímos a Dimensão Conceitual no item *dimensões humanas* de Allchin (2013) como uma característica de percepção e motivação humana nas necessidades do contexto em que se encontra.

Pesquisadores na área de Ensino de Ciências ressaltam a importância de se conhecer profundamente o conhecimento, além das definições e relações básicas, visto que defendem a necessidade de conhecer seu campo de validade, suas justificativas, as circunstâncias em que elas foram geradas em que um determinado conhecimento possa vir a ser enfraquecido ou rejeitado (FERREIRA, 2018).

Na UR 7.3, encontram-se três registros dos estudantes que sinalizaram a questão dos recursos como subsídios importantes do contexto e nos trabalhos de Jenner para a elaboração da vacina.

Os recursos são fontes múltiplas, e os resultados de pesquisas científicas são provisórios, visto que, a Ciência é dinâmica/aberta. A fim de compatibilizar essa visão nova, entende-se que os recursos sejam eles didáticos ou materiais serão dinâmicos e adequados a cada momento, e não aqueles que se pressupõem a validade universal (VIEIRA, 2020). Oliveira (2021) aponta que a maneira como cada cientista tem a sua forma de divulgação, depende dos seus modelos de pesquisa, dos recursos que dispõem para que possa realizar seus trabalhos, e conseqüentemente, das experiências vivenciadas por este profissional ao longo de sua carreira.

Acreditamos que a percepção sobre o recurso abrange uma série de variáveis que estão ligadas tanto a ter o recurso quanto à falta dele. Nesse sentido, podem ser incluídos recursos financeiros entrelaçado à Dimensão Sociocultural no item *economia/financiamento* ou aos instrumentos ligados à Dimensão Observacional no item *instrumentos/modelos* ou até mesmo na falta de conhecimento.

A UR 7.4 contemplou uma resposta dos estudantes que elencou os aspectos socioeconômicos/políticos/pessoais como importantes na busca pela elaboração da vacina e do conhecimento do momento histórico. Tal percepção encontra-se alinhada com as dimensões Conceituais (item dimensões *históricas* e *humanas*) e Socioculturais nos itens *preconceitos* e *economia/financiamento*.

A última UR contemplou quatro registros dos estudantes que não responderam à questão.

Os demais estudantes não realizaram a atividade.

4.5.3 UC 8: A Contribuição da História para a Ciência

Essa UC foi originada a partir da questão 8 - *Como um momento histórico pode contribuir para melhorar as visões sobre a Ciência de hoje?* – permitindo a elaboração de três UR conforme o quadro

¹¹**Quadro 12** - Unidades de Registro da UC 8

UR 8.1 Aprimoramento da tecnologia	1 registro
	A19: Creio que hoje temos muito mais tecnologia, muito mais informações e essas informações foram se aprimorando ao longo da história, buscar na história é de extrema importância pois pode ser usados métodos que deram certo e aprimorar ou aprender com erros e não cometer eles novamente.
UR 8.2 Produção da Ciência	7 registros
	A14: Os momentos históricos podem esclarecer que a Ciência é produzida com uma finalidade, como por exemplo, a descoberta de uma vacina que foi importante para controlar doenças que antes eram fatais. Os rumos das pesquisas

¹¹ O quadro com a totalidade das respostas pode ser conferido no apêndice.

	científicas dependem do momento histórico e de seus praticantes (os pesquisadores).
UR 8.3 Credibilidade Científica	6 registros
	A7: Uma vez que as pessoas possam ver e entender que a Ciência foi capaz de desenvolver conhecimentos que salvaram milhares de vidas ao longo da história, é possível que as pessoas passem a atribuir mais credibilidade a ela, mas pra que isso aconteça, é necessário que estes contextos históricos cheguem até as pessoas.

Fonte: o próprio autor

A UR 8.1 registra a resposta de um estudante que atribui o fator de aprimoramento da tecnologia como um fator que o conhecimento da história contribui para a melhora do conhecimento sobre a Ciência hoje. Além disso, a ideia do aprimoramento e do “aprender com os erros” permitem a compreensão da noção sobre a mutabilidade do conhecimento científico atrelado as dimensões observacionais e conceituais nos itens *experimentos* e *dimensões históricas*.

A Ciência, a tecnologia e a sociedade fazem parte de campos que não podem ser analisados separadamente, e essa ideia com inúmeras tentativas de acabar com as análises dicotômicas entre a natureza e a sociedade, culminou para uma nova visão de Ciência, rompendo as narrativas posicionadas pela realidade natural de um lado, sendo passível de ser apreendida pela Ciência, e pela sociedade, por meio das relações sociais (ZANDONAI, 2018).

Em relação à UR 8.2, sete registros tinham afirmações que o momento histórico pode contribuir com as visões sobre a Ciência levando em consideração a produção da Ciência. Allchin (2013) sugere o uso da história como uma possibilidade de compreensão da Ciência, nesse sentido, quando evidenciamos as respostas, entendemos que está de acordo com as três dimensões propostas pelo autor de como avaliar o conhecimento científico. Essa sugestão encontra-se presente na concepção de Matthews (1995), revelando que a história é necessária não apenas pelo fato de que possibilita a compressão daquilo que existe no presente, mas pela perspectiva de apresentar novas possibilidades.

Em paralelo a essa UR, está a UR 8.3 que registrou 6 respostas dos alunos sobre a atribuição da credibilidade científica. A mesma pode ser analisada a partir das três dimensões de Allchin (2013) que, justamente, oferta a possibilidade de avaliar e julgar o conhecimento científico por meio das dimensões de confiabilidade.

4.5.4 Oitavo Encontro Parte I: Análise a Partir da Aula Síncrona

A última aula foi realizada de maneira síncrona e teve por objetivo levar reflexões de maneiras pelas quais a Ciência pode ser discutida em sala de aula. De início, o professor fez os seguintes questionamentos:

Professor: Pessoal, vamos pensar, o que desse diálogo vocês acham que dá para aproveitar para levar para uma sala de aula?

A14: Dá para levar muita coisa para sala de aula do que a gente aprendeu neste curso, por exemplo, na questão das vacinas é muito importante nós contextualizarmos para os alunos que a vacina não surgiu do nada, né?. Que a contextualização histórica, não só da vacina, é sempre importante contextualizar os assuntos que estamos tratando em sala de aula para mostrar que aqueles assuntos tiveram um processo de criação. Penso que foi importante para gente mostrar que a Ciência é sempre uma construção constante e mostrar isso para os alunos.

Dois aspectos chamam a atenção na fala da estudante. O primeiro é sobre a importância da contextualização de determinado assunto a fim de compreendê-lo. Como salientam Azevedo e Scarpa (2017)

[...] contextualizar significa expor os alunos a temáticas e contextos científicos passíveis de serem identificados como reais, a fim de que sejam capazes de tomar decisões bem informadas e que ponderem as características que são relevantes ao longo da produção do conhecimento científico. (AZEVEDO; SCARPA, 2017, p. 4).

O segundo aspecto é em relação à percepção da Ciência como *construção*, o que nos permite constatar a noção de provisoriedade do conhecimento científico sendo fruto de uma atividade humana historicamente construída e imersa no contexto cultural de cada época (FORATO; PIETROCOLA; MARTINS, 2011).

Professor: ótimo, legal. E vocês alunos e alunas, como acham que dá para levar essas discussões para a sala de aula?

A1: Professor, uma coisa que eu gosto muito é o debate, não somente para o Ensino Médio mas também no Ensino Fundamental é uma coisa muito legal de trazer. E com relação às fake News, uma coisa legal de trazer as fontes, então, promover debates em que eles tenham que trazer as fontes, ou seja, de onde ele tirou essa informação.

A abordagem da argumentação, no Ensino de Ciências, possibilita situações de sala de aula em que os estudantes experienciem práticas científicas

aprendendo tanto os conceitos das Ciências como em relação a própria atividade científica reconhecendo a Dimensão dos dados, das informações e das evidências como uma possibilidade de construir e sustentar conhecimento científico (KELLY & LICONA, 2018, JIMÉNEZ-ALEIXANDRE & CRUJEIRAS, 2017; OSBORNE, 2016, KELLY, 2014).

Importante também destacar que o referencial adotado nesta pesquisa sobre a argumentação encontra-se nos trabalhos de Sasseron e Carvalho (2008) sendo, portanto,

[...] como todo e qualquer discurso em que aluno e professor apresentam suas opiniões em aula, descrevendo ideias, apresentando hipóteses e evidências, justificando ações ou conclusões a que tenham chegado, explicando resultados alcançados. (SASSERON; CARVALHO, 2008, p. 336).

Na sequência, o professor pergunta:

Professor: Isso mesmo, vocês já tiveram alguma experiência com as questões que debatemos aqui dentro da sala de aula? Por exemplo, vocês já tiveram que debater em sala de aulas as fake News?

A11: No estágio de biologia, fizemos um jogo, um Kahoot que fala sobre as fake News de vacinas. Abordamos algumas fake News, na verdade, verdadeiro e falso sobre as vacinas.

A estudante mencionou a utilização de um jogo para trabalhar com as questões de *fake news*. Cabe ressaltar que os jogos são utilizados como estratégias metodológicas que permitem aos participantes uma maior interação social, despertam a criatividade, intensificam o raciocínio lógico e despertam a formação de valores sociais por meio do trabalho em grupo e das próprias regras (JORGE *et al.*, 2009; LIMA *et al.*, 2017).

Professor: Trabalhamos aspectos da Ciência durante todo o curso, eu gostaria de saber como nós conseguimos discutir esses aspectos dentro da sala de aula?

A1: Eu acho que vídeo também é uma coisa bem legal.

Professor: Um vídeo de um momento? Um vídeo de uma construção? Vídeo de algum momento histórico?

A1: Eu acho que pode ser de várias formas. Quando eu e a A4 demos uma aula de fake News, utilizamos um vídeo com as evidências que mostravam o porquê que a Terra não era plana, com imagens de satélite, trouxemos jogos, ou seja, vários recursos para tentar enfatizar aquilo.

Novamente, a possibilidade de utilização de jogos está presente na fala da estudante como uma estratégia metodológica para utilização na sala de aula.

Professor: Como conseguimos levar esses aspectos para a sala de aula? O que mais?

A4: Existe a possibilidade do debate, tipo um júri simulado, para ter uma interação dos alunos.

Retomou-se a possibilidade do uso da argumentação como uma forma de discutir os aspectos da Ciência dentro da sala de aula.

Professor: Como levamos a reflexão da Ciência para dentro da sala de aula?

A1: Professor, essa atividade do júri é exatamente uma possibilidade.

Dando sequência à aula, o professor trouxe algumas reflexões sobre possíveis caminhos de trabalho da Ciência dentro da sala de aula, como, por exemplo, atividades investigativas (SASSERON; CARVALHO, 2008), sequências didáticas, HFSC da Ciência, episódios históricos, controvérsias históricas (DURBANO; CARVALHO; PRESTES, 2013), narrativas históricas (SCHIFFER; GUERRA, 2015), experimentos históricos (HEERING, 2015), casos contemporâneos, estudos de caso, perspectiva da CTS, resolução de problemas, argumentação, atividades práticas e imagens científicas (CALLEGARIO *et al.*, 2017; ALLCHIN *et al.*, 2014).

Como forma de contribuir e tornar a pesquisa proposta fidedigna, propusemos a análise das questões referentes ao contexto da aula e a própria exploração das aulas quando foi realizada de maneira síncrona. A partir da apresentação e discussão dos dados, essa pesquisa segue para as considerações finais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo desta pesquisa foi o de investigar se um curso de formação complementar com a temática vacina promove a compreensão de parte das Dimensões Observacional, Conceitual e Sociocultural da Ciência por acadêmicos participantes do programa de residência pedagógica que participaram de um curso de formação.

Embora as dimensões não tenham sido trabalhadas de maneira explícita, a articulação com os temas trabalhados durante o curso permitiu relacioná-las às aulas conforme a proposta desta investigação.

Entendemos que este trabalho é importante devido aos apontamentos presentes na literatura de uma visão inadequada do que é a Ciência e como se constrói o conhecimento científico. Também se justifica pelo cenário atual estar marcado por movimentos que negam e distorcem a Ciência, gerando prejuízos para toda a sociedade.

Foram pesquisados 19 estudantes do 3º e 4º ano de Licenciatura em Ciências Biológicas em uma universidade pública, os quais participavam do programa de Residência Pedagógica. O curso complementar oferecido teve sua estruturação baseada nos pressupostos teóricos de Allchin (2013), totalizando oito encontros separados por momentos síncronos e assíncronos. Além dessa estrutura baseada nas dimensões de confiabilidade da Ciência propostas por Allchin (2013), esta pesquisa em seus aspectos metodológicos também se orientou por esse referencial.

A organização proposta do curso seguiu uma sequência de construção na qual entendemos ser interessante para a discussão de assuntos ligados à Ciência e a Natureza da Ciência. Embora reconheçamos a presença das três dimensões de Allchin (2013) nas temáticas trabalhadas a percepção evidenciada é que iniciamos a discussão por meio das dimensões Observacionais e Conceituais tendo em vista conceitos ligados a Ciência para depois inserirmos a dimensão Sociocultural com a temática de vacinas durante o curso.

Essa evidência nos leva a refletir sobre alguns questionamentos que podem servir para orientar outras investigações tais como:

- Seria possível iniciar o curso a partir da temática da vacina evidenciando a questão social da Ciência (Dimensão Sociocultural) para depois pensarmos em discussão envolvendo as outras dimensões?

- Os resultados seriam diferentes daqueles evidenciados nesta investigação?
- Como a dimensão Sociocultural é trabalhada nos cursos de formação de professores e nos programas de residência pedagógica?
- Por se tratar de um curso de Ciências Biológicas no qual os estudantes estavam cursando o programa de Residência Pedagógica, os resultados desta investigação não seriam esperados tendo em vista a sobreposição das Dimensões Observacionais e Conceituais em relação à Sociocultural?

Os resultados obtidos nesta investigação refletem a forma como o pesquisador conduziu e organizou o curso dentro da realidade e do contexto específico. Importante ressaltar que essa não é a única forma, porém uma possibilidade de trabalhar com as questões referentes à Ciência e a NdC relacionadas as dimensões de Allchin (2013).

Como primeira ressalva, a compreensão da NdC se mostrou um aspecto necessário para o entendimento da Ciência e para a formação de sujeitos críticos e alfabetizados cientificamente. Sendo assim, é fundamental compreender que:

- a. a Ciência não é uma verdade absoluta, incontestável, sendo, portanto, falível e parcial;
- b. a Ciência não é desenvolvida a partir de um suposto método científico único e universal a partir apenas de observações, experimentos, deduções e induções logicamente fundados;
- c. não há uma observação neutra, ou seja, toda observação está carregada por alguma teoria;
- d. a Ciência é uma atividade humana, historicamente construída, imersa em um contexto cultural sendo, portanto, influenciada por fatores sociais, culturais, políticos, econômicos e éticos.
- e. o desenvolvimento da Ciência está ligado a investimento, comunicação, revisão e debates.

Allchin (2013) não oferta uma possibilidade de definição de Ciência, mas sim elabora um mapa de dimensões de confiabilidade que revelam como avaliar o conhecimento científico. Utilizando-se do mapa, as percepções de Ciência, nesta análise, dos estudantes tenderam para as dimensões Observacionais e Conceituais em relação à Sociocultural.

Esses dados são evidenciados pelas respostas dos estudantes em relação à permanência de visões empíricas-indutivistas da Ciência: o conhecimento científico advém da observação e experimentação. Desconsidera-se o papel fundamental das hipóteses e das teorias (que fundamentam as observações) como norteadores de uma investigação.

Considerando esses primeiros dados, pensamos que a visão empírica de Ciência não foi superada em sua totalidade mesmo com algumas noções contemporâneas citadas pelos estudantes. A literatura já apontava essas noções há mais de vinte anos tanto nas visões de professores quanto na concepção de estudantes nos permitindo levantar alguns questionamentos tais como

- Seriam oportunos os cursos de formação de professores ofertarem mais espaços de discussão de Ciência com o objetivo de superar tais visões ingênuas da Ciência?
- Como esses espaços configuram-se hoje nos cursos de Licenciatura? De maneira explícita ou implícita?
- Os cursos de formação deveriam remodelar a estrutura do currículo para atender essa demanda?

Esses e outros questionamentos fazem-se necessários para cada vez mais inserirmos debates frutíferos com o objetivo de oportunizar visões ingênuas da Ciência tendo em vista que os futuros professores podem “replicar” aquilo que aprendem na academia.

Embora as percepções de Ciência encontrem-se, predominantemente, atreladas às dimensões Observacionais e Conceituais, quando questionados em relação ao desenvolvimento da Ciência, dois registros atribuíram aos investimentos como fomento ao seu desenvolvimento. Nesse sentido, encontramos a Dimensão Sociocultural, mesmo que de maneira discreta, presente nas percepções dos estudantes.

A Dimensão Sociocultural foi utilizada, predominantemente, como base de dois encontros que visaram discutir a credibilidade e a má conduta científica. Durante a análise desses momentos, os dados revelaram que os estudantes atribuem crédito à Ciência e à divulgação científica como meio de combater as notícias falsas. A divulgação científica encontra-se presente na Dimensão Sociocultural de Allchin (2013) no item *comunicação*. Esse resultado aponta para uma importante função social dos cientistas que é a divulgação e comunicação dos seus resultados como

ferramenta importante no combate à disseminação de notícias falsas.

Além desses dados, a atividade científica, segundo a percepção dos estudantes, é uma atividade que sofre influências internas (motivações, interesses, crenças culturais) e externas (políticas, econômicas, sociais e culturais), o que evidencia que não a consideram uma atividade neutra, e sim como fruto de uma construção humana, sujeita a fraudes, manipulações de dados, influências e necessidades. De qualquer modo, seus mecanismos tornam-se eficazes nas correções e, por isso, é denominada como autocorretiva.

Importante destacar que o reconhecimento da Dimensão de atuação social dos cientistas sobre fraudes, a credibilidade e a má conduta fazem parte dos pressupostos teóricos de Allchin (2013), como entendimento funcional da Ciência.

A relação entre a Ciência e a Sociedade foram observadas nos discursos dos estudantes quando a discussão apresenta como temática as questões sociocientíficas que, no caso da investigação, a temática sobre as vacinas. A partir da leitura das dimensões de Allchin (2013) reconhecemos a necessidade de compreender mais a atuação social dos cientistas e as relações envolvendo Ciência, Tecnologia e Sociedade dentro das discussões acerca da NdC. Sendo assim, enxergamos serem necessárias discussões mais profundas que alcancem maiores proporções dos itens da dimensão Sociocultural de Allchin (2013) em cursos de formação de professores.

Em relação às vacinas e aos conhecimentos envolvidos para a sua produção, os estudantes, em sua grande maioria, demonstram compreensões coerentes a respeito dos conceitos envolvidos, o que, segundo Allchin (2013), é necessário para entendimentos frutíferos sobre a Ciência. É importante reconhecer que tais dados são esperados tendo em vista que os estudantes estavam cursando Ciências Biológicas. Assim como a elaboração da proposta da aula estava envolvida com as três dimensões de Allchin (2013), percebemos que os estudantes conseguem conceber a Ciência da produção das vacinas por meio das dimensões de confiabilidade, porque em suas respostas mencionavam, além de conceitos biológicos, conhecimentos culturais, sociais, éticos e históricos.

As dimensões Observacional, Conceitual e Sociocultural também estiveram presentes na elaboração e análise dos momentos em que o contexto histórico foi colocado em discussão como uma possibilidade de compreensão da Ciência. Evidenciou-se, na percepção dos estudantes, a contribuição do contexto

histórico para compreensão da Ciência em relação à descoberta da vacina e o papel de Jenner nesse processo. Os estudantes fizeram menção ao conhecimento da necessidade do meio e dos recursos envolvidos para a elaboração das vacinas, por exemplo. Atribuímos a questão da necessidade à Dimensão Conceitual no item *Dimensão humanas* de Allchin (2013), pois reconhecer a necessidade da época faz parte das motivações humanas que influenciaram a descoberta das vacinas. Além da necessidade, as respostas dos estudantes mencionaram o recurso como importante aspecto que possibilitou a elaboração das vacinas. Entendemos que esse item pode envolver-se com recursos financeiros e recursos de instrumentos ou equipamentos. Nesse sentido, atribuímos os recursos à Dimensão Sociocultural e instrumentos à Dimensão Observacional. Portanto, a descoberta das vacinas e o reconhecimento do contexto histórico, envolvendo Jenner, encontra-se alinhada, parcialmente, às três dimensões de Allchin (2013).

Os apontamentos em relação à contribuição da História para a compreensão da Ciência encontram-se presentes na fala dos estudantes, os quais expressaram uma visão sobre como a Ciência é produzida, o que já estava presente na percepção de Allchin (2011), no que diz respeito à formação dos professores a partir da adoção do contexto histórico.

Vale destacar que o conhecimento dos aspectos históricos pode ser desenvolvido por meio de discussões que envolvem a História, a Filosofia e a Sociologia da Ciência.

Além dessa evidência, os estudantes atribuíram a importância da compreensão do contexto histórico como uma forma de atribuir a Ciência credibilidade. Retomando Allchin (2013), avaliar o conhecimento científico por meio das dimensões de confiabilidade é uma possibilidade de reconhecer como a Ciência opera e, portanto, reconhecer sua credibilidade.

Por fim, em relação às possibilidades de articulação propostas pelo curso sobre a reflexão da Ciência nos ambientes escolares, os estudantes trouxeram noções importantes como o uso da contextualização histórica, jogos e vídeos e a perspectiva da argumentação.

Nesse sentido entendemos que o curso promoveu um diálogo que permitiu com que os estudantes vislumbassem momentos de refletir a Ciência nos espaços escolares embora eles estivessem participando do Programa de Residência Pedagógica e que já haviam tido momentos de experiências nas salas de aula.

Retomando o objetivo e a questão norteadora desta investigação, acreditamos a partir dos dados analisados, que o curso promoveu as compreensões das dimensões Observacional, Conceitual e Sociocultural da Ciência com a temática das vacinas.

Consideramos a necessidade de novas propostas de reflexões sobre as dimensões de Allchin (2013) nos cursos de formação de professores para formarmos indivíduos críticos, autônomos e atuantes na sociedade e que consigam avaliar o conhecimento científico como forma de combate a movimentos antivacina, por exemplo.

Esperamos que, ao oportunizar esse curso de formação complementar, os estudantes passem a ser profissionais ativos capazes de promover mudanças e melhorias na sua atuação docente.

REFERÊNCIAS

ABD-EL-KHALICK, F. (2012). Examining the Sources for our Understandings about Science: Enduring confluences and critical issues in research on nature of science in science education. *International Journal of Science Education*, 34(3), 353-374. DOI:10.1080/09500693.2011.629013

ACEVEDO, J.A.; VÁZQUEZ, A.; MANASSERO, M.A.; & ACEVEDO, P. (2007a). Consensos sobre la naturaleza de la Ciencia: fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 4 (1), 42-66.

_____. Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: aspectos epistemológicos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 4 (2), 2007b, 202 - 225

ACEVEDO, J. A. El estado actual de la naturaleza de la ciencia em la didáctica de las Ciências. *Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 5 (2), 2008, 134-169.

ACEVEDO, J. A. Enfoques explícitos versus implícitos em la enseñanza de la naturaleza de la Ciência. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 6 (3), 2009, 355-386.

ACEVEDO-DÍAZ, J.A.; GARCÍA-CARMONA, A. Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la Ciência en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, v.13, n.1, p. 3-19, 2016.

A DESCOBERTA da vacina. Gotas Que Salvam SC. 10 nov. 2012. 1 vídeo (1 minuto e 34 segundos). Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=CeO8X3QIsH0> Acesso em: 20 jul. 2023.

ALBUQUERQUE, Vanessa Nóbrega. **O caso Plutão e a natureza da Ciência**: uma proposta para alunos do ensino médio. 2012. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

ALLCHIN, D. Evaluating Knowledge of the Nature of (Whole) Science. **Science Education**, v. 95, n. 3, p. 518–542, 2011.

ALLCHIN, D. **Teaching the Nature of Science. Perspectives & Resources**. 1 ed. Saint Paul: SHiPS EDUCATIONAL Press, 2013.

ALLCHIN, D. From Science Studeis to Scientific Literacy: A View from the Classroom. **Science & Education**, v. 23, n.9, p. 1911-1932, 2014.

_____. Beyond the Consensus View: Whole Science. **Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education**, v. 17, n. 1, p. 18–26, 2017.

ALMEIDA, B. C.; JUSTI, R. O Caso Histórico Marie Curie: Investigando o potencial da História da Ciência para favorecer reflexões de professores em formação sobre

Natureza da Ciência. Alexandria: Revista de Educação em Ciência e Tecnologia, 12(1), 351-373, 2019. <https://doi.org/10.5007/1982-5153.2019v12n1p351>

ANDRÉ, M. Formar um professor pesquisador para um novo desenvolvimento profissional. In.: **Práticas Inovadoras na formação de professores**. Campinas: Papirus, 2016.

ALTERS, B. J. Whose Nature of Science?. Journal Of Research In Science Teaching. p.39-55. Cambridge, 1997.

ARTHURY, Luiz H. M; TERRAZZAN, Eduardo A. A Natureza da Ciência na escola por meio de um material didático sobre a Gravitação. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v.40, nº3, p.3403. 2018. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2017-0233>>. Acesso em: 20.set.2022.

AUSUBEL, David P., NOVAK, Joseph D., HANESIAN, Helen. **Psicologia educacional**. Tradução Eva Nick. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.

AZEVEDO, R. O. M. Ensino de Ciências e formação de professores: diagnóstico, análise e proposta. 2008. 163f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade Estadual do Amazonas, UEA, 2008.

AZEVEDO, N.H.; SCARPA, D.L. Revisão sistemática de trabalhos sobre concepções de natureza da ciência no ensino de ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Belo Horizonte, v. 17, n. 2, p. 579-619, ago. 2017.

BARBOSA, Flávio Tajima; AIRES, Joanez Aparecida. A natureza da Ciência e a formação de professores: um diálogo necessário. **ACTIO**, Curitiba, v.3, n.1, p.-115-130, jan/abr.2018. Disponível em:< <https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/7093>>. Acesso em: 28 jul. 2022.

BELTRAN, Maria Helena Roxo; SAITO, Fumikazu; TRINDADE, Lais dos Santos Pinto. **História da Ciência para a formação de professores**. São Paulo: Livraria da Física, 2014.

BRICCIA, V. Sobre a natureza da Ciência e o ensino. In: CARVALHO, A. M. P. (Org.) **Ensino de Ciências por investigação**: condições para implementação em sala de aula. São Paulo: Cengage Learning, 2013. p. 111-128.

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

BONATTO, Raquel Caetano. **O papel dos cientistas na educação**: aproximações possíveis através da divulgação científica. 2017. Trabalho de conclusão de curso (Pedagogia) - Universidade de Brasília. Brasília, 2017.

BORGES, R. C. P. **Formação de formadores para o ensino de Ciências baseado em investigação**. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010, 257f.

BRASIL. CAPES. Edital nº 01, de 06 de janeiro de 2020 - Programa Residência Pedagógica. Disponível em: <https://www.gov.br/capes/pt-br/centrais-de->

conteudo/06012020-edital-1- 2020-residencia-pedagogica-pdf. Acesso em: 14 maio 2022.

BRASIL, Ministério da Saúde. Programa Nacional de Imunização. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/livro_30_anos_pni.pdf. Acesso em: 18 ago. 2021.

BRASIL. Instituto Butantan. Governo do Estado de São Paulo. **Quais são as diferenças entre as vacinas contra Covid-19 que estão sendo aplicadas no Brasil?** Disponível em: <https://butantan.gov.br/covid/butantan-tira-duvida/tira-duvida-noticias/quais-sao-as-diferencas-entre-as-vacinas-contracovid-19-que-estao-sendo-aplicadas-no-brasil>. Acesso em: 26 mar. 2023.

BRASIL. FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. Vacinas Virais. 2022. Disponível em: <https://www.bio.fiocruz.br/index.php/br/perguntas-frequentes/131-plataformas/1574-vacinas-virais>. Acesso em: 28 mar. 2023.

BRASIL, **Ministério da Educação e Cultura**. Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino de Ciências. Brasília: MEC, 1998.

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Ed. 70, 2004.

CATARINO, G. F. C; REIS, J. C. O. A pesquisa em ensino de Ciências e a educação científica em tempos de pandemia: reflexões sobre natureza da Ciência e interdisciplinaridade. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 27, e 21033, 2021.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D., CARVALHO, AM.M.P.; PRAIA, J.; AMPARO, V. A necessária renovação no ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A.; GIL-PÉREZ, D., CARVALHO, AM.M.P.; PRAIA, J.; AMPARO, V. A. A necessária renovação do ensino das Ciências. São Paulo: Cortez, 2011.

CALLEGARIO, L.J.; RODRIGUES JUNIOR, E.; LUNA, F.J.; MALAQUIAS, I. As Imagens Científicas como Estratégia para a Integração da História da Ciência no Ensino de Ciências. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (RBPEC)* 17 (3), 835-852. 2017.

CAROPRESO, Fátima Siqueira. A provisoriade do conhecimento científico: uma reflexão sobre a filosofia da Ciência de Karl Popper. **REVISTA UNIARA**, v.10, n.2 2006. Disponível em:< <https://doi.org/10.25061/2527-2675/ReBraM/2006.v10i2.249>>. Acesso em: 25 ago.2022.

COSTA, Franciellen Rodrigues da Silva et al. As visões distorcidas da Natureza da Ciência sob o olhar da História e Filosofia da Ciência: uma análise nos anais dos ENEQ e ENEBIO de 2012 e 2014. **ACTIO**, Curitiba, v. 2, n. 2, p. 4-20, jul./set. 2017.

CHALMERS, A. F. **O que é Ciência afinal?** São Paulo: Brasiliense, 1993.

_____. **O que é Ciência afinal?** Trad. Raul Fiker. 7º reimp. São Paulo: Brasiliense, 2009.

DENZIN, N. K; LINCOLN, I. **O planejamento da pesquisa qualitativa: teorias e**

abordagens. Porto Alegre: Artmed, 2006.

DURBANO, J.P.M.; CARVALHO, E.C.; PRESTES, M.E.B. Controvérsias científicas como recurso para avaliar percepção sobre o papel da subjetividade na Ciência. **Revista de Ensino de Biologia da Associação de Ensino de Biologia (SBEnBio)**, n. 6, p. 122-134, 2013.

FARIA, C.; FREIRE, F.; GALVÃO, C.; REIS, P.; FIGUEIREDO, O. “Como trabalham os cientistas?": potencialidades de uma atividade de escrita para a discussão acerca da natureza da ciência nas aulas de ciências. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 20, n.1, p. 1-22, 2014.

FAZENDA, I.C.A. **Interdisciplinaridade**: didática e prática de ensino. ENDIPE, 2014.

FERNANDES, J., Lanzarine, N. M., Homma, A., & Lemos, E. R. S. (2021). Vacinas. Rio de Janeiro: Ed. Fio-cruz. (Col. Temas de Saúde). 164p

FERNANDES, Tania M. Vacina antivariólica: Ciência, técnica e poder dos homens, 1808-1920. 2 ed. rev. Rio de Janeiro: Editora FIOCRUZ, 2010. p. 11-42.

FERNANDES, I. M. B.; PIRES, D.M.; IGLESIAS, J.D. Perspectiva Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente (CTSA) nos manuais escolares portugueses de Ciências Naturais do 6º ano de escolaridade. **Revista Ciência & Educação**, 24 (4), 2018.

FERREIRA, Gabriela Kaiana. **Reflexões sobre a natureza da Ciência**: configurações e intenções na formação de professores de física. 2018. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2018.

FORATO, T.C.M., PIETROCOLA, M., MARTINS, R. A. Historiografia e natureza da ciência na sala de aula. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, 28 (1), 27-59.

FRACALANZA, H. A prática do professor e o ensino das Ciências. **Ensino em Revista**. 10 (1): 93-104, 2002.

FREITAS, Mônica Cavalcante de; FREITAS, Bruno Miranda de; ALMEIDA, Danusa Mendes. Residência pedagógica e sua contribuição na formação docente. **Revista Ensino em Perspectivas**, Fortaleza, v. 1, n. 2, p. 1-12, 2020. Disponível em: <https://revistas.uece.br/index.php/ensinoemperspectivas/article/view/4540>. Acesso em: 2 fev 2022.

Gil, D., J., Montoro, F., I., Alis, J., C., Cachapuz, A., Praia, J. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n.2p.125-153, 2001.
GOLDENBERG, Mirian. **A arte de pesquisar**: como fazer pesquisa qualitativa em Ciências Sociais. 12. ed. Rio de Janeiro: Record, 2011

GUIMARÃES, Reinaldo. Vacinas Anticovid: um olhar da saúde coletiva. **Ciência e Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 9, n. 25, p. 3579-3585, jul. 2020. Disponível em: <https://www.scielo.org/pdf/csc/2020.v25n9/3579-3585/pt>. Acesso em: 15 ago. 2021.

GUERRA, L.M.; SILVA, C.J.A.; LIMA, P.F.; GHIDINI, A.R.; PEREIRA, J.O. O programa residência pedagógica e sua contribuição para os futuros docentes: relatos de experiência. *Revista Insignare Scientia*, v. 5, n.1, 2022.

GUZZO, G. B.; DALL'ALBA, G. A Ciência como um processo: lições epistemológicas da pandemia. *Curitiba, Actio*, 6(3), 1-19, 2021. doi: 10.3895/actio.v6n3.13133

HEERING, P. Make-Keep-Use: Bringing Historical Instruments into the Classroom. *Interchange*, v. 46, n.1, p. 5-18, 2015.

IRZIK, G.; NOLA, R. (2011). A family resemblance approach to the Nature of Science for science education. *Science & Education*, 20(7–8), 591-607. DOI:10.1007/s11191-010-9293-4

IRZIK, G.; NOLA, R. New directions for Nature of Science research. In: MATTHEWS, M. R. (Ed.). **International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. The Netherlands: Springer, 2014, p. 999-1021.

IZQUIERDO-AYMERICH, M.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Epistemological foundations of school Science. *Science & Education*, Dordrecht, v. 12, n. 1, p. 27-43, 2003.

JESUS, A. J.B. Aspectos da Natureza da Ciência nos discursos de futuros professores de ciências frente a questões sociocientíficas. 2021. 184. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Educação Matemática) - Programa de Pós-Graduação em Educação em Ciências e Educação Matemática, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – UNIOESTE, Cascavel, 2021.

JIMÉNEZ-ALEIXANDRE, M. P., & CRUJEIRAS, B. Epistemic Practices and Scientific Practices in Science Education. In: TABER, K., & AKPAN, B. (Ed.). *Science Education: An International Course Companion*, p.69-80, Rotterdam: Sense Publishers. DOI:10.1007/978-94-6300-749-8_5. 2017.

JORGE, V. L.; GUEDES, A. G.; FONTOURA, M. T. S.; PEREIRA, R. M. M. Biologia limitada: um jogo interativo para alunos do terceiro ano do ensino médio. In: ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISAS EM CIÊNCIAS, 2009, Florianópolis. Resumos... Florianópolis: ENPEC, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/vii/enpec/pdfs/1580.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2016

KELLY, G.J. Inquiry Teaching and Learning: Philosophical Considerations. In: Matthews M. (ed.). *International Handbook of Research in History, Philosophy and Science Teaching*. Springer, Dordrecht. 2014.

KELLY, G. J., & LICONA, P. Epistemic Practices and Science Education. In: Matthews M. (ed.). *History, Philosophy and Science Teaching*, p. 139-165, Springer. DOI <https://doi.org/10.1007/978-3-319-62616-1>. 2018

KRASILCHIK, M. Reformas e realidade: o caso do ensino das Ciências. *São Paulo em Perspectiva*, v. 14, p. 85-93, 2000.

LACEY, Hugh; MARICONDA, Pablo R. O modelo das interações entre as atividades

científicas e os valores. *Scientiae Studia*, São Paulo, v. 12, n. 4, p. 643-668, 2014a.

LEDERMAN, N. G. Teacher's understanding of the Nature of Science and classroom practice: factors that facilitate or impede the relationship. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (8), 916 -929, 1999.

LEDERMAN, N. G. et al. Views of nature of Science questionnaire: Toward valid and meaningful assessment of learners' conceptions of nature of science. **J. Res. Sci. Teaching**, v. 39, p. 497-521, 2002.

LEDERMAN, N. G. (1992). Students' and teachers' conceptions of the nature of science: a review of the research. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(4), 331-359. DOI:10.1002/tea.3660290404

LEDERMAN, N. G. (2007). Nature of Science: Past, Present and Future. In Abell, S. K., & Lederman, N. G. (Orgs.). *Handbook of research on science education* (pp.831-880). New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates.

LEDERMAN, N.G.; LEDERMAN, J.S.; ANTINK, A. Nature of science and scientific inquiry as contexts for the learning of science and achievement of scientific literacy. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*. p.138-147. 2013.

LEDERMAN, N. G.; BARTOS, S. A.; LEDERMAN, J. S. The development, use, and interpretation of Nature of Science assessments. In: MATTHEWS, M. R. (Ed.). **International Hand-book of Research in History, Philosophy and Science Teaching**. The Netherlands: Springer, 2014, p. 971-997.

LEITE, Danielle Aparecida Reis; SILVA, Dayane dos Santos. A natureza da Ciência e a formação inicial de professores: análise de uma proposta didática desenvolvida em um curso de licenciatura em física. **Experiências em Ensino de Ciências**, v.13, n.5.2018. Disponível em:https://if.ufmt.br/eenci/artigos/Artigo_ID557/v13_n5_a2018.pdf. Acesso em: 28 jul.2022.

LIMA, Milena Santiago dos Passos de. O compartilhamento de significados entre alunos, pesquisadores e material didático na análise de um projeto de divulgação científica da FioCruz/PR. 2017. Dissertação (Mestrado em Formação Científica, Educacional e Tecnológica) – Programa de Pós-Graduação em Formação Científica, Educacional e Tecnológica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná-UTFPR, 2017.

LIMA, J.; AZEVEDO, R. Jogos didáticos como estratégia para o desenvolvimento da competência leitora/escritora no ensino de Ciências. *Areté - Revista Amazônica de Ensino de Ciências*. v. 7, n. 12, 2017. Disponível em: <<http://periodicos.uea.edu.br/index.php/arete/article/view/88>>. Acesso em: 21 jun. 2017.

LORENCINI JUNIOR, Álvaro. **O professor e as perguntas na construção do discurso reflexivo em sala de aula**. Tese (Doutorado em Educação) – Faculdade de Educação da USP, São Paulo, 2000.

LORENCINI JR., A. As demandas formativas do professor de Ciências. In: CAINELLI, M. R. e SILVA, I. L. F. (Orgs). **O estágio na licenciatura**: a formação de professores e a experiência interdisciplinar na Universidade Estadual de Londrina. Londrina: EDUEL, p. 21-42, 2009.

MACHADO, D.S.; RAZERA, J.C.C.; GUIMARÃES, M.A. Resultados de pesquisas sobre compreensão de natureza da Ciência nos últimos anos: implicações diacrônicas acerca da formação de professores. *Enseñanza de las Ciencias*, n. extraordinário, p. 631-636, 2017.

MARTINS, A. F.; 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.

MARTINS, L A-C. P. História da Ciência: Objetos, Métodos e Problemas. **Ciência e Educação**, v. 11, n. 2, p. 305-317, 2005.

MARTINS, R. de A. Introdução: a história da ciência e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (Org). *Estudos de história e filosofia das ciências. Subsídios para aplicação o Ensino*. São Paulo: Ed. Livraria da Física, P. 3-21, 2006.

MARTINS, A.F.P. História e Filosofia da Ciência no ensino: Há muitas pedras nesse caminho. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 24, n.1, p. 112-131. Florianópolis, 2007.

MARTÍNEZ PÉREZ, Leonardo Fabio. **Questões sociocientíficas na prática docente**: ideologia, autonomia e formação de professores. São Paulo: Editora Unesp, 2012. ISBN 9788539303540

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

MATTHEWS, M.R. Changing the focus: From nature of science (NOS) to features of science (FOS). In: M.S. Khine (Ed.), **Advances in nature of science research: Concepts and methodologies**. Dordrecht, Netherlands: Springer, 2012.

MATTHEWS, M. R. Changing the focus: from nature of science to features of science. In: KHINE, M. S. (Ed.). **Advances in nature of science research**. Dordrecht: Springer, 2012, p. 3-26.

MATTHEWS, M. R. (2014). Discipline-based Philosophy of Education and Classroom Teaching. *Theory and Research in Education*, 12(1), 98-108.
<https://doi.org/10.1177/1477878513517341>

MARCONDES, D. **Iniciação à história da filosofia**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2007.

McCOMAS, W. F.; OLSON, J. K. (1998). The nature of science in international science education standards documents. In McComas, W. F. (Org.). *The nature of science in science education: Rationales and strategies*, (pp. 41–52). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.

McCOMAS, W. F. Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. **Science & Education**, v. 17, n. 2–3, p. 249–263, 2008.

McCOMAS, W. F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17, 249-263. <https://doi.org/10.1007/s11191-007-9081-y>

MENDONÇA, Paula Cristina Cardoso et al. Dimensões de credibilidade de afirmativas científicas e conhecimento funcional de Natureza na Ciência. **Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.14, n.1, p.367-395, maio.2021. Disponível em:< <https://periodicos.ufsc.br/index.php/alexandria/article/view/71898>>. Acesso em: 28 jul. 2022.

MEGID NETO, Jorge. Origens e Desenvolvimento do Campo de Pesquisa em Educação em Ciências no Brasil. In: NARDI, Roberto; GONÇALVES, Terezinha Valim Oliver (orgs). **Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática no Brasil: memórias, programas e consolidação da pesquisa na área**. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2014. p. 98-139.

MOURA, B. A. (2014). O que é natureza da Ciência e qual sua relação com a História e Filosofia da Ciência? *Revista Brasileira de História da Ciência*, 2014, 7(1), 32-46.

MOURA. B. A. O que é Natureza da Ciência e qual sua Relação com a História e a Filosofia da Ciência? Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de História da Ciência*. 2014.

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

MORAIS, Ana Maria, et al. A natureza da Ciência na educação em Ciência: teorias e práticas. A natureza da Ciência na educação em Ciência: teorias e práticas. **Práxis Educativa**, [S. l.], v. 13, n. 1, p. 8–32, 2017. Disponível em:<<https://revistas.uepg.br/index.php/praxiseducativa/article/view/10088>>. Acesso em: 10 set. 2022.

MORAIS, A.M.; NEVES, I.P.; FERREIRA, S.; SARAIVA, L. **A natureza da Ciência na educação em Ciência: teorias e práticas**. *Práxis Educativa*, Ponta Grossa, v. 13, n. 1, p. 8-32, jan./abr.2018

NARDI, R. **A área de ensino de Ciências no Brasil: fatores que determinaram sua constituição e suas características, segundo pesquisadores brasileiros**. Tese (Livre Docência). Departamento de Educação, Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2005, 169p.

NASCIMENTO, Eliana Guidetti. **O uso da história da Ciência e do vê de gowin: uma proposta de educação científica para professores das séries iniciais do ensino fundamental**. 2008. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

NASCIMENTO, F.; FERNANDES, H.L.; MENDONÇA, V. M. O ensino de Ciências no Brasil: história, formação de professores e desafios atuais. *Revista HISTEDBR on-*

line, Campinas, v. 10, n. 39, p. 225-249, set. 2010

OLIVEIRA, Bernardo Jefferson. **Formação de Mediadores do Espaço do Conhecimento** UFMG, 2017.

OLIVEIRA, Alessandra Rafael. **Projeto cientistas na escola**: um estudo das potencialidades para refletir sobre natureza da Ciência e a divulgação científica. 2021. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e em Matemática) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2021.

OSBORNE, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., Duschl, R. (2003). What “ideas-about-science” should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720. DOI:10.1002/tea.10105

OSBORNE, J. Defining a knowledge base for reasoning in Science: the role of procedural and epistemic knowledge. In: DUSCHL, R. A., & BISMARCK, A. S. (ed.), *Reconceptualizing STEM Education: the central role of practice*. New York, NY: Routledge. 2016.

PEDUZZI, Luiz O. Q; RAÍCIK, Anabel Cardoso. Sobre a natureza da Ciência: asserções comentadas para uma articulação com a história da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências** – v.25, n. 2, p. 19-55, 2020.

PÉREZ, Daniel Gil et al. Para uma imagem não deformada do trabalho científico. **Ciência & Educação**, v.7, n. 2, p.125-153, 2001.

PÉREZ, L. F.M.; CARVALHO, W.L.P. Contribuições e dificuldades da abordagem de questões sociocientíficas na prática de professores de ciências. *Revista Educação e Pesquisa*, São Paulo, v. 38, n. 03, p. 727-741, 2012.

PIAGET, Jean. **Psicologia e pedagogia**. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1976.

PINTO, José Antonio Ferreira; SILVA, Cibelle Celestino. Natureza da Ciência no ensino: entre a pesquisa acadêmica e as orientações oficiais para a educação básica. **Ciê. Educ.**, v. 27, e21056, 2021. Disponível em:< <https://doi.org/10.1590/1516-731320210056>>. Acesso em: 10 set. 2022.

PIOVESAN, Vitor Hugo Balest; SANTOS, Luana Rodrigues Dos. Reflexões acerca do ensino das Ciências à luz de Feyerabend. **Salão do Conhecimento XXII Jornada de Pesquisa**, UNIJUÍ, 2017. Disponível em:< <https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/7750/6487>>. Acesso em: 20 ago. 2022.

PIRES, Elocir Aparecida Corrêa; SAUCEDO, Kellys Regina Rodio; MALACARNE, Vilmar. Concepções sobre a natureza da Ciência de alunos concluintes do curso de Pedagogia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.16, nº 2, p.215-230, 2017. Disponível em:<<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5998536>>. Acesso em: 20 ago. 2022

PORTO, Cristiane Magalhães; BROTAS, Antônio Marcos Pereira; BORTOLIERO, Simone Terezinha. **Diálogo entre Ciência e divulgação científica**: leituras contemporâneas. Salvador: EDUFBA, 2011, 242p. ISBN 978-85-232- 1181-3.

PORTUGUAL, Khalil Oliveira; BROIETTI, Fabiele Cristiane Dias. Visões acerca da natureza da Ciência de formandos em licenciatura em química. **ACTIO: Docência em Ciências**, v. 5, n. 1, 2020. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/actio/article/view/10402/7527>>. Acesso em: 20 set. 2022

RAW, Isaias. SANT'ANNA, Osvaldo A. **Aventuras da microbiologia**. São Paulo: Hacker Editores /Narrativa Um, 2002. p. 42-45.

RIBEIRO, G.; SILVA, J. L. J. C. A imagem do cientista: impacto de uma intervenção pedagógica focalizada na história da Ciência. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.23, n.2, p.130, 158, 2018.

RODA, R.; MARTINS, R.A.; **Uma disputa sobre o sentido da natureza da Ciência: uma análise da crítica de Michael Matthews à visão consensual de Norman Lederman**. *Ciência & Educação*, Bauru, v. 27, e21060, 2021.

RODRÍGUEZ, R. Y. A.; ADÚRIZ-BRAVO, A. Concepciones emergentes de naturaleza de la ciencia para la didáctica de las ciencias. **Enseñanza de las Ciencias**, n. extraordinário, p. 3499-3504, 2017.

SACHS, Juliane Priscila Diniz. Uma proposta para a formação inicial de docentes acerca de uma Educação Científica equitativa em gênero. 2019. 552f. Tese (Doutorado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2019.

SAGAN, C. **O mundo assombrado pelos demônios**. Tradução de Rosaura Eichemberg. São Paulo: Companhia de Bolso, 2006.

SANTOS, M. (2018). Uso da História da Ciência para Favorecer a Compreensão de Estudantes do Ensino Médio sobre Ciência. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, 18(2), 641-668. <https://doi.org/10.28976/1984-2686rbpec2018182641>

SOARES, Marina J. O. Mary Montagu e a inoculação da varíola na Inglaterra no século XVIII. *Khronos. Revista de História da Ciência*, n. 5, p. 35-46, mai. 2018. Disponível em <<http://revistas.usp.br/khronos>>.

SANTOS, J. V. A.; ROSA, M.D.; HOFFMANN, M.B. Concepções acerca da natureza da Ciência e da ética científica em estudantes e egressos de um curso de Ciências biológicas. *Ensino de Ciências e Tecnologia em Revista*, v.8, n. 1, p. 43-58, jan./jun. 2018.

SANTOS,M.; MAIA, P., JUSTI, R. (2020). Um modelo de Ciências para Fundamentar a Introdução de Aspectos de Natureza da Ciência em Contextos de Ensino e para Analisar tais Contextos. **Revista Brasileira De Pesquisa Em Edcuação Em Ciências**, v. 20, p. 581-616, 2020.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Almejando a alfabetização científica no ensino fundamental: a proposição e a procura de indicadores do processo. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 13, n. 3, p. 333-352, 2008.

SASSERON, L. H.; CARVALHO, A. M. P. Alfabetização Científica: uma revisão bibliográfica. **Investigações em Ensino de Ciências**, v. 16(1), pp. 59-77, 2011.

SASSERON, L. H. Alfabetização científica, ensino por investigação e argumentação: relações entre Ciências da natureza e escola. **Revista Ensaio**, v. 17, n. especial, p. 49-67, 2015.

SCHIFFER, H.; GUERRA, A. Electricity and Vital Force: Discussing the Nature of Science Through a Historical Narrative. **Science & Education**, v. 24, n. 4, p. 409-434, 2015.

SCHÖN, D. **La formación de profesionales reflexivos**. Madrid: Paidós, 1992.

SILVA, Diogo da. **Unidade de aprendizagem interdisciplinar**: construção e análise de uma composição interdisciplinar por meio da investigação para o ensino de Ciências. 2018. 194f. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2018.

SILVA, Flávio Isidoro da. **O planejamento e controle de produção para uma fábrica de vacinas**. 2005. Dissertação (Mestrado em Engenharia Industrial) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Industrial, 2005.

SILVA, M. L. S; SILVA, B. V. C; CARVALHO, H.R; NASCIMENTO, L. A. natureza da Ciência no ensino fundamental: por que não? **Experiências em Ensino de Ciências**, v.12, n.3, 2017.

STENHOUSE, L. **La investigación como base de la enseñanza**. Madrid: Morata, 1987.

SMITH, M. U.; SCHARMANN, L. C. Defining versus Describing the Nature of Science: A Pragmatic Analysis for Classroom Teachers and Science Educators. **Science Education**, v. 83, n. 4, p. 493–509, 1999.

TOBALDINI, Bárbara Grace, et al. Aspectos sobre a natureza da Ciência apresentados por alunos e professores de licenciatura em Ciências biológicas. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v.10, nº 3, p.457-480. 2011

VIEIRA, Andrea Mara Ribeiro da Silva. **NATUREZA DA CIÊNCIA E A EDUCAÇÃO CIENTÍFICA**: compreendendo a Dimensão histórica e o papel da historicidade. 2020. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

WHO, WORLD HEALTH ORGANIZATION. UN tackles ‘infodemic’ of misinformation and cybercrime in COVID-19 crisis. 2020. Disponível em: <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019>>. Acesso em: 10 jan. 2023

ZANDONAI, Solana Irene Loch. **O plano nacional de adaptação à mudança do clima**: uma análise da rede sociotécnica a partir da atuação dos cientistas. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Sociais) - Instituto de Filosofia e Ciências Humanas da Universidade Federal, Rio Grande do Sul, 2018.

ZORZETTO, R. **Manipulação de dados**: fraude em estudo sobre vacina reabre discussão acerca das práticas de pesquisa. Pesquisa Fapesp. Disponível em: <<https://revistapesquisa.fapesp.br/2011/03/16/manipula%C3%A7%C3%A3o-de-dados/>>. Acesso em: 20 out. 2023.

ANEXO 1 – ATIVIDADE INICIAL

1. Leia o texto a seguir: “Um cientista recebeu uma carta de um colega alegando ter descoberto uma nova ciência chamada “guardachuvalogia”. Por 18 anos, este colega fez entrevistas de porta em porta questionando sobre: (i) o número de guarda-chuvas existentes na casa; (ii) seus tamanhos; (iii) seus pesos; (iv) suas cores. Os resultados deste estudo foram publicados em nove volumes. Ele elaborou hipóteses que foram testadas, levando à proposição de um grande número de teorias e leis, como, por exemplo, a Lei da Variação da Cor Relativa ao Sexo do Dono (guarda-chuvas de mulheres tendem a ter uma maior variedade de cores, enquanto os de homens são quase sempre pretos). A esta lei, foi também dada uma formulação estatística. O proponente da nova ciência destacava também o poder da guardachuvalogia para prever o dono do guarda-chuva, sua base empírica e estatística etc. Entretanto, o autor da carta tinha um amigo que não se convencia de que a guardachuvalogia era uma ciência e solicitava ajuda do cientista no sentido de uma tomada de posição.”

2. Responda as seguintes questões:

- A guardachuvalogia é uma ciência ou não?
- Por quê? OU O que a faz mais (ou menos) científica?

APÊNDICE

Quadro 5 - Unidades de Registro da UC 1

<p>UR 1.1 Visão empírico-indutivistas</p>	<p>8 registros</p> <p>A2: Estudo de fenômenos que seguem de certa forma um método, de forma sistematizada, e que podem ser comprovados através de fatos/teorias etc.</p> <p>A5: Área do conhecimento que visa explicar fatos e eventos, por meio de observação ou experimentação de forma sistematizada.</p> <p>A6: É uma área de estudo que se baseia em observação, questionamentos e pesquisa de respostas.</p> <p>A7: Uma busca por explicações de fenômenos, com base em provas, levantamento de hipóteses e testes.</p> <p>A8: Ciência é tudo que envolve a curiosidade humana, questionamentos, descobertas, documentações.</p> <p>A3: Explicação dos fenômenos obedecendo os métodos experimentais que são: observação, problematização, formulação da hipótese, experimentação e teoria.</p> <p>A4: Dentro da minha concepção, ciência é uma explicação sujeita ao teste, obtidas pelo método científico, racionalmente válida acerca do assunto tratado. É uma explicação que foge do senso comum, passível de mudanças, ou seja, não é imutável.</p> <p>A1: é o estudo de várias áreas do conhecimento, através do método experimental e da vivência cotidiana.</p>
<p>UR 1.2 Visão voltada à construção do Conhecimento</p>	<p>9 registros</p> <p>A12: Ciência é um tipo de conhecimento específico que passa por uma sequência determinada de procedimentos que perpassam métodos e raciocínio lógico.</p>

	<p>A9: É um conjunto de sistemas de aprendizado, conhecimento em uma determinada área</p> <p>A10: Grupo de conhecimentos adquiridos a base de metodologias específicas</p> <p>A11: Conhecimento sobre algum tema/assunto</p> <p>A12: Ciência é um tipo de conhecimento específico que passa por uma sequência determinada de procedimentos que perpassam métodos e raciocínio lógico</p> <p>A13: Conhecimento que busca responder a fenômenos através de pesquisas</p> <p>A14: Ciência é o conjunto dos conhecimentos desenvolvidos pela humanidade ao longo do tempo.</p> <p>A15: Conhecimento acumulado a partir de experimentos.</p> <p>A16: Ciência é conhecimento, é responder os questionamentos através de teorias e experimentações, ciência é a busca pela verdade e pelo conhecimento. Além disso, ela também serve para informar pessoas e tentar levar conhecimento para as pessoas. Está inserida o tempo todo no nosso cotidiano.</p>
--	---

Fonte: o próprio autor

Quadro 6 - Unidades de Registro da UC 2

UR 2.1 Curiosidade	2 registros
	<p>A1: através da curiosidade/estudo que leva a uma pesquisa sobre o funcionamento das coisas.</p> <p>A7: Através do questionamento e da curiosidade para descobrir o funcionamento de algo.</p>
	8 registros

<p>UR</p> <p>Experimentação/ Hipótese</p>	<p>2.2</p> <p>A17: Lenta e gradualmente. O primeiro passo acontece com a discussão sobre um problema, pergunta ou necessidade. Depois a Ciência vai ser desenvolvida com grupos de estudos que formulam uma hipótese e se empenham em experimentos para renová-la ou refutá-la.</p> <p>A16: Ele pode acontecer de várias maneiras, como por exemplo, experimentos, pesquisa, discussões e diálogos, criação e prova de teorias.</p> <p>A10: Através de pesquisas e experimentos na busca por soluções.</p> <p>A8: Por meio de hipóteses, experimentações, levantamento de resultados, análises e discussões.</p> <p>A15: A partir da observação de um fenômeno surgem dúvidas que levam a formulação de hipóteses, que serão testadas a partir de experimentos.</p> <p>A12: Há métodos experimentais regulares que tem como objetivo de submeter uma hipótese a testes que verifiquem aquele conhecimento.</p> <p>A18: Através de pesquisas durante muitos anos, criação de teorias e hipóteses para serem comprovadas e muito estudo.</p> <p>A6: Através de uma hipótese que é criada a partir de um fenômeno observado.</p>
<p>UR 2.3 Investimento</p>	<p>2 registros</p> <p>A5: A Ciência é desenvolvida ao longo do tempo, depende de várias descobertas e seus registros, que se complementam. Além disso, a Ciência também depende de investimentos em instituições de pesquisa, para que essas descobertas possam acontecer e ajudar a comunidade.</p> <p>A13: Com investimentos em estudos através do método científico.</p>

UR 2.4 Método	3 registros	
	<p>A4: O desenvolvimento desta ocorre por meio do método científico</p> <p>A2: Através de métodos/metodologias específicas conforme as diversas áreas do conhecimento.</p> <p>A3: A ciência se desenvolve com o aparecimento de novas dúvidas, que levam os pesquisadores ao método científico para que o fenômeno seja explicado, sanando as dúvidas.</p>	
UR. 2.5	de	1 registro
Diversidade aspectos		<p>A14: A Ciência é desenvolvida a partir da interpretação dos fatos/fenômenos pelos pesquisadores. Cada Ciência possui o seu método de pesquisa, bem como a interpretação desses fenômenos depende das ideias ou teorias que esse pesquisador possui, ou seja, é subjetivo. O desenvolvimento da Ciência também pode ser interpretado como uma forma de empreendimento humano e seus grupos de estudos, quando levamos em conta que é influenciado pelos seus praticantes e culturas, bem como aspectos econômicos e sociais. Já que a Ciência é desenvolvida a partir da interpretação de cada pesquisador, ela não gera conhecidos absolutos, mas está em constante mudança de seus conhecimentos.</p>

Fonte: o próprio autor

Quadro 7 - Unidades de Registro da UC 3

UR 3.1 Necessidade	2 registros
	<p>A18: É uma pergunta difícil, mas acho que pode depender da demanda em que a sociedade necessite dos trabalhos da Ciência, por exemplo, na pandemia a</p>

	<p>vacina foi feita de forma rápida pois houve muito investimento no mundo todo pois era urgente.</p> <p>A17: Gostaríamos de dizer que a ciência é livre de influência, mas não é. Já que é feita por seres humanos inseridos numa cultura, ela é muito influenciada pelo contexto, principalmente pelas necessidades da época em questão. As visões sobre a importância de tal atividade também vão depender em certo grau do contexto ali em que essa atividade foi divulgada.</p>
UR 3.2 Interesses políticos, econômicos, social, cultural e pessoal	<p>8 registros</p> <p>A14: A atividade científica é influenciada pelo contexto social, político e cultural da sociedade, além dos próprios conhecimentos base que norteiam o pesquisador.</p> <p>A15: Pela cultura, política etc. (Ex: corrida para a produção de uma vacina eficaz contra a covid-19)</p> <p>A12: Entendendo que nos organizamos como sociedade regida por um tipo específico de modelo econômico, aqueles que detêm de maior influência neste tipo de modelo consecutivamente tem maior influência nos modos de produção do mesmo. A ciência é hoje em dia mais um produto sistêmico, uma mercadoria de produção, sendo assim, o contexto político e econômico irá influenciar drasticamente nos moldes de desenvolvimento da ciência. Um exemplo disso é a realidade que vivemos atualmente no Brasil com a descredibilidade que a ciência vem sofrendo cada vez mais influenciada fortemente pelo governo Bolsonaro.</p> <p>A2: Pode ser influenciada por governos, instituições privadas que tem X ou Y interesses, pelo contexto social atual etc</p> <p>A7: É possível que ela seja movida por interesses pessoais, como no caso de Wakefield, ou até mesmo pode ser barrada como na idade média onde a igreja tinha o poder, e quem ousasse explicar o mundo de alguma outra forma, era julgado pelo tribunal da inquisição. Mas há momentos em que a ciência deva</p>

	<p>ser mais valorizada, como agora no caso da Covid, já que é um problema global, embora nem todos os países estejam dando tanta atenção.</p> <p>A11: De acordo com os assuntos que há maior interesse onde está sendo desenvolvida, é possível determinar qual tema da atividade científica. Como por exemplo, uma região que é bastante afetada pela poluição hídrica, provavelmente haverá um grande número de pesquisas relacionadas a esse tema na região.</p> <p>A16: Quando uma pessoa está cercada de desinformação ou informações falsas, ela acaba tomando como verdade, e muitas vezes, espalhando essas informações e levando mais pessoas a acreditarem em informação falsa. A atividade também depende da intenção das pessoas e do porquê elas estão realizando, como por exemplo, o desenvolvimento de um remédio para uma doença, isso pode ser influenciado pelo lado econômico e social.</p> <p>A3: A finalidade da atividade científica pode ser influenciada, por exemplo, pelo cenário político do local atuante. É pela ciência que se desenvolvem técnicas e se adquire conhecimentos necessários para salvar vidas e é por ela também que pode ser construído o melhor arsenal bélico para guerras (que irá matar inúmeras pessoas).</p>
UR 3.3 Valores e Financiamento	<p>1 registro</p> <p>A4: A atividade científica tem o mesmo valor perante a Ciência, mas a agregação de valor e atribuição da importância depende dos valores da sociedade em que ela está inserida. Tanto em relação aos financiamentos, notoriedade, entre outros.</p>

Fonte: o próprio autor

Quadro 8 - Unidades de Registro da UC 4

	10 registros
--	--------------

<p>UR 4.1 Divulgar a Ciência</p>	<p>A18: Divulgar a Ciência para a sociedade de forma verdadeira e que se faça entender pelas pessoas</p> <p>A4: Ele deve divulgar seu trabalho para que ele seja compartilhado e possa alterar os conhecimentos sobre determinada área</p> <p>A19: Levar ao público e a pessoas que não possui o conhecimento científico de forma simples, contextualizada e aplicada para que possam obter esse conhecimento de forma acessível e prática.</p> <p>A12: ciência tem papel essencial na sociedade. Entendendo que além de se tratar de um produto, ciência também é conhecimento, quem tem o privilégio de estar em meios acadêmicos e científicos tem mais contato com conhecimentos específicos. O conhecimento deve ser algo popular e popularizado entre as mais diversas classes sociais para que assim a população tenha ciência, ou seja, conhecimento sobre como gira o mundo e as milhares de complexas coisas que o compõem.</p> <p>A11: Repassar dados informações relevantes obtidos através das pesquisas para a sociedade.</p> <p>A15: Produzir e divulgar conhecimento científico</p> <p>A16: Os cientistas tem o papel de informar as pessoas, de forma clara e de fácil compreensão, para que pessoas leigas consigam entender a parte científica, não fiquem na desinformação e acreditando em fake news. Além disso, na área de ciências biológicas, desenvolvem pesquisas e projeto que melhorem a qualidade de vida das pessoas, como vacinas, remédios e projetos de conservação.</p> <p>A17: Acredito que o papel social dos cientistas seja o de passar a informação correta, os resultados da pesquisa, de uma forma simplificada</p> <p>A2: Trazer para a sociedade conhecimentos que sejam de fato confiáveis, e de maneira acessível à população</p> <p>A1: O papel social é tentar dialogar, Informar,</p>
----------------------------------	--

	ensinar e trazer os fatos com clareza sem corromper informações relevantes.
UR 4.2 Desenvolver a sociedade	3 registros
	A8: Desenvolver projetos que melhorem o cotidiano da sociedade e levar esse conhecimento de alguma forma a pessoas que não estão envolvidas com a pesquisa.
	A14: Os cientistas possuem papel fundamental na produção e na discussão do conhecimento, além de aplicá-los de forma prática no desenvolvimento de novas tecnologias e levar esse conhecimento para os outros segmentos da sociedade.
UR 4.3 Produção de Conhecimento	A7: Realizar pesquisas para obter uma compreensão mais clara da natureza, para contribuir para o desenvolvimento da sociedade como um todo.
	1 registro
UR 4.3 Produção de Conhecimento	A3: Trazer à luz verdadeiros conhecimentos que podem ser usados para o bem comum.

Fonte: o próprio autor

Quadro 9 - Unidades de Registro da UC 5

UR	5.1	11 registros
Conhecimentos Múltiplos		<p>A11: Além do conhecimento biológico que é utilizado na fabricação da vacina, é necessário que haja um conhecimento popular, conhecimento social, conhecimento religioso, uma visão ética, entre outros. Já que somente os conhecimentos científicos não abrangem os demais processos necessários, como os custos, as dificuldades sociais e dogmas religiosos.</p> <p>A1: estatísticas populacionais (índices de contaminação/morte em termo de quantidades) que informam sobre o risco (conhecimento prévio da doença), conhecimentos tecnológicos, informações históricas e sociais anteriormente vividas com relação a vacinação.</p>

	<p>A17: São necessários, essencialmente, conhecimentos éticos, principalmente na fase de preparação da vacina. Muitas vezes também os conhecimentos sociais são necessários para todo o entendimento do contexto social e histórico em que a vacina está sendo necessária, e também para o processo de distribuição.</p> <p>A4: A fabricação de vacina é modulada por outros fatores, além do biológico. Pois esta, se relaciona com as pessoas, portanto, a cultura, a religião, a economia, a política e os meios de comunicação acabam influenciando na credibilização/valorização ou não a vacina produzida.</p> <p>A7: O conhecimento popular que é aquele adquirido através da observação e da interação do ser humano com o ambiente ao seu redor, e também o conhecimento filosófico que é focado na razão, argumentação e lógica, e o conhecimento religioso que é baseado em doutrinas sagradas ou religiosas.</p> <p>A12: A vacina para além do entendimento sobre o sistema imunológico de indivíduos depende também dos conhecimentos químicos e farmacêuticos para a síntese da mesma, mas além disso após o estudo e a produção, ainda assim, há de ser pensado nos processos da comercialização, utilização, armazenamento e transporte das doses.</p> <p>A16: Os cientistas devem levar em consideração os fatores sociológicos, como por exemplo, qual será a melhor maneira de aplicar a vacina, quais os melhores centros de imunização, como a vacina vai chegar para população, também deve levar em conta a divulgação da vacina, para que as pessoas tenham informações para confiarem nas vacinas e não espalharem fake news, o fator mais importante é a conscientização das pessoas em relação a importância da mesma.</p> <p>A3: Acredito que seja necessário, além do conhecimento biológico, conhecimento popular, filosófico, religioso. Já que estamos lidando com algo que precisa ser aceito e utilizado pela maioria da população e nela encontramos um leque de diferentes religiões, crenças populares, classe</p>
--	---

	<p>social, entre outras.</p> <p>A8: Também precisa ser levado em consideração o social, o custo para a produção de doses, viabilidade para a distribuição a população de modo geral. Pois, como já foi visto, como por exemplo no caso do sarampo, que já havia sido erradicado no país e voltou a causar danos devido a baixa no número de imunização.</p> <p>A13: Científico, mítico, empírico e filosófico.</p> <p>A6: Tecnológicos, químicos, sociais.</p>
UR 5.2	1 registro
Não respondeu à pergunta	A10: O processo todo do desenvolvimento e fabricação das vacinas envolve grande número de profissionais. Desde a compra de insumos, manutenção de equipamentos, a logística na distribuição e administrativa dos postos de saúde entre outros.

Fonte: o próprio autor

Quadro 10 - Unidades de Registro da UC 6

UR 6.1	6 registros
Conhecimentos Biológicos	<p>A6: Conhecimentos sobre as características dos vírus, sobre sistema imunológico e anatomia, processos bioquímicos, reprodução celular, citologia, entre outros.</p> <p>A1: São vários conhecimentos necessários pelos cientistas para poder produzir vacinas, entre eles estão índices de mutações (quantidade e velocidade, bem como aumento de patogenicidade), taxa de velocidade de contaminação; fatores de risco para a doença; taxa de letalidade ou efeitos causados pela contaminação (atuação do causador da doença no organismo humano com base no histórico de indivíduos contaminados); tecnologias disponíveis para produção de vacina, grupo de testes (que atue como forma de validação da eficiência da vacina); se existe tratamentos por outras vias; quais os protocolos necessários para sua fabricação, bem como os insumos necessários para o mesmo.</p>

	<p>A12: O vírus, sua síntese e seu metabolismo e como inoculá-la. Como o mesmo será usado para a síntese das vacinas e como o corpo humano reagirá a isso. A dosagem dos outros elementos que compõem a vacina, a própria dosagem da vacina no corpo humano.</p> <p>A16: Os cientistas devem levar em consideração qual o patógeno, qual o melhor tipo de vacina, qual a mais acessível, como fazer as informações corretas chegarem na população</p> <p>A13: Científico, empírico e filosófico.</p> <p>A17: É preciso que sejam considerados conhecimentos científicos, de microbiologia, bioquímica e biotecnologia, principalmente. Fora os conhecimentos biológicos gerais e específicos, a ética e todo contexto social também necessita ser levado em consideração.</p>
UR 6.2 Público-alvo/ população	<p>5 registros</p> <p>A7: É preciso considerar o público-alvo, o tipo de doença, o agente causador e os possíveis riscos que trará a saúde humana, também é preciso considerar as questões éticas sobre a aplicação das vacinas.</p> <p>A4: O cientista precisa considerar o contexto ao qual está inserido e qual o tipo de população aquela vacina está destinada, como foi exemplificado na questão anterior.</p> <p>A11: É necessário considerar o público-alvo que será aplicado a vacina para analisar as dificuldades e processos a serem enfrentados, além dos conhecimentos sobre a doença, como a gravidade e seus efeitos, e também custo e benefício da vacina para a população.</p> <p>A3: Além dos citados acima, penso que deve ser levado em consideração o público-alvo, tipo de doença, gravidade da doença e custo-benefício para o estado e para a população.</p> <p>A8: O que foi construído de conhecimento a respeito até o momento, a respeito de metodologias, variações virais, quantidade de doses, o que é muito além dos quesitos microbiológicos.</p>

UR 6.3 Não respondeu à pergunta	1 registro
	A10: Todo processo precisa ser levado em conta. Desde o começo do processo até a aplicação dessas doses. Se não for levado em consideração o objetivo final pode não ser atingido.

Fonte: o próprio autor

Quadro 11 - Unidades de Registro da UC 7

UR 7.1 Observação	2 registros
	<p>A19: Creio que a observação dele foi extremamente importante de sacar que como ela era e isso não a atingia poderia usar isso para ajudar outras pessoas a ficarem imunizadas sem matá-las,</p> <p>A14: São aspectos importantes a observação, os conhecimentos prévios sobre aplicação de pus, o momento histórico relacionado a uma grande crise de Varíola, a aceitação da comunidade científica sobre os trabalhos de Jenner.</p>
UR 7.2 Necessidade	3 registros
	<p>A17: Acredito que o aspecto mais importante é a necessidade e contexto da época. A doença estava se espalhando rapidamente e matando muita gente.</p> <p>A1: A observação do cotidiano das mulheres que eram imunes a varíola, bem como os possíveis meios que levaram a essa imunidade, tais informações o levou a produzir e registrar/passar adiante pensamentos sobre mecanismos (mesmo que rudimentares) de como gerar uma imunidade a doenças nas demais pessoas daquele lugar.</p> <p>A13: Como foi a muito tempo atrás (1796) o momento histórico contava com muito pouco conhecimento científico e mais o conhecimento dogmático, empírico e religioso logo o Edward trouxe um conhecimento</p>

	científico para solucionar um dos maiores problemas sanitários daquela época.
UR 7.3 Recursos	<p>3 registros</p> <p>A16: O momento histórico em que Jenner passava, era de pouco recursos e pouca tecnologia, ele precisava usar recursos alternativos para conseguir chegar aos resultados, o momento que ele viveu, apresentou uma grave epidemia de varíola, fazendo com que a busca pela vacina fosse ainda maior.</p> <p>A2: A falta de higiene e saúde pública generalizadas e a medicina ainda pouco avançada talvez sejam os aspectos mais importantes de serem explicitados com relação ao período histórico naquela época. Aqui no Brasil, por exemplo, o surto da varíola levou à Revolta da Vacina devido à questão da vacinação obrigatória, e após esse episódio histórico começaram o que seriam os "primeiros investimentos" em saúde pública no país. Todas essas questões podem ser levantadas quando se fala da contribuição de Jenner para a vacina da varíola.</p> <p>A10: Apesar de não ser o descobridor, provavelmente foi ele quem popularizou a ideia e a prática da vacinação. Isso foi um mérito dele. provavelmente havia muitos outros pesquisadores empenhados na elaboração de um protocolo que fosse seguro e eficaz para combater uma doença que assolava o mundo, porém, a fama e o mérito acabaram sendo destinados a somente um homem.</p>
UR.7.4	1 registro
Socioeconômico/político/pessoal	A12: Acredito que aspectos socioeconômicos e políticos interferem muito no momento histórico assim como todos os outros, bem como as disputas de interesses. Mas além disso explicitar os processos de investigação, estudos e metodologias para que haja a compreensão de como se ocorrem as contribuições por meio dos processos científicos

<p>UR. 7.5 Não respondeu à questão</p>	<p>4 registros</p> <p>A11: O vídeo não faz nenhuma explicação de como foi desenvolvida a vacina, apenas diz que Edward descobriu que se passasse pus de uma pessoa infectada pela varíola da vaca, esta não contrairia mais a varíola humana. Sendo assim, faltou a explicação de como foi pesquisada, como foi desenvolvida, como foi testada e outros pontos importantes.</p> <p>A7: O contexto histórico em que Jenner estava inserido é o da revolução científica durante o iluminismo na Europa, onde os conhecimentos só eram considerados corretos depois de confirmados pela experiência e razão, surgindo assim o método experimental ou científico, até então a ciência estava atrelada a teologia.</p> <p>A3: Na época em que foi "descoberta" a vacina da varíola, não sabiam explicar o porquê pessoas que entravam em contato com a "vaccínia" não tinham varíola. O processo de imunidade não era conhecido, o que nos faz admirar ainda mais o trabalho de Jenner.</p> <p>A8: É importante as pessoas saberem que na época não havia legislações de ética, pois como nos outros estudos mostrou utilizando pessoas como cobaias, o que hoje é bem mais rígida a seleção de pessoas para estudos. Também o contexto rural, que muitas pessoas entravam em contato com vacas manualmente e não havia antibióticos eficazes, o que aumentava o número de mortes por infecções microbianas. A vacina da varíola foi um abrir de portas para uma nova metodologia, um novo campo de estudo, uma nova forma de olhar doenças humanas e dos outros animais, que elas podem estar relacionadas e que os animais poderiam ser utilizados para a produção de anticorpos a nós, como por exemplo o uso do cavalo no soro antiofídico.</p>
--	--

Fonte: o próprio autor

Quadro 12 - Unidades de Registro da UC 8

UR 8.1 Aprimoramento da tecnologia	1 registro
	A19: Creio que hoje temos muito mais tecnologia, muito mais informações e essas informações foram se aprimorando ao longo da história, buscar na história é de extrema importância pois pode ser usados métodos que deram certo e aprimorar ou aprender com erros e não cometer eles novamente.
UR 8.2 Produção da Ciência	7 registros
	<p>A14: Os momentos históricos podem esclarecer que a Ciência é produzida com uma finalidade, como por exemplo, a descoberta de uma vacina que foi importante para controlar doenças que antes eram fatais. Os rumos das pesquisas científicas dependem do momento histórico e de seus praticantes (os pesquisadores).</p> <p>A17: Os momentos históricos nos dão perspectivas e nos fazem refletir sobre o momento atual e compará-lo com o passado. Melhora as visões sobre a ciência ao passo que revela que as necessidades são atendidas e soluções são desenvolvidas nas piores crises através da ciência de qualidade. Voltando ao momento da varíola enxergamos que sem a ciência e, conseqüentemente, sem pesquisa, não existe avanço.</p> <p>A13: O momento histórico pode contribuir a partir da solução de um problema da população através do método científico.</p> <p>A11: Um momento histórico de mudanças e desenvolvimento de cura de doenças faz com que as pessoas confiem na ciência e vejam que os estudos são significativos, como por exemplo a erradicação da Varíola, esse fato demonstra que é possível acabar com algumas doenças, mas para isso precisamos que todos confiem na ciência.</p> <p>A2: Um momento histórico pode dizer muito sobre problemas sociais e econômicos que uma sociedade vivencia, por exemplo. E como essas duas questões geralmente estão relacionadas com as necessidades e vulnerabilidades da população, pode ser uma maneira eficiente de contribuir para as pesquisas científicas realizadas em determinado período, no sentido de direcioná-</p>

	<p>las da melhor maneira para a sociedade e torná-las mais acessíveis à população. Sob outro ponto de vista, também podemos falar sobre episódios relacionados à ciência que acabam se repetindo no Brasil devido, entre outras coisas, a governos que pouco investem em conhecimento científico, educação e saúde pública. Como exemplo temos a Revolta da Vacina que aconteceu no início do século 20 e atualmente, um século depois, ainda temos grandes movimentos antivacinas e outros absurdos que acabam se propagando de maneira muito forte em grande parte da sociedade. Dessa forma, momentos históricos passados acabam se repetindo no cenário que vivenciamos na atualidade com relação a ciência e o que ela produz.</p> <p>A1: Um momento histórico vem repleto de informações sobre como as pessoas lidavam com determinadas situações e quais eram os meios que estavam ao alcance de gerar resultados sobre um determinado assunto. Assim, esse momento histórico, permite nos passar como era feita a ciência em determinada época, sem necessariamente a mesma ter essa conotação de ciências que temos hoje, contudo essas informações demonstram erros e acertos que levaram a evolução do conhecimento científico.</p> <p>A8: Toda pesquisa tem um objetivo, somos seres sociais, portanto carregamos a cultura que nos rodeia pra onde quer que formos, inclusive para dentro do laboratório. Um contexto histórico pode selecionar quais assuntos terão maior destaque, maior investimento. Como o que aconteceu para o desenvolvimento rápido da vacina para o Corona vírus. Outro exemplo, é que aqui no Brasil há grande investimento na área agrícola, devido à grande contribuição da agricultura no PIB. No contexto de guerra, foi investido na produção de alimentos de alta validade, como enlatados, conserva, comida instantânea. Então, todo contexto histórico influencia o desenvolvimento da ciência. E hoje é o resultado da soma de todos esses anos anteriores e mais o que estamos inseridos.</p>
UR 8.3 Credibilidade Científica	6 registros
	A7: Uma vez que as pessoas possam ver e entender que a Ciência foi capaz de desenvolver conhecimentos que salvaram milhares de vidas

	<p>ao longo da história, é possível que as pessoas passem a atribuir mais credibilidade a ela, mas pra que isso aconteça, é necessário que estes contextos históricos cheguem até as pessoas.</p> <p>A10: quando a ciência resolve um problema e as pessoas conseguem perceber que dependem destas descobertas científicas para sobreviverem, como é o caso atual, a chance de se confiar e depender da ciência pode aumentar. o contexto histórico pode influenciar nos valores que são transmitidos através dela. inclusive aumentam as chances de as pessoas perceberem que a ciência não se faz ao acaso e grandes descobertas não acontecem "sem querer".</p> <p>A16: Através da observação de como doenças e epidemias foram erradicadas e como a ciência contribuiu para isso, como o exemplo citado no vídeo, onde o momento era de uma grande epidemia de varíola, que foi erradicada através da vacinação da população. Além da varíola, muitas doenças foram erradicadas através da vacinação, o que mostra com clareza a importância da ciência e do desenvolvimento de vacinas, deixando em evidência a importância da pesquisa científica, onde, quanto mais apoio e mais rápida for desenvolvida, maiores são os benefícios a toda população.</p> <p>A3: Eu penso que ver como eram feitos os testes com a varíola, as cegas, sem ter muitas informações, ainda assim houve sucesso. Com o conhecimento que temos hoje, os testes e todos os protocolos que são seguidos, é impossível não confiarmos e não darmos credibilidade para as vacinas.</p> <p>A12: Entendendo a necessidade de estudos e estudiosos voltados às pesquisas na área do conhecimento científico e como isso implica necessariamente na saúde e condições de vida da população em geral. Sendo assim a necessidade urgente de se investir e credibilizar a ciência, entendendo o que a presença ou falta dela acarreta.</p> <p>A6: Acredito que as dificuldades do momento nos fazem valorizar ainda mais os avanços que a</p>
--	--

	ciência dá.
--	-------------

Fonte: o próprio autor

